UNIVERSAL
LIBRARY

OU_186547

UNIVERSAL
LIBRARY

OSMANIA UNIVERSITY LIBRARY

Call No H 500 U17 — Accession No. GH 4687

Author

Title Uchhatar Samanya... Vigyan.

This book should be returned on or before the date last marked below

विषय-सूची

भौतिक विज्ञान

(PHYSICS)

साधारण पदार्थ विज्ञान

(General properties of matter)

विषय — पृष्ठ

पहला अध्याय

इकाइयाँ और नाप (Units and measurments) : ३–२०
मात्रा की इकाइयाँ : समय की इकाइयाँ : लम्बाई की नाप : नेत्रानुमान : किसी टेढ़ी रेखा की लम्बाई नापना : क्षेत्रफल की नाप : आयतन की नाप (मेट्रिक तालिका, बृटिश तालिका) : अनियमित ठोस का आयतन : मात्रा की नाप : समय की नाप : लेखाचित्र और इसके उपयोग : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

गति विज्ञान (Dynamics) : २१–३१
गतिशील वस्तु : चाल और वेग : आपेक्षिक गति : वेगवृद्धि तथा वेगह्रास : न्यूटन के गति के नियम (वृत्ताकार गति, केन्द्राभिगामी और केन्द्रापसारी बल, घर्षण) : अभ्यास ।

तीसरा अध्याय

गुरुत्वाकर्षण और गुरुत्व (Gravitation and Gravity) : ३२–४७
गुरुत्व : मात्रा और वजन : तराजू का उपयोग : तौलने की विधि : अन्य विधियों से वस्तुओं की तौल निकालना (स्थानापन्न विधि या बोर्डा विधि, गाँस की विधि से, कमानीदार तराजू से, साधारण लौह-दण्ड से) : अभिनत तल : उत्तोलक या लीवर : घिरनी : दोलक : दोलक के नियम : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

चौथा अध्याय

आर्किमिडीज का सिद्धांत और घनत्व (**Archimede's priaciple and density**) : ४८–६३

विशिष्ट गुरुत्व : आर्किमिडीज का सिद्धान्त : मापक बेलन से घनत्व निकालना : निकोलसन हाइड्रोमीटर : साधारण हाइड्रोमीटर : दूध मापक : लोहे का जहाज पानी पर क्यों तैरता है ? : पनडुब्बी जहाज : गुब्बारा : द्रव का दबाव : अभ्यास ।

पाँचवाँ अध्याय

वायु का दबाव (**Atmospheric pressure**) : ६४–७६

हवा का वजन होता है : बैरोमीटर (फोर्टिन का बैरोमीटर, साइफुन बैरोमीटर, एनीरॉयड बैरोमीटर) : ऋतु-दर्शक यन्त्र : साधारण पम्प : साइफुन या निनाल : निनाल के सिद्धान्त का उपयोग : अभ्यास ।

ताप विज्ञान
(Heat)

पहला अध्याय

ताप के उत्पादक (**Sources of heat**) : ७७–८७

ताप और तापक्रम : ताप के असर : थर्मामीटर : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

तापमान (**Calorimetry**) : ८८–९४

ताप नापने का सिद्धान्त : विशिष्ट ताप : ताप ग्राहिता : जल तुल्यांक : विशिष्ट ताप निकालने की विधियाँ : अभ्यास ।

तीसरा अध्याय

ठोस, द्रव और गैसों का प्रसार (**Expansion of solids, liquids and gases**) : ९५–१०३

ताप प्रभाव के कुछ उदाहरण : प्रसार गुणक : किसी ठोस का रैखिक प्रसार गुणक निकालना : प्रतिकारी दोलक : द्रवों और गैसों का प्रसार : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

चौथा अध्याय

ताप का संचार (Transmission of Heat) : १०४–११३

परिचालन : परिचालन के कुछ मजेदार प्रयोग : ताप का परिवाहन : संवातन : विकिरण : विकिरण के गुण, देवार का फ्लास्क या थर्मस फ्लास्क या शून्य फ्लास्क : वायु व्यवस्थापन : अभ्यास ।

पाँचवाँ अध्याय

दशा-परिवर्त्तन (Change of State) : ११४–११९

द्रवणांक : बाटमेल का प्रयोग : हिम-मिश्रण : वाष्पीकरण और क्वथनांक : जल-चक्र : बादल या मेघ : कुहासा : ओस : पाला : तुषार : ओला : अभ्यास ।

छठा अध्याय

भाप का इंजिन (Steam Engine) : १२०–१२४

बॉयलर : खिसकनेवाले कपाट और पिस्टन : गतिपालक चक्र : नियंत्रण : आन्तरिक दहन इंजिन : अभ्यास ।

प्रकाश विज्ञान
(Light)

पहला अध्याय

प्रकाश का गमन (Propagation of Light) : १२५–१३४

प्रकाश : दमकने और न दमकनेवाले पदार्थ : प्रकाश का गमन : छाया : प्रच्छाया और उपछाया : ग्रहण : प्रकाश की तीव्रता : प्रकाश का वेग : ओलस रोमर : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light) ; १३५–१४४

परावर्तन के नियम : वास्तविक और अवास्तविक प्रतिविम्ब : परावर्तन के उपयोग : बहुरूपदर्शक या केलिडोस्कोप : गोलाकार दर्पणों पर प्रकाश का परावर्तन : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

तीसरा अध्याय

प्रकाश का आवर्तन (Refraction of light) : १४५-१५५

आवर्तन के नियम : पूर्ण आन्तरिक परावर्तन : पूर्ण परावर्तन के कुछ उदाहरण : त्रिपार्श्व में प्रकाश का आवर्तन : प्रकाश का अपकिरण या विस्तरण : ताल या लेन्स : अभ्यास ।

चौथा अध्याय

कैमरा, चल-चित्र और आँख (Camera, Motion-Picture and the eye) : १५६-१६१

फोटो खींचने का कैमरा : आँख : कैमरा और आँख की तुलना ।

चुम्बकत्व
(Magnetism)

पहला अध्याय

चुम्बकीय उपपादन और आणविक सिद्धान्त : १६२-१७२

कृत्रिम चुम्बक : चुम्बकीय और अचुम्बकीय पदार्थ : चुम्बक बनाने की विधि : चुम्बक के गुण : चुम्बकीय उपपादन : चुम्बकत्व का नष्ट होना : चुम्बकीय पर्दा : चुम्बकत्व का आणविक सिद्धान्त : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

पार्थिव चुम्बकत्व (Terrestrial Magnetism) : १७३-१७७

चुम्बकीय याम्योत्तर या मध्याह्न का पता लगाना : चुम्बकीय नक्शे : अभ्यास ।

विद्युत-विज्ञान
(Electricity)

पहला अध्याय

स्थिर-विद्युत्-विज्ञान (Statical Electricity) : १७८-१८५

चालक और अचालक : विद्युत्-दर्शक : आवेश की पहचान : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

दूसरा अध्याय

धारा-विद्युत् (Current Electricity) : १८६-२००
साधारण सेल : लेकलांची सेल : डेनियल सेल : शुष्क सेल : विभवान्तर और अवरोध : रासायनिक प्रभाव : विद्युत्-धाराओं के तापीय प्रभाव : अभ्यास ।

तीसरा अध्याय

प्रत्यावर्त्तक धारा (Alternating Current) : २०१-२१४
विद्युत्-उत्पादक : विद्युत्-मोटर : विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन : ट्रान्सफार्मर : बिजली के कुछ दैनिक उपयोग (बिजली की घंटी, तार या टेलीग्राफ) : बिजली के कुछ अन्य उपयोग : कुछ आविष्कारक : अभ्यास ।

ध्वनि-विज्ञान
(Sound)

पहला अध्याय

ध्वनि का उत्पादन और संचार (Production and Transmission of Sound) : २१५-२२६
ध्वनि का संचार : ध्वनि की तरंगें : परावर्तन के कुछ व्यावहारिक उदाहरण : प्रतिध्वनि : ध्वनि का वेग : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

साधारण वाद्य-यन्त्र (Simple Musical Instruments) : २२७-२३३
वाद्य यन्त्र : फोनोग्राफ : हम कैसे सुनते हैं : अभ्यास ।

परमाणु की रचना और परमाणु-शक्ति : २३४-२४२
परमाणु शक्ति : मात्रा शक्ति समतुल्य हैं : अलबर्ट आइन्सटाइन : अरनेस्ट रदरफोर्ड : सर सी० वी० रमन : के० एस० कृष्णन : एच० जे० भाभा : एस० एन० बोस : अभ्यास ।

विविध अभ्यास २४३-२६४

हिन्दी-इंगलिश शब्दावली

रसायन-विज्ञान
(CHEMISTRY)

विषय — पृष्ठ

पहला अध्याय

विषय-प्रवेश : — २–५

रसायन का महत्त्व ।

दूसरा अध्याय

वैज्ञानिक इकाई तथा उपकरण
(Scientific units and apparatus) : — ६–१८

इकाइयाँ : आयतन की माप : मापक बेलन : मापक कुप्पी : ब्यूरेट : पिपेट : पिंडमान की माप : तुला : रासायनिक तुला का वर्णन : बाट-बक्स : आरोहक का व्यवहार : रासायनिक तुला को व्यवहार में लाने के नियम : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

तीसरा अध्याय

पदार्थ तथा इसकी विभिन्न अवस्थाएँ
(Matter and its different states) : — १९–३०

पदार्थ क्या है ? : शक्ति : पदार्थ और शक्ति में अन्तर : पदार्थों की बनावट : पदार्थ की भिन्न-भिन्न अवस्थाएँ : ठोस, द्रव और गैस में अन्तर : एक ही पदार्थ की विभिन्न अवस्थाएँ : पदार्थ के गुण : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

चौथा अध्याय

भौतिक तथा रासायनिक परिवर्तन
(Physical and chemical changes) : — ३१–४९

भौतिक परिवर्त्तन : भौतिक परिवर्त्तन के कुछ उदाहरण : रासायनिक परिवर्त्तन : रासायनिक परिवर्त्तन के कुछ उदाहरण :

विषय पृष्ठ

भौतिक तथा रासायनिक परिवर्त्तन में अन्तर : तत्त्व, यौगिक और मिश्रण : तत्व और यौगिक में अन्तर : तत्वों का वर्गीकरण, धातु और अधातु में अन्तर : मिश्रण : मिश्रण के भेद। मिश्रण के घटक : मिश्रण के घटक अवयवों का पृथक्करण : मिश्रण और यौगिक में अन्तर : स्मरणार्थ : अभ्यास।

पाँचवाँ अध्याय

प्रयोगशाला की विविध प्रक्रियाएँ (Laboratory Processes) : ५०–७१

थिराना : निथारना : छानना : संघनन : घोल, विलयन : प्रयोगशाला के तापक्रम पर शोरे का संतृप्त घोल बनाना : घुलनशीलता एवं घुलनशीलता-रेखा : रवा, मणिभ एवं रवे बनाना : रवा जल : गलना या पिघलना : वाष्पीभूत होना : उबाल : वाष्पीकरण एवं उबाल में अन्तर : शुष्ककरण अथवा सुखाना : ऊर्ध्वपातन या उत्सादन : स्मरणार्थ : अभ्यास।

छठा अध्याय

नाम, संकेत और सूत्र (Names, symbols and formulae) : ७२–७७

नामकरण : संकेत : संकेत की विशेषता : अधातु : धातु : उपधातु : सूत्र : रासायनिक समीकरण : स्मरणार्थ : अभ्यास।

सातवाँ अध्याय

हवा (Air) : ७८–९१

हवा एक पदार्थ है : साँस लेना : प्राकृतिक एवं दैनिक जीवन में हवा के अवयवों का महत्त्व, ऑक्सीजन चक्र : नाइट्रोजन चक्र : कार्बन डाइऑक्साइड चक्र : स्मरणार्थ : अभ्यास।

आठवाँ अध्याय

जल (Water) : ९२–१११

जल का उद्गम : साधारण जल में उपस्थित अशुद्धियाँ : जल को शुद्ध करना : बड़े पैमाने पर जल को शुद्ध करने की विधि : प्रयोग एवं दवाओं के लिए शुद्ध जल तैयार करना : उद्योग-धन्धों तथा

विषय पृष्ठ

धुलाई के लिए जल शुद्ध करना : कठोर अथवा खारा एवं नरम, मृदुल अथवा मीठा जल : जल की कठोरता को दूर करना : स्थायी कठोरता दूर करना : कठोर जल और नरम जल की तुलना : जल की रचना : जल के गुण : जल की जांच : जल की उपयोगिता : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

नवाँ अध्याय

ऑक्सीजन (Oxygen) : ११८–१२१

इतिहास : उपस्थिति : ऑक्सीजन बनाने की विधियाँ : प्रयोगशाला में ऑक्सीजन गैस बनाना : ऑक्सीजन के गुण, ऑक्साइड एवं उसका वर्गीकरण, ऑक्सीजन की उपयोगिता : आवेजक एवं आवेजन : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

दसवाँ अध्याय

हाइड्रोजन (Hydrogen) : १२२–१३०

इतिहास : हाइड्रोजन बनाने की विधियाँ : प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस बनाना : व्यापारिक मात्रा में हाइड्रोजन गैस की तैयारी : ऑक्सीकरण एवं अवकरण : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

ग्यारहवाँ अध्याय

अम्ल, भस्म और लवण (Acids, Bases and Salts) : १३१–१३८

अम्ल : अम्लों के गुण : अम्लों का वर्गीकरण : भस्म : क्षार : विभिन्न प्रकार के क्षार : नमक या लवण : लवणों का नामकरण : लवणों का वर्गीकरण : लवण बनाने की विधियाँ : उदासीकरण या निराकरण : स्मरणार्थ । अभ्यास ।

बारहवाँ अध्याय

कार्बन एवं कार्बन के ऑक्साइड (Carbon and Oxides of Carbon) : १३९–१६०

इतिहास तथा उपस्थिति : बहुरूपता : कार्बन के विभिन्न रूप या रूपान्तर : हीरा : ग्रेफाइट : कोयला : कार्बन के ऑक्साइड : कार्बन डाइऑक्साइड : कार्बन डाइऑक्साइड बनाने की विधियाँ : कार्बन

विषय पृष्ठ

डाइऑक्साइड के गुण : सोडा जल तथा लेमोनेड : कार्बन डाइऑक्साइड का उपयोग : अग्निशामक यन्त्र : कार्बन मोनॉक्साइड : कार्बन से बनी अन्य गैसें : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

तेरहवाँ अध्याय

नाइट्रोजन एवं नाइट्रोजन के यौगिक (Nitrogen and Compounds of Nitrogen) : १६१–१८०

इतिहास एवं उपस्थिति : नाइट्रोजन बनाने की विधियाँ : नाइट्रोजन के गुण : नाइट्रोजन के यौगिक : अमोनिया : अमोनिया गैस बनाने की विधियाँ : अमोनिया के साथ कुछ मनोरंजक प्रयोग : नाइट्रस ऑक्साइड, नाइट्रोजन मोनोक्साइड या हँसानेवाला गैस : नाइट्रिक ऑक्साइड : नाइट्रोजन ट्राइ ऑक्साइड एवं नाइट्रस अम्ल : नाइट्रोजन पेरॉक्साइड : नाइट्रोजन पेरॉक्साइड एवं नाइट्रिक अम्ल : खाद : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

चौदहवाँ अध्याय

गंधक एवं गंधक के यौगिक (Sulphur and Compounds of Sulphur) : १८१–२०८

इतिहास : गंधक निकालने की विधियाँ : गंधक को शुद्ध करना : गंधक के गुण : गधक के विभिन्न रूपान्तर : हाइड्रोजन सल्फाइड, सल्फ्यूरेटेड हाइड्राजन या उद्गन्धकाम्ल : सल्फर डाइ ऑक्साइड : गन्धकाम्ल एवं इसके लवण : गंधकाम्ल बनाने की विधियाँ : प्रकोष्ठ प्रक्रिया से व्यापारिक मात्रा मे गन्धकाम्ल बनाना : गंधकाम्ल का समाहरण : सम्पर्क प्रक्रिया से व्यापारिक मात्रा में गन्धकाम्ल बनाना : गंधकाम्ल के गुण : गन्धकाम्ल के मुख्य गुण दर्शानेवाले कुछ प्रयोग : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

पन्द्रहवाँ अध्याय

क्लोरिन तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (Chlorine and Hydrochloric acid) : २०९–२१६

क्लोरिन : प्रयोगशाला में क्लोरिन गैस बनाना : क्लोरिन के गुण :

विषय पृष्ठ

क्लोरिन का उपयोग : हाइड्रोक्लोरिक अम्ल : हाइड्रोजन क्लोराइड गैस बनाना : प्रयोगशाला में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तैयार करना : हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के गुण : हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के उपयोग : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

सोलहवाँ अध्याय

धातु एवं धातुकर्म (Metals and Metallurgy) : २१७–२२१

खनिज एवं अयस्क : धातुकर्म की मुख्य विधियाँ : सुद्रावक एवं गल्य : धातु मिश्रण एवं संरस : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

सत्रहवाँ अध्याय

सोडियम (Sodium) : २२२–२३४

उपस्थिति : सोडियम धातु की तैयारी : सोडियम के गुण : सोडियम के यौगिक : सोडियम हाइड्राक्साइड (कास्टिक सोडा) : सोडियम कार्बोनेट (वाशिंग सोडा) : सोडियम क्लोराइड : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

अठारहवाँ अध्याय

ताम्र, ताँबा (Copper) : २३५–२४२

उपस्थिति : अयस्क से ताम्र धातु का निष्कर्षण : ताँबे के गुण : ताँबे के उपयोग : ताम्र के यौगिक : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

उन्नीसवाँ अध्याय

अल्युमिनियम या अलमुनियम (Aluminium) : २४३–२४६

अल्युमिनियम धातु का निष्कर्षण : अल्युमिनियम के यौगिक : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

बीसवाँ अध्याय

लोहा (Iron) : २४७–२५६

उपस्थिति : लोहे के भिन्न-भिन्न रूप : ढलवाँ लोहे की तैयारी : इस्पात की तैयारी : पिटवाँ लोहा बनाना : लोहे के यौगिक : गुण : उपयोगिता : जंग लगना तथा उससे बचाव : लोहे पर पानी चढ़ाना : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

इक्कीसवाँ अध्याय

कुछ साधारण पदार्थों के गुणों का अध्ययन (Study of the properties of some common substance) : २६०–२७२

गन्धक : आयोडिन : प्लैटिनम : मैगनेसियम : नौसादर : पोटाशियम क्लोरेट : तूतिया : हरा कसीस : वाशिंग सोडा : लेड नाइट्रेट : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

बाइसवाँ अध्याय

सरल उपकरण प्रस्तुत करना (To set up a simple apparatus) : २७३–२७८

काँच नली काटना : नली के सिरे को गोल करना या चिकनाना : काँचनली को मोड़ना : जेट खींचना या टोंटी बनाना : काग में छेद करना : धोवन बोतल प्रस्तुत करना : स्मरणार्थ : अभ्यास ।

तेइसवाँ अध्याय

कुछ वैज्ञानिकों की जीवनी : २७६–२८५

मैडम क्यूरी : जॉन डाल्टन : कैमेन्डिश : फाराडे : लम्वाजिये ।

परिशिष्ट १ २८६–२८८

पेट्रोलियम : रबर : प्लास्टिक : फोटोग्राफी : एटम बम ।

परिशिष्ट २ २८९–२९०

दुर्घटनाओं की चिकित्सा ।

परिशिष्ट ३ २९१–२९३

कला-कौशल विज्ञान ।

परिशिष्ट ४ २९४–२९६

कुछ मनोरंजक प्रयोग ।

हिन्दी-अंगरेजी शब्दावली

जैविकी
(BIOLOGY)

विषय — पृष्ठ

पहला अध्याय

जैविकी का क्षेत्र (Scope of Biology) : २–१८

जैविकी की शाखाएँ : जीव-जगत में पोषाहार की विधियाँ : सजीवों तथा निर्जीवों के कुछ मौलिक अन्तर : जन्तुओं एवं पौधों मे भेद : पौधों का वर्गीकरण : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

बीज और उनके अंकुरण (Seeds and their germination) : १९–३०

कुछ द्विपत्रदली बीजों का अध्ययन : बीजों का वर्गीकरण : बीजों का अंकुरण : अंकुरण के आवश्यक कारक : अंकुरण के समय रासायनिक परिवर्त्तन : बीजों के अध्ययन में कुछ ध्यान देने योग्य बातें : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

तीसरा अध्याय

मूल एवं उनके रूपान्तर Roots and their modification) : ३१–३८

सामान्य जड़ें, मूसला जड़ों के रूपान्तर : जड़ों के कार्य : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

स्तम्भ और उनके रूपान्तर (Stems and their modifications) : ३९–४५

तनों के रूपान्तर : तनों के मुख्य कार्य : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

पत्र और उनके रूपान्तर : ४५–६३

पत्राकारिकी : पत्राधार : अनुपत्र एवं उनके रूपान्तर : वृन्त के रूपान्तर : फलक का अग्र : फलक के तट : नाड़ी विन्यास : फलक का तल : पत्र रचना ।

विषय पृष्ठ

चौथा अध्याय

पुष्पक्रम (Inflorescence) : ६४–८२

पुष्पक्रम या इनफ्लोरेसेन्स : पुष्प : जरायुन्यास : परिपक्व बीजाण्ड की संरचना : बीजाण्डों के प्रकार : परागण तथा निषेचन : पर तथा स्वयं परागण से लाभ और हानि : परपरागण की विधियाँ : स्वयं परागण की विधियाँ : निषेचन : संक्षिप्त वर्णन ।

फल (Fruits) : ८३–९१

वर्गीकरण : स्फोट शीलक फल : वेश्म स्फोटी फल : मांसल फल : पुंज फल : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

फलों तथा बीजों का विकिरण
(Dispersal of fruits and Seeds) : ९२–९८

विकिरण की विधियाँ : फूलवाले पौधे के विभिन्न भाग : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

पाँचवाँ अध्याय

पौधों की दैहिकी (Physiology of Plants) : ९९–११४

अवशोषण : रस कोच : अशूनता : मूल-चाप : रसारोहण : उत्स्वेदन : प्रकाश-संश्लेषण : श्वसन : श्वसन तथा प्रकाश संश्लेषण की तुलना : पौधों की लम्बाई में वृद्धि की नाप : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

छठा अध्याय

औतिकी (Histology) : ११५–१२६

पौधे की कोशिका की बनावट : प्राणी तथा वनस्पति-कोशिकाओं में अन्तर : विभिन्न प्रकार के ऊतक : तने, मूल तथा पत्तों की आन्तरिक रचना : एकबीजपत्री पौधे के तने की भीतरी बनावट : द्विबीजपत्रक तथा एकबीजपत्रक तनों में अन्तर : मूलों की आंतरिक रचना : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

सातवाँ अध्याय

पौधों के कुछ आर्थिक महत्त्व : १२७–१५४

आहार-प्रदान करनेवाले पौधे : काष्ठ प्रदान करनेवाले पौधे : वनौषधियाँ : पुष्पधारी पौधों के कुछ मुख्य कुल तथा उनका आर्थिक महत्त्व : हमारी फसल : धान : गेहूँ की खेती : गेहूँ की फसल के कुछ रोग और उनसे बचाव : मकई : जौ की खेती : दलहन या शिम्बी पौधों की खेती : शाक-भाजी की खेती : सब्जी उत्पादन के लिए उपयुक्त मिट्टियाँ : आलू की खेती : साग-भाजी की खेती : फलों की खेती : खाद : फसलों का एकान्तरण (शस्यावर्तन) : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

आठवाँ अध्याय

प्राणियों का वर्गीकरण तथा कुछ प्रजीवों का अध्ययन (Classification of Animals and study of some Protozoa) : १५५–१६६

प्राणियों के मुख्य समुदाय : प्रजीव : अमीबा : प्रचलन : पोषाहार : श्वसन : प्रजनन : वाह्य संवेदनाओं से प्रतिक्रिया : रोग-जनक प्रजीव : मलेरिया परजीवी का जीवन-चक्र : मलेरिया की रोक-थाम या निरोध : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

नवाँ अध्याय

मानव जीवन से सम्बन्धित कुछ कीट : मच्छड़ और मक्खियों का जीवन-चक्र (Life Cycle of Mosquitoes and Flies) : १७०–१९२

क्यूलेक्स पाइपेन्स का जीवन-वृत्तान्त : मच्छड़ों से हानि : घरेलू मक्खी : मक्खियों के मारने की विधि : घरेलू मक्खी के अलावा अन्य प्रकार की मक्खियाँ : कुछ रोग-वहन करनेवाले अन्य शत्रु कीड़े : जीवनोपयोगी कीट-पतंग (रेशम के कीड़े, मधुमक्खी, लाह के कीड़े) : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

विषय पृष्ठ

दसवाँ अध्याय

प्रकृति संरक्षण और वन्य-जीवन सुरक्षा (Nature conservation and wild life preservation) : १६३–२११

जीवन का संघर्ष : जंगलो से लाभ : घरेलू या पालतू तथा वन्य प्राणी : अपने राज्य के कुछ जंगली जानवर : कुछ घरेलू पशु तथा उनका पालन : पशुओ का भोजन : हरा चारा : पशुओं के कुछ रोग और उनके निदान : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

ग्यारहवाँ अध्याय

हमारा शरीर : २१२–२४३

पाचन संस्थान : मुँह विवर : निगल : आमाशय : पक्वाशय : छोटी आंत : बडी आंत : मलाशय . संक्षिप्त वर्णन : रक्त-संचारण संस्थान : दिल की बनावट . खून के दौरान का पथ : रक्त क्या है ? : रक्त के कार्य : संक्षिप्त वर्णन : हमारी हड्डियाँ : श्वसन : मलोत्सर्जन संस्थान : हमारी मास-पेशियाँ : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

बारहवाँ अध्याय

हमारा भोजन (Our food) : २४४–२५४

भोजन के आवश्यक तत्व : कार्बोहाइड्रेट, चर्बी, प्रोटीन, खनिज, लवण, विटामिन संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

तेरहवाँ अध्याय

शाकाणु (Bacteria) : २५५–२८१

शाकाणु क्या है ? रोग : रोध और प्रतिकारिता : रोगो से रोध : टीका या लस : लस तथा रस से छूटनेवाले कुछ रोग : रोगो से बचने के लिए कुछ रासायनिक पदार्थ : संक्षिप्त वर्णन · विकासवाद : जीवो की भिन्नता : डार्विन तथा विकासवाद : विकास क्या है ? : जीवोद्विकास के सबूत : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

विविध अभ्यास : २८१–२८८

अंग्रेजी हिन्दी शब्दावली ।

ज्योतिष-विज्ञान
(ASTRONOMY)

विषय	पृष्ठ
पहला अध्याय	
सौर-जगत के विभिन्न ग्रह :	२–१९
विषय-प्रवेश : सौर-जगत : सौर परिवार के ग्रह : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।	
दूसरा अध्याय	
तारे, नक्षत्र, धूमकेतु और उल्काएँ :	२०–३०
तारे : ध्रुवतारा : नक्षत्र : आकाश गंगा : उल्काएं : पुच्छल तारा या धूमकेतु : निहारिका : चल और अचल तारे : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।	
तीसरा अध्याय	
पृथ्वी की गतियाँ और पंचांग :	३१–४०
(Motions of Earth and the Calendar)	
पृथ्वी की गतियाँ : ऋतु-परिवर्तन : पंचाग : भारतीय प्रामाणिक समय : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।	
चौथा अध्याय	
चाँद, उसकी कलाएँ, ग्रहण और ज्वारभाटा :	४१–५२
(Moon, Its phases, Eclipeses and Tides)	
चाँद की उत्पत्ति : चाँद की कलाएं : चन्द्रमा की सतह : ग्रहण : ज्वारभाटा : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।	
विविध अभ्यास	५३–५७
हिन्दी-अँगरेजी शब्दावली	

भूगर्भ विज्ञान

(GEOLOGY)

विषय — पृष्ठ

पहला अध्याय

भूगर्भ की शाखाएँ–पृथ्वी की उत्पत्ति तथा अनेक प्रकार की चट्टानें : २–१७

भूगर्भ-विज्ञान क्या है ? : पृथ्वी की उत्पत्ति : भूपटल की बनावट : विभिन्न प्रकार की चट्टानें : चट्टानों के परिवर्त्तन का चक्र : भूकम्प : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

दूसरा अध्याय

मिट्टी (Soil) : १८–३४

मिट्टी क्या है ? : मिट्टी की बनावट : मिट्टी जल क्यों पकड़ती है ? : मिट्टी का वर्गीकरण : संक्षिप्त वर्णन : अभ्यास ।

अँगरेजी-हिन्दी शब्दावली

●

विषय-प्रवेश

(Introduction)

आजकल के जमाने में, जब राकेट चन्द्रमा पर जा रहा है, यह कहने की विशेष जरूरत नहीं कि विज्ञान की शिक्षा लड़कों के लिए क्यों जरूरी है। विज्ञान शब्द का अर्थ है विशेष ज्ञान। आदि काल से आज तक मानव जाति का यह सतत प्रयत्न रहा है कि वह प्रकृति (Nature) और उसके विभिन्न भागों का ज्ञान प्राप्त करे और उनकी क्रिया समझे। इस दिशा में मनुष्य ने असंभावित सफलता प्राप्त की है।

प्राकृतिक विज्ञान या प्राकृतिक तत्त्वज्ञान को हम कई विभागों मे बाँट सकते है। कुछ घटनाएँ जीव-जन्तुओं से सम्बन्ध रखती है और उनका विवरण और अध्ययन जीव-विज्ञान (Zoology) मे मिलेगा। इससे हम अपने शरीर और इसकी क्रिया के बारे में ज्ञान प्राप्त करते हैं। जीव-विज्ञान के समान भौतिक-विज्ञान (Physics) और रसायन-विज्ञान (Chemistry) भी विज्ञान की प्रमुख शाखाएँ है। आजकल की दुनिया में भौतिक और रसायन-विज्ञान ने अपूर्व चमत्कार दिखाये है। इन वैज्ञानिक आविष्कारों का उपयोग हमारे दैनिक जीवन में कदम-कदम पर होता है। इसलिए, इनका साधारण ज्ञान प्राप्त करना आवश्यक-सा हो गया है।

हम ताप का अनुभव करते है, बिजली की बत्ती, पंखे आदि देखते है, विभिन्न प्रकार की ध्वनि या गाने सुनते है। इन चीजो को हम भौतिक-विज्ञान के अध्ययन से समझ सकते है। रसायन-विज्ञान को पढ़कर हम यह समझते है कि पदार्थ क्या है और वह किन-किन तत्त्वों (Elements) से मिलकर बना है। पदार्थों और तत्त्वो के रासायनिक गुण भी मालूम होते है।

भूगर्भ-विज्ञान (Geology), ज्योतिष (Astronomy) कृषि-विज्ञान, जीव-विज्ञान आदि का साधारण अध्ययन हमारे लिए विज्ञान के [illegible]

जरूरी-सा है। इसलिए सामान्य-विज्ञान का परिचय प्रवेशिका-विद्यार्थियों के लिए आवश्यक रखा गया है। भूगर्भ को पढ़कर हम यह जानते है कि पृथ्वी की बनावट क्या है, चट्टानें कैसे बनीं, आदि। इसी प्रकार अन्य विज्ञानों से हम उस विभाग की जानकारी हासिल करते है।

इस पुस्तक का लक्ष्य है विद्यार्थियों को विज्ञान की विभिन्न शाखाओं का साधारण ज्ञान देना। विशेष अध्ययन के लिए हर विज्ञान की अलग-अलग पुस्तकें है, जो विज्ञान के छात्रों को पढ़नी पड़ती है, पर कला या अन्य विषय के विद्यार्थियों के लिए भी हर विज्ञान की मुख्य और साधारण बातों की आम जानकारी आवश्यक है। अतः इस पुस्तक में विज्ञान की कठिन बातों को सरल भाषा में लिखकर लड़कों को अच्छी तरह समझाने का प्रयत्न किया गया है। आशा की जाती है कि इस पुस्तक से छात्र-छात्राओं को विशेष लाभ होगा और विज्ञान की तरफ उनकी रुचि बढ़ेगी।

—लेखकगण

●

भौतिक विज्ञान

१. साधारण पदार्थ विज्ञान

(General Properties of matter)

पहला अध्याय

इकाइयाँ और नाप

(Units and measurements)

किसी भी भौतिक राशि (Physical quantity) की नाप मालूम करने के लिये कुछ विशेष राशि को प्रमाण (Standard) मान लिया जाता है और उस राशि की तुलना हम प्रमाणराशि से करते हैं। इसी राशि को, जो नाप का प्रमाण है, इकाई (unit) कहते हैं। किसी राशि के नाप से हमें पता चलता है कि उसमें प्रमाणराशि यानी इकाई कितनी बार शामिल है। जब हम किसी कमरे की लम्बाई २० गज कहते हैं, तो हमारा मतलब यह होता है कि कमरे की लम्बाई में गज की इकाई २० बार शामिल है। इसी तरह, यदि हम किसी वस्तु का वजन १० सेर बताते हैं, तो वह वजन एक सेर के भार से जिसे हमने प्रमाण मान रखा है, १० गुना है।

हर भौतिक राशि को नापने के लिये एक खास इकाई की जरूरत पड़ती है और जितने प्रकार की भौतिक राशियाँ हैं, उतने ही प्रकार की इकाइयाँ हैं। भौतिक राशि की कोई भी इकाई अंत में, लम्बाई (Length), मात्रा (Mass) और समय (Time) की इकाई से निकाली जा सकती है। ये इकाइयाँ एक दूसरे पर निर्भर नहीं करतीं और इसीलिये इन्हें मूल इकाइयाँ (Fundamental units) कहते हैं और अन्य भौतिक इकाइयाँ जो इन तीनों इकाइयों पर आधारित हैं, व्युत्पन्न इकाइयाँ (Derived units) कहलाती हैं। इस तरह, क्षेत्रफल (area) की इकाई उस वर्ग का क्षेत्रफल है, जिसकी हर भुजा की लम्बाई इकाई हो और आयतन (Volume) की इकाई

उस घन (Cube) का आयतन है, जिसकी हर भुजा इकाई लम्बाई की बनी हो।

वैज्ञानिक राशि नापने में प्रधानतः दो पद्धतियाँ इस्तेमाल की जाती है : एक अंगरेजी रीति या फुट-पौंड-सेकेंड पद्धति (Foot-Pound-Second System), और दूसरी फ्रांसीसी पद्धति या सेन्टीमीटर-ग्राम-सेकेंड पद्धति (Centimeter-gram-second system)। अंगरेजी रीति में लम्बाई और मात्रा की इकाई क्रमशः फुट और पौंड है तथा फ्रांसीसी रीति में वे क्रमशः सेन्टीमीटर और ग्राम है। दोनों रीतियों में समय की इकाई सेकेण्ड है।

अंगरेजी नाप में साधारणतः गज, फुट और इंच से नाप का काम लिया जाता है और फ्रांसीसी नाप में मीटर, सेन्टीमीटर और मिलीमीटर से। लंदन के 'बोर्ड ऑफ ट्रेड के आफिस' में एक पीतल की छड़ है, जिसमें दो रेखायें अंकित है। उन्हीं रेखाओं के बीच की दूरी को एक गज माना गया है। इसी तरह, पेरिस में एक प्लेटिनम की जड़ में किसी खास दूरी पर अंकित दो रेखाओं के बीच की दूरी को एक मीटर माना गया है। गज और मीटर के अपवर्त्तक (Sub-multiples) तथा अपवर्त्य (Multiples) निम्नलिखित है—

१२ इंच = १२″ = १ फुट = १′ (ft.)
३ फुट = १ गज (yd.)
२२० गज = १ फर्लांग
८ फर्लांग = १७६० गज = १ मील।
और, १० मिलीमीटर (mm.) = १ सेन्टीमीटर (cm.)।
१० सेन्टीमीटर = १ डेसीमीटर।
१० डेसीमीटर = १ मीटर।
१० मीटर = १ डेकामीटर।
१० डेकामीटर = १ हेक्टोमीटर।
१० हेक्टोमीटर = १ किलोमीटर।

इस तरह १०० सेन्टीमीटर (सें० मी०) = १ मीटर और १००० मिलीमीटर (मि० मी०) = १ मीटर

निम्नलिखित उपसर्गों (Prefixes) का, जिनका इस्तेमाल लम्बाई और मात्रा के नाप में होता है, मतलब यों है—

उपसर्ग (Prefixes)	माने (Meaning)
मिली (milli)	$\frac{1}{1000}$
सेन्टी (centi)	$\frac{1}{100}$
डेसी (deci	$\frac{1}{10}$
इकाई (unit)	१
डेका (deca)	१०
हेकटो (hecto)	१००
किलो (kilo)	१०००

अँगरेजी तथा मेट्रिक (फ्रांसीसी) नापों में सम्बन्ध :—

१ इंच = २·५४ सें० मी०

१ मीटर = ३९·३७ इंच

१ किलोमीटर = ०·६२१ मील ।

मात्रा (Mass) की इकाइयाँ :—अंगरेजी रीति में मात्रा की इकाई पौंड है जो एक प्लेटिनम के टुकड़े की मात्रा है और लंदन के एक्सचेकर के कार्यालय में रखी है । इसके अपवर्त्य और अपवर्तक इस प्रकार है—

१७ औंस (oz) = १ पौंड (lb.)

२८ पौंड = १ क्वार्टर (qr.)

४ क्वार्टर = १ हंड्रडवेट (Hundred-weight; cwt)

२० हंड्रडवेट (cwt.) = १ टन (T)

मेट्रिक प्रणाली में मात्रा की प्रामाणिक इकाई एक किलोग्राम (Kilogramme) है जो पेरिस में रखे हुए प्लेटिनम (Platinum) के एक टुकड़े की मात्रा है । इसके अपवर्तक इस प्रकार के है :—

१ मिलीग्राम (1 mgm) = ०·००१ ग्राम ।

१० मिलीग्राम = १ सेन्टीग्राम (= ०·०१ ग्राम) ।

१० सेन्टीग्राम = १ डेसीग्राम (०·१ ग्राम) ।

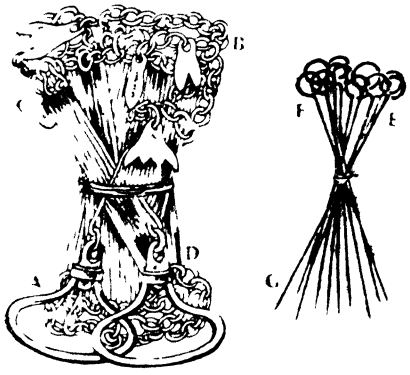
१० डेसीग्राम = १ ग्राम (gm.) ।

१० ग्राम = १ डेका ग्राम (D gm) = ।
१० डेकाग्राम = १ हेक्टोग्राम (H gm.) ।
१० हेक्टोग्राम = १ किलोग्राम (Kgm) = १००० ग्राम ।
१ पौंड = ४५३·५६ ग्राम ।

ऊपर के उपसर्गों का मतलब याद रखने से यह तालिका आसानी से समझ में आ जायगी ।

समय की इकाइयाँ (Units of time) :—समय की नाप दिन की लम्बाई से की जाती है और दिन की लम्बाई पृथ्वी के अक्ष भ्रमण पर निर्भर है । इसलिये समय की नाप भी पृथ्वी की दैनिक गति पर निर्भर है । दिन की नाप सूर्योदय से नहीं करते है क्योंकि सूर्योदय और सूर्यास्त का समय भिन्न-भिन्न मौसमों में भिन्न-भिन्न होता है । आज दोपहर से कल दोपहर के समय को एक सौर दिन (solar day) कहते हैं । एक सौर वर्ष (solar year) लगभग ३६५$\frac{1}{4}$ दिनों के बराबर होता है । एक वर्ष के सौर दिनों के औसत मान को मध्यमान सौर दिवस (mean solar day) कहते हैं । यह दिवस २४ घंटो का होता है । एक घंटा ६० मिनट मे और १ मिनट ६० सेकेंडो में विभाजित होता है । इसलिये एक मध्यमान सौर दिवस २४ × ६० × ६० = ८६,४०० सेकेंड के बराबर होता है । एक सेकेंड एक मध्यमान सौर दिवस का ८६,४०० वाँ भाग होता है ।

लम्बाई की नाप (Measurement of length) :—भिन्न-भिन्न वस्तुओं की लम्बाई नापने के लिये भिन्न-भिन्न उपकरण काम में लाये जाते हैं ।



चित्र १

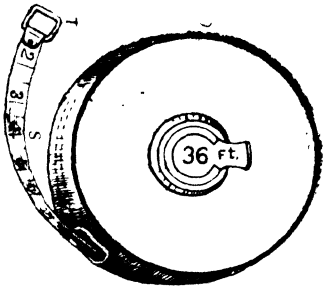
खेतों की लम्बाई चौड़ाई या टेढे-मेढे रास्ते नापने के लिये बांस की लग्गी, या चेन (Chain) या फीते (Tape) का प्रयोग अक्सर किया जाता है । सरल रेखा या किसी घन का किनारा, गोले का व्यास इत्यादि को नापने के लिये मीटर स्केल का प्रयोग करते है । यह स्केल सेन्टीमीटर और मिलीमीटर में विभाजित होता है । स्केल से लम्बाई नापते समय नीचे

लिखी बातों पर ध्यान रखना चाहिये :—

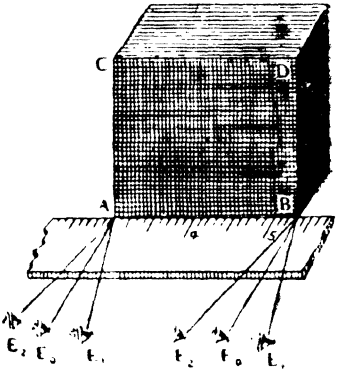
(१) अधिक दिनों तक इस्तेमाल करने से स्केल के सिरे घिस जाते हैं, इसलिये स्केल के सिरे से नाप शुरू नहीं करना चाहिये, बल्कि पहला चिह्न छोड़कर दूसरे चिह्न से नाप शुरू करना चाहिए।

(२) मीटर स्केल को नापनेवाली रेखा के ऊपर खड़ा करके रखना चाहिये जिससे स्केल के चिह्न रेखा से मिल जावें।

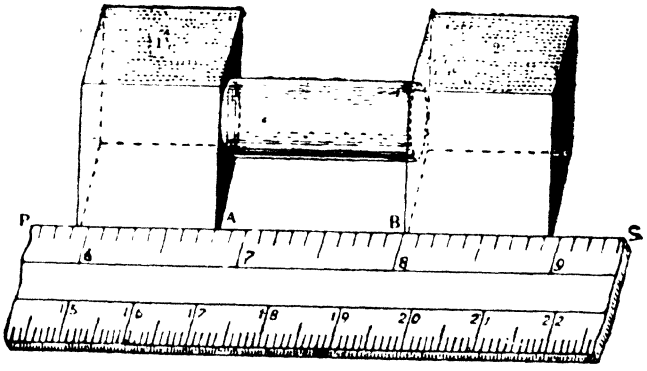
(३) चिह्न पढ़ते समय आँख चिह्न के ठीक सामने रखनी चाहिये, अर्थात् आँख को चिह्न से मिलानेवाली रेखा नापनेवाली रेखा या लम्बाई के लम्बरूप होनी चाहिये। आँखों को गलत स्थान पर रखने से चिह्न पढ़ने में अशुद्धि होती है जिसे भेदाभास-अशुद्धि (Parallax error) कहते हैं।



चित्र २

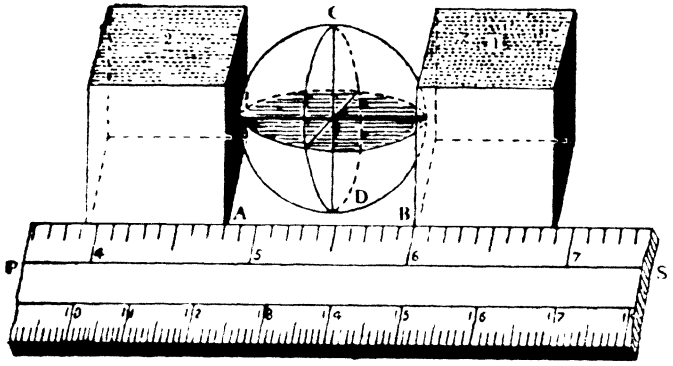


चित्र ३



चित्र ४

किसी बेलन (Cylinder) की लम्बाई या गोले (Sphere) का व्यास नापने के लिये दो लकड़ी के घन (cube) इस्तेमाल करते है जो बेलन या गोले के दोनों सिरे (ends) से सटे रहते हैं। घन के किनारों का पठन



चित्र ५

लेने से यथोचित लम्बाई या व्यास निकल आता है जैसा कि चित्र ४ और ५ में दिखलाया गया है।

नेत्रानुमान (Eye-estimation) :—कभी-कभी ऐसा होता है कि किसी सरल रेखा के दोनों या कोई एक छोर पैमाने के चिह्नों से ठीक नहीं मिलते बल्कि दो चिह्नों के बीच पड़ते हैं। स्केल के चिह्न से रेखा के छोर की दूरी

अन्दाज से लगाई जाती है। अपने प्रायोगिक फल को नीचे की तालिका के रूप में लिखना चाहिए—

पठन संख्या	बायीं ओर का पठन			दाहिनी ओर का पठन			अन्तर (लंबाई)	औसत
	स्केल चिह्न	नेत्र अनुमान	योग	स्केल चिह्न	नेत्र अनुमान	योग		
१.								
२.								
३.								
४.								
५.								
६.								
७.								
८.								
९.								
१०.								

किसी टेढ़ी रेखा की लम्बाई नापना :—टेढ़ी रेखा की लम्बाई किसी स्केल से नापी नहीं जा सकती। ऐसी लम्बाई नापने के लिए एक तागा लो और तागे के एक छोर को रेखा के एक सिरे पर निश्चित कर दो। तब तागे को उस रेखा के साथ साथ घुमाकर रेखा पर बिछाते हुए दूसरे सिरे तक ले आओ। रेखा के दूसरे सिरे पर तागे को चिह्नित कर दो। फिर धागे को हटाकर एक छोर से लगाये हुए चिह्न तक नाप लो। वही वक्र रेखा की लम्बाई होगी।

क्षेत्रफल की नाप
(Measurement of area)

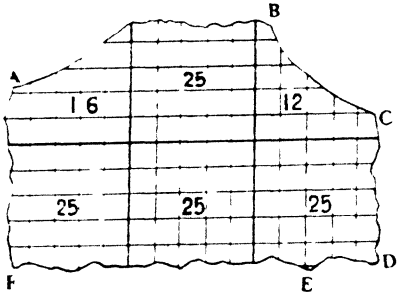
(अ) सम आकृतियों का क्षेत्रफल (Areas of regular figures) :—ऐसे क्षेत्रों का क्षेत्रफल ज्यामिति के सूत्रों से निकाला जा सकता है। इसके लिए दो रैखिक माप आवश्यक है, जैसे—

आयत का क्षेत्र = लम्बाई × चौड़ाई

त्रिभुज का क्षेत्र = $\frac{1}{2}$ × आधार × लम्ब ऊँचाई।

गोले की सतह का क्षेत्रफल = $4\pi r^2$ और बेलन की सतह का क्षेत्र = $2\pi r \times l$, यहाँ r त्रिज्या है और l बेलन की लम्बाई है।

(ब) वर्गाङ्कित कागज द्वारा (By squared paper) :—वर्गाङ्कित कागज पर आकृति का नकशा खींचो। आकृति की सीमा बतानेवाली रेखा कागज पर बने हुए छोटे-छोटे वर्गों से होकर गुजरती है। अब पूरे वर्गों की संख्या गिन लो। गिनते समय जो वर्ग सीमा के अन्दर आधा से ज्यादा हों उनको पूरा मान लो और आधे से कम वर्ग को छोड़ दो। जो वर्ग ठीक आधे हों, उन्हें पूरा वर्ग मान लो। दो वर्गों को मिलाकर एक वर्गाङ्कित कागज पर बने हुए छोटे-छोटे वर्ग का क्षेत्रफल मालूम रहने से पूरा क्षेत्रफल निकाला जा सकता है।



चित्र ६

तौलकर (By weighing) :—पतले कागज के टुकड़े या धातु की समरूप मोटाई के प्लेट का क्षेत्रफल तौलकर निकाला जा सकता है। यदि w वजन और d घनत्व है, तो $W = (A.t)d$, यहाँ t उसकी मुटाई और A क्षेत्रफल है ($A \times t$ उसका आयतन हुआ)। वस्तु की मोटाई और घनत्व मालूम रहने से तौलकर क्षेत्रफल निकाला जा सकता है।

आयतन की नाप
(Measurement of volume)

(अ) कोई वस्तु जितनी जगह (space) लेती है वह उस वस्तु का आयतन कहलाती है। नियमित वस्तुओं का आयतन उनकी लम्बाई, चौड़ाई ऊँचाई या मोटाई नापकर ज्यामिति के सूत्रों से निकाल लेते हैं। आयतन की इकाइयाँ निम्नलिखित हैं—

मेट्रिक तालिका

१००० घन मिलीमीटर = १ घन सेन्टीमीटर (घ० सें० मी०, c.c.)

१००० घन सेन्टीमीटर = १ घन डेसीमीटर (१ लिटर–litre)

१००० घन डेसीमीटर = १ घन मीटर।

बृटिश तालिका

१ घन फुट = $(१२)^३$ = १७२८ घन इञ्च (cu. in.)

१ घन गज = २७ घन फुट (cu. ft.)

एक लिटर पानी का वजन एक किलोग्राम होता है। एक ग्राम पानी का आयतन एक घन सेन्टीमीटर होता है। एक घनफुट पानी ६२·५ पौंड वजन में होता है और एक गैलन १० पौंड ठण्ढे पानी का आयतन है।

कुछ ठोस वस्तु का आयतन :—

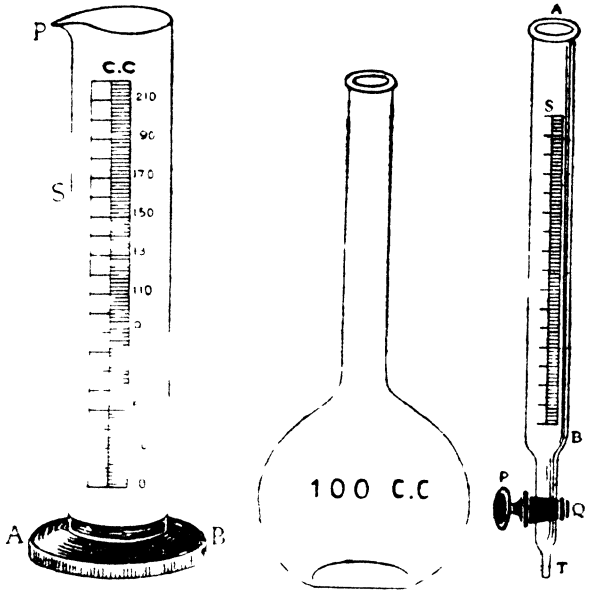
आयताकार ठोस का आयतन = लम्बाई × चौड़ाई × ऊँचाई
= आधार का क्षेत्र × ऊँचाई।

बेलन का आयतन = $\pi r^२ h$ (जहाँ $\pi r^२$ = आधार का क्षेत्र और h = ऊँचाई; r = त्रिज्या)।

पिरामिड या शंकु (cone) का आयतन = $\frac{१}{३}$ आधार का क्षेत्र × ऊँचाई।

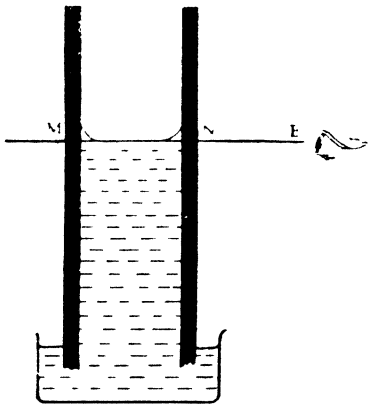
गोले (sphere) का आयतन = $\frac{४}{३}\pi r^३$ (जहाँ r गोले की त्रिज्या है)।

(ब) द्रव (liquid) का आयतन निकालना :—द्रवों का आयतन मापक बेलन (measuring cylinder), मापक फ्लास्क (measuring flask), ब्युरेट (Burette) या पिपेट (Pipette) के जरिये आसानी से नापे जाते हैं। मापक बेलन एक अंकित बेलनाकार बर्त्तन है, जिसका समावेश (capacity) निश्चित होता है। यह कई आकारों का होता है, जैसे—50 c.c., 100 c.c., 500 c.c., 1000 c.c. इत्यादि। इनके द्वारा क्रमशः ५०, १००, ५००, १००० घन सें० मी० (c.c.) आयतनवाले



चित्र ७ (अ) (ब (स)

द्रव मापे जा सकते है। द्रव को ऐसे अंकित बरतन मे डालकर द्रव की सतह का पठन ले लेते है। इससे मापे हुए आयतन काफी शुद्ध नही होते।



चित्र ८

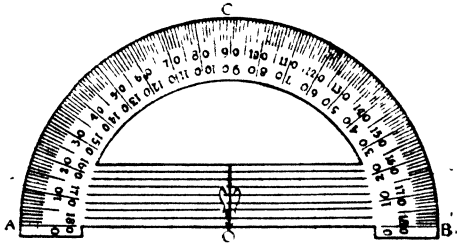
द्रव की सतह का पठन लेते समय ख्याल करने की जरूरत है कि द्रव का धरातल बिलकुल समतल नही होता। किसी द्रव के धरातल उभरे रहते है उन्हें उन्नतोदर धरातल कहते है, जैसे पारा का धरातल। किसी द्रव के धरातल नीचे धंसे रहते है जिन्हें नतोदर धरातल कहते है, जैसे पानी का धरातल जो चित्र में दिखलाया गया है। आँख को द्रव की निचली सतह M N की सीध में लाकर पठन घन इञ्च या घन से० मी० में लो। पठन लेने के पहले द्रव में वर्त्तमान बुलबुलो को कूंची से हटा दो।

(स) अनियमित ठोस का आयतन (Volume of irregular solids) :—

(१) पानी हटाकर (By displacement of water)—एक मापक-बेलन में थोड़ा पानी लो और पानी की सतह का पठन ऊपर बताये गये तरीके से लो। फिर बेलन में वस्तु को, जिसका आयतन निकालना है, धीरे से डाल दो जिसमे पानी के छींटें न निकलें। अब पानी के सतह का पठन लो और पहले पठन को इसमें से घटाने पर वस्तु का आयतन निकल जाता है। यदि ठोस पानी में डूबता नहीं हो, तो लकड़ी की कलम के एक सिरे पर पिन लगाकर उससे ठोस को ठेल दो और पानी के अन्दर पूरा डुबा दो। यदि ठोस पानी में घुलनेवाला हो, तो पानी को छोड़कर अलकोहल या मिट्टी का तेल या ऐसा कोई द्रव लो जिसमें वह घुले नहीं।

(२) तौल कर (By weighing) :—एक छोटे ठोस का आयतन, ठोस द्वारा हटाये हुए पानी का वज़न ठीक-ठीक मालूम कर निकाला जा सकता है। मान लो कि ठोस का हवा में वजन २५ ग्राम है और पानी में डूबे रहने पर वज़न १५ ग्राम, तो उसके भार में आभासी कमी = (२५—१५) = १० ग्राम और यह वज़न वस्तु द्वारा हटाये गये पानी का वज़न है। चूंकि १ ग्राम पानी = १ घन से० मी०, इसलिए १० ग्राम पानी = १० घन से० मी० और हटाये गये पानी का आयतन वस्तु के आयतन के बराबर है। इसलिये वस्तु का आयतन = १० घन से० मी०। इस तरीके से वस्तु का आयतन बहुत शुद्धि से निकाला जा सकता है।

कोण (Angle) :—कोण को कई रीतियों से नाप सकते हैं। अंगरेजी रीति में कोण की इकाई एक समकोण है। एक समकोण के $\frac{1}{90}$ भाग को एक अंश या डिग्री (degree) कहते हैं। एक अंश ६० मिनट और १ मिनट ६० सेकेंडों में विभाजित होते हैं। फ्रांसीसी रीति में १ समकोण १०० ग्रेड में बंटा है और १ ग्रेड १०० मिनट में तथा

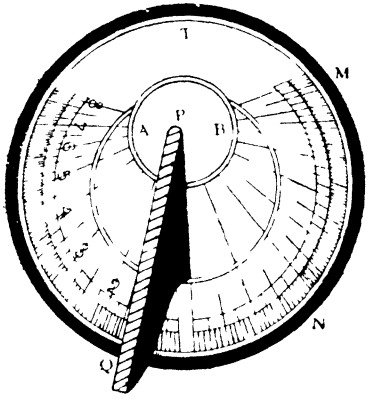


चित्र ६ (चाँद)

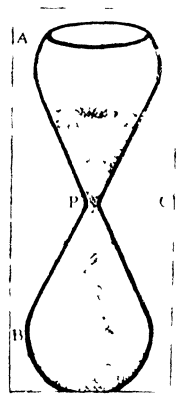
१ मिनट १०० सेकेंड में। वृत्तक प्रणाली (radian measure) में माप की इकाई एक रेडियन है। १ रेडियन = ५७° १७' ४५" और १८०° = π रेडियन (π = ३·१४१५९) किसी कोण को कोणमापक (Protractor) (चाँद) की सहायता से मापा जाता है।

मात्रा की नाप (Measurement of mass) :—किसी वस्तु की मात्रा साधारणतया साधारण तराजू (Common balance) और कमानीदार तराजू (spring balance) के द्वारा निकाली जाती है। इसके विषय में विस्तृत रूप से पीछे लिखा जायगा।

समय की नाप (Measurement of time)—प्राचीन काल मे जब घड़ियाँ नही थीं, बालू-घड़ी, जल-घड़ी या धूप-घड़ी से लोग समय का अनुमान करते थे। कोई भी विधि जो एक खास समय के बाद खुद दोहराई जाती है, समय नापने के काम में आ सकती है। धूप-घड़ी में एक क्षैतिज (horizontal) वृत्ताकार तख्ता होता है और धातु की एक छड़ी उत्तर-दक्षिण



चित्र १० (अ)



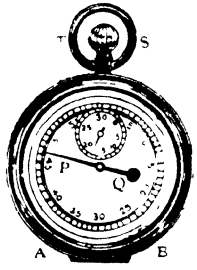
चित्र १० (ब

दिशा मे सीधी (vertical) जड़ी रहती है; जिसकी छाया वृत्ताकार तख्ते पर पड़ती है; जिसमें १ से १२ तक निशान अंकित रहते हैं। सूर्य की छाया जिस निशान पर पड़ती है, उससे समय का पता लगाया जाता है। धूप-घड़ी जब धूप निकलती है तभी काम आती है, रात या बदली में यह बेकार है।

सन् १५८३ ई० में प्रसिद्ध वैज्ञानिक गैलिलियो ने दोलक का आविष्कार किया। बाद में इसे दोलक-घड़ी बनाने के काम में लाया गया। दोलक (Pendulum) का दोलन-काल एक निश्चित संख्या है और दीवाल-घड़ी (clocks) को चाभी देने से उसको आवश्यक-शक्ति प्राप्त होती है। जेब-घड़ी या कलाई-घड़ी (watches) में दोलक की जगह एक बाल-कमानी (Hair spring) द्वारा संचारित एक चक्का (Balance wheel) होता है। घड़ी में चाभी दी हुई कमानी से चक्का डोलता है और घड़ी चलती है।

सभी घड़ियाँ बहुत क्षुद्धि तक समय नहीं देतीं। वैज्ञानिक कार्यों में विशेष शुद्धि के लिये एक खास प्रकार की घड़ी इस्तेमाल होती है, जिसे **क्रोनोमीटर** (Chronometer) कहते हैं। मामूली घड़ी या दीवाल-घड़ी को इससे मिलाकर नियमित करते हैं और काम में लाते हैं।

जब किसी घटना या दो घटनाओं के बीच अल्प अवकाश मालूम करना होता है तो विराम-घड़ी (stop watch) या विराम-घटिका (stop-clock) का प्रयोग करते हैं।



चित्र ११

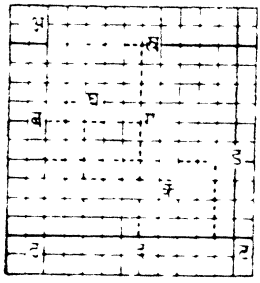
लेखाचित्र और इसके उपयोग (Graphs and its uses) :—भौतिक नाप-जोख में अक्सर ऐसा होता है कि एक राशि दूसरी राशि पर आश्रित रहती है और उनके सम्बन्ध को खाका या लेखाचित्र खींचकर दर्शाते हैं। एक विशेष प्रकार का कागज होता है जिसे वर्गांकित कागज (Graph paper) कहते हैं जिसमें छोटे-छोटे वर्ग बने रहते हैं। दो सरल रेखाओं को **अक्ष** (Axis) मान लेते हैं, जिनमें पड़ी रेखा को भुज और खड़ी रेखा को कोटि कहते हैं। ये रेखायें जिस बिन्दु पर मिलती हैं उसे **मूल-बिन्दु** (origin) कहते हैं।

लेखा चित्र खींचने की विधि—वर्गांकित कागज पर सर्वप्रथम मूल बिन्दु का स्थान निर्धारित करो। यह स्थान साधारणतया सबसे निचला बायाँ कोना होता है। वहाँ से दो सरल रेखाएँ खींचो, जो एक दूसरे पर लम्ब हों; पड़ी रेखा को x अक्ष (Abscissa, भुज) और खड़ी रेखा को y अक्ष (Ordinate, कोटि) मानो। यदि किसी बिन्दु अ की दूरी भुज पर ४ इकाइयाँ और कोटि पर ७ इकाइयाँ हों, तो उन दूरियों को—अ (४,७) लिखते हैं।

उदाहरण :—नीचे दिये हुए विन्दुओं को स्थानांकित (Plot) करो—

क (७,३); ख (५,१०); ग (५,६) ; घ (२,७); ङ (९,४)।

एक छोटे वर्ग की भुजा को इकाई मान लो। ग्राफ कागज पर बाईं ओर नीचे कोने में एक ठ बिन्दु मान लो तथा वहाँ से ठ ट और ठ ड दो सरल रेखाएँ एक दूसरे पर लंब खीचो, जो क्रमशः भुज और कोटि रेखा हुई।



चित्र १२

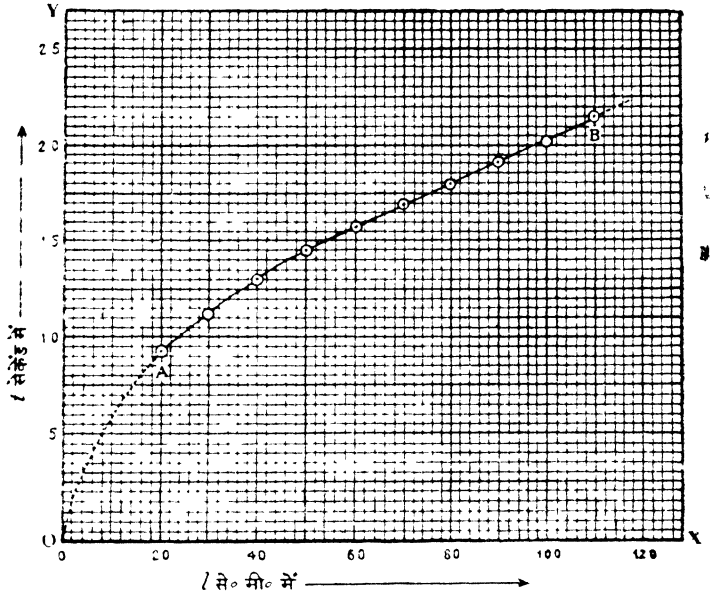
अब ग विन्दु को स्थानांकित करने के लिये मूल विन्दु ठ से ठ ट रेखा पर ५ घर दाहिनी ओर गिनने पर द विन्दु आता है। फिर ठ विन्दु से ठ ड रेखा पर ऊपर की ओर ६ छोटे वर्ग गिनने पर ब विन्दु आता है। इन दोनो विन्दुओं (द और ब से) क्रमशः ठ ट और ठ ड रेखा पर लम्ब डालो जो ग विन्दु पर मिलते है। इसी तरह, क, ख, घ···विन्दुओं को स्थानांकित किया जा सकता है।

उदाहरण :—दोलक (Pendulum) का दोलन-काल t उसकी लंबाई l पर निर्भर करता है। नीचे दोलक की भिन्न-भिन्न लम्बाइयों पर दोलन-काल दिया हुआ है, इस सम्बन्ध को खाका खीचकर दिखाओ।

लम्बाई l (सें० मी०)	२०	३०	४०	५०	६०	७०	८०	९०	१००	११०
दोलन काल t (सें० मी०)	०.९१	१.१२	१.२६	१.४३	१.५४	१.६८	१.७८	१.९१	२.०५	२.१२

x अक्ष पर (क्षैतिज रेखा) 'l' लो और y अक्ष पर (उदग्र रेखा) पर 't' लो और मान लो कि क, ख, ग····विन्दु क्रमशः (२०,०·९१), (३०, १.१२), (४०,१.२६) है और उन्हें जैसा पहले बताया गया है, स्थानांकित करो।

इन विन्दुओं को एक छोटे वृत (Circle) से घेर दो। फिर, इन विन्दुओं को पतली पेंसिल से मिलाओ और लेखाचित्र तैयार हो जायगा। इसी तरह, यदि किसी स्थान का तापक्रम समय के अनुसार निम्नलिखित तरह से बदलता है

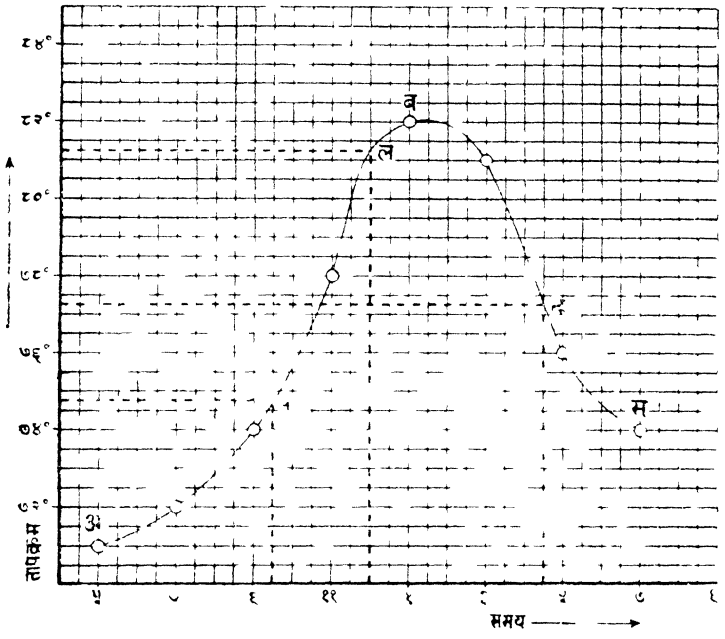


चित्र १३

तो उसका ग्राफ खींचने पर वैसी रेखा (Curve) होगी, जो चित्र १४ में दिखलायी गयी है।

समय	५ बजे प्रात:	७ बजे	९ बजे	११ बजे	१ बजे	३ बजे	५ बजे	७ बजे संध्या
तापक्रम	७१.०१°	७२.०२°	७४.०१°	७८.०°	८२.०१°	८१.०२°	७६.०°	७२.०१°

लेखाचित्र की मदद से बताओ कि १० बजे और ६½ बजे संध्या समय उस स्थान का तापक्रम क्या होगा तथा यह भी बताओ कि उस स्थान पर



चित्र १४

तापक्रम ७२·५° कब होगा ?

अभ्यास (Exercises)

१. नापने की कौन-सी दो पद्धतियाँ हैं ? उनमें से कौन-सी पद्धति सुविधाजनक है और क्यों ?

1. What are the two systems of measurement ? Which of them is more convenient and why ?

२. मूल-इकाई और व्युत्पन्न-इकाई से क्या समझते हो ?

2. What do you understand by fundamental and derived units ?

३. अनियमित आकारवाले पिंड का आयतन तुम कैसे निकालोगे ?

3. How will you find the volume of a solid of irregular shape ?

४. नेत्र अनुमान और भेदाभास-अशुद्धि से क्या समझते हो ?

4. What do you understand by 'Eye-estimation' and 'Parallax-error' ?

५. एक इञ्च में कितने सें० मी० होते हैं, यह तुम कैसे पता लगाओगे ?

5. How will you find out the number of centimetres contained in an inch ?

६. कागज पर खिची हुई एक अनियमित आकृति का क्षेत्रफल कैसे निकालोगे ?

6. How will you find out the area of an irregular figure drawn on a piece of paper ?

७. एक गोले की सतह का क्षेत्रफल ६१६ वर्ग सें० मी० है। उसकी त्रिज्या निकालो। [उत्तर, ७ सें० मी०]।

7. The area of the surface of a sphere is 616 sq. cm. Find out its radius. [Ans : 7cm.]

८. बेलनाकार गैस मापक यंत्र में, जिसकी ऊँचाई ७५ फु० और त्रिज्या ७५ फु० है, गैस की मात्रा घनफुट में निकालो। [उत्तर, १३२५८९२·८५]

8 Calculate the quantity of gas in cubic feet contained in a cylindrical gasometer having a height of 75 ft. and radius 75 ft. [Ans : 1325892·85]

९. पृथ्वी को गोल मान कर और उसकी त्रिज्या ४००० मील मानकर उसका क्षेत्रफल वर्गमील में निकालो। [उत्तर, २०११४ × १०^८ व० मील।]

9. Assuming the earth to be a sphere, calculate its area in square miles, taking its radius to be 4000 miles, [Ans : 2·0114 × 10^8 sq. miles.]

१०. किसी वक्र रेखा की लम्बाई कैसे मालूम करोगे ?

10. How will you determine the length of a curved line.

११. किसी स्थान के तापक्रम नीचे दिये जाते हैं। उनका लेखा-चित्र खींचो और लेख द्वारा १० बजे दिन का तापक्रम और ४६°C तापक्रम का समय बताओ।

11. The temperature of a place are given below. Draw a graph and find out the temperature at 10 a m. and the time when the temperature is 46C°

समय	७ बजे दिन	९ बजे	११ बजे	१ बजे	३ बजे	५ बजे सं०
तापक्रम	३०. C	४०°	४२	४७	४८	३८°

१२. किसी स्थान की वर्षा इञ्चों में दी हुई है। इसका लेखाचित्र खींचो।

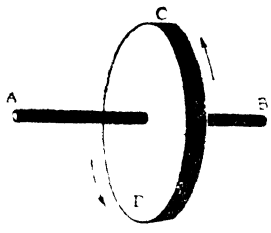
12. The rainfall of a place is given in inches. Draw the graph.

महीना	ज०	फ०	मा०	अ०	म०	जू०	जु०	अ०	सि०	अ०	न०	दि०
वर्षा	२.७	२.५	१.४	५०	५६	१०.४	८.०	६.५	३.०	६ ४	२.८	१.३

दूसरा अध्याय

गति विज्ञान (Dynamics)

गतिशील वस्तु :—कोई वस्तु या तो विराम अवस्था में रहती है या गतिशील रहती है। जब समय बदलने के साथ वस्तु का स्थानान्तर (displacement) होता है तो वह गतिशील होती है। जब वस्तु किसी निश्चित विन्दु या धुरी पर घूमती है तो उसकी गति परिभ्रमण-गति (rotatory motion) कहलाती है, जैसे नाचता हुआ लट्टू या पहिया। गतिमान वस्तु का एक सेकेंड में जो स्थानान्तर होता है, उसे उस वस्तु का वेग या गति (velocity) कहते है। वेग समान (uniform) या परिवर्त्तनशील (variable) हो सकता है। वेग का औसत मान (average value) वस्तु द्वारा तय की हुई दूरी को उसमें लगे हुए समय से भाग देकर निकाला जाता है। एक सीधी रेखा में जाते हुए किसी पिंड का वेग स्थानान्तरीय वेग (Translatory velocity) कहलाता है।



चित्र १५

चाल और वेग (Speed and velocity) :—एक सेकेंड में कोई वस्तु जितनी दूर जाती है, वह वस्तु की चाल कहलाती है। चाल की कोई खास दिशा नहीं होती। एक सेकेंड में किसी खास दिशा में गई हुई दूरी को वेग कहते हैं, या यों कहिये कि दिशायुक्त चाल को वेग कहते हैं। कोई वस्तु वृत्ताकार पथ में २ मील प्रति घंटे की चाल से चले, तो उसकी चाल बराबर २ मील प्रति घंटे रहती है और दिशा सदा बदलती रहती है, इसीलिए गति

भी बदलती रहती है। गति के मान या दिशा या दोनों में परिवर्त्तन होने से गति परिवर्त्तनशील कही जाती है।

आपेक्षिक गति (Relative velocity) :—किसी वस्तु A के वेग की अपेक्षा दूसरी वस्तु B का जो वेग होता है उसे दूसरी वस्तु B का आपेक्षिक वेग कहते हैं। विश्व में कोई भी वस्तु परम विश्राम या परम गति (Absolute rest or absolute motion) में नहीं है। असल में निरपेक्ष वेग (absolute velocity) का कोई भी उदाहरण नहीं मिलता, क्योंकि कोई वस्तु परम विश्राम में नहीं मिलती जिसकी अपेक्षा वस्तुओं के वेग की गणना की जा सके। **हर गति आपेक्षिक है।**

हम जानते हैं कि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर चक्कर काटती है, लेकिन सूर्य भी स्थिर नहीं, वह आकाश मे किसी विन्दु के चारों ओर घूम रहा है। वह विन्दु भी असल में स्थिर नहीं, इसलिए सब वेग आपेक्षिक हैं।

मान लो कि एक व्यक्ति रेलगाडी मे बैठा है और रेल चल रही है। रेलगाड़ी की अपेक्षा वह व्यक्ति **विराम अवस्था** में है, यानी रेलगाड़ी की अपेक्षा व्यक्ति की गति शून्य है। लेकिन जमीन या जमीन पर स्थिर घर आदि की अपेक्षा वह व्यक्ति गतिशील है और उसकी गति वही है जो रेलगाड़ी की है।

मान लो कि दो आदमी दो अलग-अलग सवारियों पर बैठे हैं। यदि दोनों सवारियाँ क्रमशः वेग u और v से एक ही दिशा में जाती हों तो उनका आपेक्षिक वेग $u-v$ होगा और यदि विपरीत दिशा में जाती हों, तो $u+v$ होगा। यदि वे समान गति से एक ही दिशा में जाती हों, तो उन दोनों आदमियों को ऐसा मालूम पड़ेगा कि वे एक दूसरे की अपेक्षा स्थिर हैं और यदि सवारियाँ विपरीत दिशा में जाती हों तो वे वास्तविक वेग के दूने वेग से जाती हुई मालूम पड़ेंगी।

दैनिक जीवन में आपेक्षिक गति के बहुत उदाहरण मिलते हैं। जब कोई आदमी नाव पर पूरब की ओर जा रहा है और हवा उत्तर से दक्षिण की तरफ बह रही है तो नाव पर के आदमी को हवा उत्तर-पूरब से आती हुई मालूम पड़ेगी।

वर्षा होते समय जब कोई आदमी खड़ा रहता है तो पानी की बूँदें सीधे नीचे की ओर गिरती हैं, इसलिए वह छाते को सीधा रखता है। लेकिन जब आदमी चलता है या दौडता है, तो बूँदें तिरछी गिरती हुई मालूम पड़ती हैं, इसलिए वह छाते का झुकाकर अपने को भीगने से बचाता है। जब बूंदें उद्ग (Vertical) दिशा मे नीचे गिरती हैं, तो उनके वेग की दिशा दौड़ते हुए



चित्र १६ (अ)



चित्र १६ (ब)

आदमी की अपेक्षा उद्ग नही रहती, बल्कि तिरछी हो जाती है। [चित्र १६ (अ), (ब)]।

वेगवृद्धि तथा वेगह्रास (Acceleration and Retardation) : किसी वस्तु के वेग मे एक सेकेण्ड मे जो वृद्धि होती है, उसे वेगवृद्धि कहते हैं, प्रति सेकेण्ड जो वेग मे कमी होती है, उसे वेगह्रास कहते हैं। जब कोई रेलगाड़ी किसी स्टेशन से चलना शुरू करती है तो वह विराम (rest) से चलती है और धीरे-धीरे उसका वेग बढता जाता है और थोड़ी देर मे पूर्ण वेग प्राप्त कर वह समान गति (uniform velocity) से चलती है। यदि वेग में हर सेकेण्ड समान वृद्धि होती है, तो उस वेगवृद्धि को समान वेगवृद्धि (uniform acceleration) कहते हैं, अन्यथा वह असमान होती है। वेगह्रास के साथ

भी यही बात है। जब रेलगाड़ी स्टेशन के पास आती है, तो वह धीमी होने लगती है और उसका वेगह्रास होने लगता है।

गति के समीकरण (Equations of motion):—मान लो कि कोई वस्तु u वेग से चलना शुरू करती है तथा उसकी समरूप वेगवृद्धि f है। t सेकेण्ड बाद उसका वेग v हो जाता है, तो $v = u + ft$ ···(१), क्योंकि t से० में ft वेग में वृद्धि हुई। (एक से० में वेग में वृद्धि=f), इसलिए आरम्भिक वेग u से बढ़कर आखिर में $u + ft$ हो गया। यदि t सेकेण्ड बाद वस्तु द्वारा तय की हुई दूरी s हो तो, $s = ut + \frac{1}{2}ft^2$ ···(२) और $v^2 = u^2 + 2fs$···(३)।

यदि वस्तु विराम से चलना शुरू करे तो आरम्भिक वेग शून्य होता है, $u = o$, और ऊपर के तीनों समीकरण यों हो जा जाते हैं, $v = ft$ ····(१अ) $s = \frac{1}{2}ft^2$ ····(२ अ), तथा $v^2 = 2fs$ ····(३ अ)।

ये समीकरण बड़े ही लाभदायक हैं। इनके सबूत इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर है।

न्यूटन के गति के नियम (Newton's laws of motion)

(१) पहला नियम (First law) :—हर वस्तु अपनी विराम की दिशा में या एक सरल रेखा में, समरूप गति की अवस्था में तबतक वर्त्तमान रहती है, जबतक कोई बाहरी लगाया हुआ बल उसे अपनी हालत बदलने को मजबूर न करे।

(२) दूसरा नियम (Second law) :—आवेग (momentum) में परिवर्त्तन की दर लगाये हुए बल के समानुपाती होती है और परिवर्त्तन उसी दिशा में होता है, जिस दिशा में बल लगता है।

(३) तीसरा नियम (Third law) :—प्रत्येक क्रिया (action) की समान और प्रतिकूल प्रतिक्रिया (Reaction) होती है।

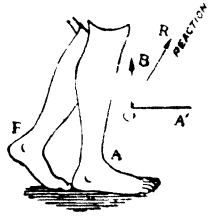
बल (Force) :—पहले नियम से बल की परिभाषा मिलती है। बल उसे कहते हैं जो वस्तु की स्थिरता या गति की अवस्थाओं को बदलता है, या बदलने की चेष्टा करता है।

हमारे दैनिक जीवन में विराम-जड़ता (Inertia of rest) के बहुत-से उदाहरण मिलते हैं। यदि एक आदमी घोड़ा गाड़ी में बैठा है, तो घोड़े के अचानक चलने से आदमी पीछे की ओर झुक कर गिर जाता है। इसका कारण यह है कि शरीर का निचला भाग घोड़ागाड़ी के सम्पर्क में रहता है और उसके साथ आगे की ओर चलता है, परन्तु शरीर का ऊपरी भाग विराम अवस्था में रहने की कोशिश करता है। इसी तरह, विराम-जड़ता के कारण गाडी एक-ब-एक खड़ी करने से आदमी आगे की ओर गिर पड़ता है। यदि तेजी से दौड़ता हुआ घोड़ा एकदम रुक जाता है, तो सवार घोड़े के सिर के ऊपर से फेंका जाता है। इसी तरह, चलती हुई रेलगाड़ी से उतरते समय आदमी आगे की तरफ फेंका जाता है। कारण यह है कि गत्यात्मक-जड़ता (Inertia of Motion) की वजह से मनुष्य का ऊपरी भाग पहली गति से आगे की ओर बढ़ता है और निचला भाग अचानक रुक जाता है। इसीलिए, आदमी आगे की ओर गिर पड़ता है।

गति के दूसरे नियम से यह साबित किया जा सकता है कि यदि किसी वस्तु पर किसी बल के कार्य करने से f वेग वृद्धि उत्पन्न हो तो क्रियात्मक बल $P = m \times f$, जिसमें m वस्तु की मात्रा है। सेन्टीमीटर ग्राम पद्धति में बल की इकाई को डाइन कहते है और फुट-पौंड पद्धति में पौंडल।

न्यूटन के तीसरे नियम के उदाहरण हमारे दैनिक जीवन में बहुत मिलते है। जब बन्दूक दागी जाती है, तो बन्दूक छोड़नेवाले को पीछे की ओर धक्का मालूम पड़ता है। गोली का आवेग और बन्दूक का आवेग बराबर और प्रतिकूल होते है।

इसी तरह, जब आदमी चलता है तो जमीन को पीछे की ओर ठेलता है और जमीन की प्रतिक्रिया होती है जिसके कारण वह आगे चलता है। चिकनी जमीन पर चलना मुश्किल होता है, क्योंकि ऐसी जमीन पर पैर का काफी दबाव नहीं पड़ सकता।



चित्र १७



इसी तरह, नाविक नाव चलाने के लिये बाँस को जमीन पर दाब कर ठेलता है। बाँस की लग्गी जमीन को दबाती है और प्रतिक्रिया उत्पन्न करती है, जिसके कारण नाव पानी पर आगे बढ़ती जाती है।

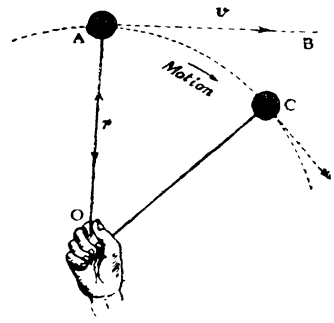
चित्र १८

वृत्ताकार गति (Circular motion) :—जब एक चक्की चलती है, चक्की की सतह का हर एक बिन्दु एक-एक सकेन्द्रीय (Concentric) वृत्त में घूमता है। जितने समय में चक्की एक पूरा चक्कर काटती है, उतने ही समय में चक्की की सतह का हर एक बिन्दु अपने वृत्ताकार पथ में एक बार भ्रमण कर आता है। हर एक बिन्दु एक ही कौणिक गति (angular velocity) से घूमता है लेकिन रैखिक गति (linear velocity) केन्द्र से दूरवाले बिन्दु की अधिक और समीपवाले बिन्दु की कम होती है। कौणिक वेग $w = \frac{v}{r}$, जब v बिन्दु की रैखिक गति और r वृत्त की त्रिज्या है। चूंकि $v = w \times r$, दूरवाले बिन्दुओं की त्रिज्या r ज्यादे है, अतः उनकी रैखिक गति भी बढ़ती जाती है जैसे-जैसे त्रिज्या r ज्यादा होती जाती है।

केन्द्राभिगामी और केन्द्रापसारी बल (Centripetal and Centrifugal Forces) :—जब m मात्रा की कोई वस्तु समरूप वेग v से r त्रिज्यावाले वृत्त पर चले, तो वेग वृद्धि हमेशा वृत्ताकार रास्ते के केन्द्र की ओर होगी और उसका मान $\frac{v^2}{r}$ होगा। चूंकि बल = मात्रा × वेग-वृद्धि, इसलिये एक बल $m\frac{v^2}{r}$ वस्तु पर बराबर केन्द्र की ओर लगा हुआ है,

जो वस्तु को वृत्त में चलने के लिये बाध्य करता है। यह बल केन्द्राभिगामी बल कहलाता है। न्यूटन की गति के तीसरे नियम के अनुसार इस बल के बराबर और विपरीत प्रतिक्रिया होती है, जिसे केन्द्रापसारी बल कहते है।

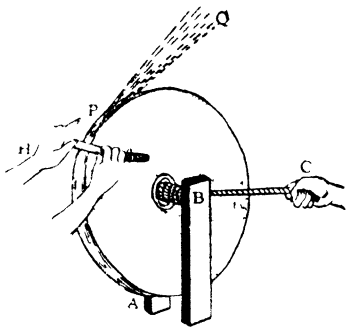
उदाहरणार्थ एक लोहे की गोली लो और उसे एक तागे में बाँध कर तागे के दूसरे सिरे को हाथ से पकड़कर तेजी से नचाओ। ऐसा करने पर तुम्हें मालूम होगा कि गोली पर तागा द्वारा एक खिचाव बल लगाना पड़ता है और इसी बल के लगाने से वस्तु वृत्ताकार रास्ते में घूमती है। यह बल सदा केन्द्र की ओर क्रियात्मक होता है और तागे का तनाव $= m\frac{v^2}{r}$ (चित्र १९)।



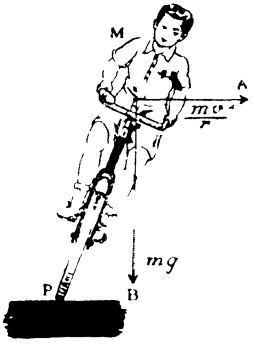
चित्र १९

यदि गोली घुमाते समय तागा छूट जाय या टूट जाय तो वस्तु वृत्त की स्पर्शीय दिशा में (along the tangent) उड़ती है, न कि केन्द्र से त्रिज्या की ओर। तागा छूट जाने से केन्द्राभिगामी बल खतम हो जाता है और उसकी प्रतिक्रिया (केन्द्रापसारी बल) भी गायब हो जाती है। गोली की गति जड़ता (Inertia) के कारण रहती है और वह उसी दिशा में चल पड़ती है जिस दिशा में (यानी स्पर्श रेखा की दिशा में) वह उस समय चल रही थी।

चाकू आदि पर सान चढ़ाते समय यह देखा जाता है कि सान चढ़ानेवाले पहिये की परिधि से स्फुलिंग उत्पन्न होते रहते है और वे पहिये के परिवृत्त की स्पर्श-रेखा में फेंकाते रहते हैं, जैसा कि नीचे के चित्र २० में दिखलाया गया है।



चित्र २०



चित्र २१

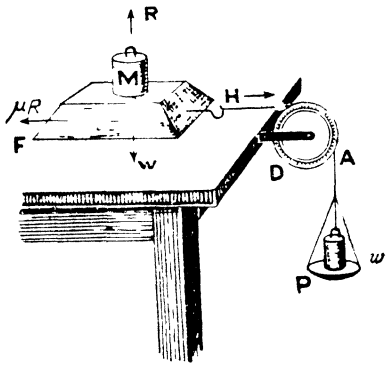
इसी तरह साइकिल चलाते समय साइकिल-सवार जब किसी वक्र रास्ते पर घुमाव लेता है, तब वह स्वयं अपना बदन वक्र पथ के केन्द्र की ओर झुका लेता है (चित्र २१ में देखा)। इसी तरह मोटर दौड़ाने के लिये वक्र रास्ता ऐसा बनाया रहता है कि उसका ढलाव अन्दर की ओर रहता है। जब रेल की पटरी वृत्ताकार या टेढ़े रास्ते पर बिछाई जाती है तो बाहर की पटरी अन्दर की पटरी से कुछ ऊँचाई पर बिछाई जाती है, ताकि उस पर चलती हुई रेलगाड़ी अन्दर की ओर उदग्र दिशा से झुकी रहती है और केन्द्रापसारी बल के चलते बाहर फेंका नहीं जाती। इसी तरह पानी से भरी हुई बालटी को बिना पानी गिराये उदग्र वृत्त (vertical circle) में जल्दी-जल्दी घुमाया जा सकता है। जब बालटी उल्टी होती है, तो बालटी और पानी के भार को केन्द्रापसारी बल सम्हाले रहता है। इसी बल के चलते पृथ्वी चपटी हुई। पुराने जमाने में पृथ्वी पिघले हुए द्रव्य के रूप में थी। पृथ्वी को अपनी कील पर घूमने से केन्द्रापसारी बल पैदा होता है। यह बल भूमध्य रेखा पर अधिक और ध्रुवों की ओर कम होता है, चूँकि भूमध्य रेखा पर किसी वस्तु की रैखिक गति ज्यादे होती है और ध्रुवों की तरफ कम होती जाती है। इसलिए पृथ्वी भूमध्य रेखा पर फैल गई और ध्रुवों पर चिपटी हो गई।

घर्षण (Friction)

जब कोई वस्तु दूसरी पर फिसलती है, या फिसलने की प्रवृत्ति रखती है, तब उसके वेग में रुकावट (Resistance) पैदा होती है। इसका कारण

यह है कि किसी ठोस का समतल बिलकुल चिकना नहीं होता है। यदि दो वस्तुएँ एक दूसरे को स्पर्श करें और एक वस्तु दूसरी पर फिसले, तो उनको दोनों तलों के बीच गति में जो प्रतिरोधक बल पैदा होता है उसे **घर्षण-बल** (Force of Friction) कहते हैं। संसार में कोई भी वस्तु पूर्णतः चिकनी नहीं है। इसलिए दो गतिमान स्पर्शीय तलों के बीच घर्षण बल अवश्य ही मौजूद रहता है।

एक मेज पर एक लकड़ी का टुकड़ा लो। खिसकनेवाले टुकड़े को एक तागे से बाँधो और तागे को टेबुल के सिरे पर लगी हुई घिरनी के ऊपर ले जाओ और तराजू के एक पलड़े में बाँध दो, जैसा कि चित्र २२ में दिखाया गया है। पलड़े पर वजन रखते जाओ जब तक टुकड़ा चलने न लगे। फिसलनेवाली हालत आने पर मेज को थोड़ा टपटपाना होगा। पलड़े पर रखा हुआ वजन घर्षण बल का द्योतक है। इसे चरम-(Limiting Friction) कहते हैं। फिसलने की अवस्था में जो घर्षण बल कार्य करता है उसे विसर्पी घर्षण (Sliding Friction) कहते हैं। वस्तुओं का जमीन पर या किसी सतह पर खींचना इस बल के उदाहरण हैं।



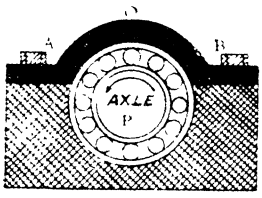
चित्र २२

जब कोई ठोस दूसरे के उपर लुढ़कता है या लुढ़कने की कोशिश करता है, तो लुण्ठन घर्षण (Rolling Friction) का बल कार्य करता है, जैसे, लुढ़कती हुई गोली या गाड़ी का चक्का, घूमती हुई घिरनी पर रस्सी, मैदान में लुढ़कती गेंद आदि।

जब वस्तुयें विराम-अवस्था में हों तो उनके बीच जो घर्षण-बल कार्य करता है उसे अचल घर्षण-बल (Static Friction) कहते हैं और जब वे गतिशील रहती हैं तो उनके बीच चल-घर्षण (Dynamic Friction) कार्य करता है।

घर्षण हमारे दैनिक जीवन में बहुत काम करता है। इसके बिना हम चल नहीं सकते। फिसली जमीन पर, जिसमें घर्षण कम रहता है, चलना मुश्किल हो जाता है। इसके बिना हम न पेड़ आदि पर चढ़ सकते हैं न रस्सी को ही बाँध सकते हैं। बहुत जगह चढ़ाव जमीन पर घर्षण बढ़ाने के लिये बालू फेंके जाते हैं और मोटर या साइकिल की बाहरी सतह पर टेढ़े-मेढ़े काट बने रहते हैं। इससे घर्षण बढ़ जाता है और चलने में आसानी होती है।

रगड़ (घर्षण) से नुकसान भी होता है। इसके कारण मशीनों की बहुत शक्ति बरबाद हो जाती है क्योंकि रगड से गर्मी उत्पन्न होती है और कोई लाभदायक कार्य नहीं होता। इसीलिए उनमें घर्षण कम करने के लिये उपस्नेह या चिकनाई (Lubrication) इस्तेमाल करते हैं। तेल, वेसलिन आदि उपस्नेह का काम करते हैं। घर्षण कम करने के लिये साइकिल के हब में या बिजली के पंखे में बॉलबेयरिंग लगा रहता है। बॉल-बेयरिंग (Ball-bearings) में गोलियों और धुरियों के बीच चिकना करनेवाला तेल (Lubricating oil) लगा रहता है। घर्षण को कम करने के लिये ही तराजू में असि-कोर (Knife-Edge) और घड़ियों में रत्न केन्द्र (Jewel Centres) लगे रहते हैं।



चित्र २१

अभ्यास

१. **न्यूटन के गति के नियम क्या हैं, उन्हें समझाओ।**

1. State and explain Newton's laws of motion.

२. **"परम गति" और "आपेक्षिक गति" पदों को समझाओ। इनमें से कौन मनुष्य के लिये विशेष महत्व का है और क्यों ?**

2. Explain the terms "absolute motion" and "relative motion". Which of them is more important to man and why ?

३. **चाल और वेग में भेद बताओ। "कौणिक वेग क्या है ?**

3. Distinguish between speed and velocity. What is the angular velocity ?

४. एक आदमी ५ मील प्रति घंटे की चाल से स्थिर जल में तैर सकता है यदि धारा का वेग ४ मील प्रति घंटे हो, तो आदमी का वेग धारा के अनुकूल या प्रतिकूल दिशा में तैरने से क्या होगा ?

4. A man can swim at the rate of 5 miles per hour in calm water. If the speed of the current be 4 miles per hour, what will be the speed of the man when swimming along and against the current.

५. न्यूटन के तीसरे नियम को उदाहरण देकर समझाओ।

5. Explain, with examples, Newton's third law of motion.

६. गति का दूसरा नियम क्या है ? इसके आधार पर बल की परिभाषा बताओ।

6. What is second law of motion ? What is the definition of force on the basis of this law.

७. केन्द्राभिगामी और केन्द्रापसारी बल क्या हैं ? उन्हें उदाहरण देकर समझाओ।

7. What are centrifugal and centripetal forces ? Explain them with examples.

८. घर्षण क्या है ? इसे कम करना क्यों जरूरी है ? हमारे दैनिक जीवन में घर्षण का क्या महत्व है ?

8. What is friction ? Why it is necessary to minimise it ? What is the importance of friction in our daily life ?

९. एक साइकिल-सवार जब तेज चाल से वृत्ताकार रास्ते में जा रहा हो तो अपना साम्य बनाये रखने के लिये वह अन्दर क्यों झुक जाता है ?

9. Why must a cyclist lean inwards to keep his balance when he is going round a circular path at high speed ?

तीसरा अध्याय

गुरुत्वाकर्षण और गुरुत्व
(Gravitation and Gravity)

प्रकृति में हरएक वस्तु दूसरी वस्तु को आकर्षित करती है। दो वस्तुओं के बीच का आकर्षण-बल उनकी मात्राओं के समानुपाती (proportional) और उनके बीच की दूरी के वर्ग के उत्क्रमानुपाती (Inversely proportional) होता है। यदि दो पदार्थों की मात्राएं m_1 और m_2 हो और उनके बीच की दूरी d हो, तो आकर्षण-बल F जो एक पदार्थ दूसरे पर डालता है, निम्नलिखित है—

$$F = \frac{G m_1 m_2}{d^2},$$

G एक नियतांक है जिसे गुरुत्वाकर्षण नियतांक कहते हैं। इसका मान ग्राम-सेंटीमीटर सेकेंड इकाई मे $६·६५ \times १०^{-८}$ होता है और यह एक बहुत ही छोटी राशि है।

गुरुत्व (Gravity)—वह बल है जिससे पृथ्वी अपने या अपनी सतह के पासवाले पदार्थ को अपने केन्द्र की ओर खींचती है। यदि पृथ्वी की मात्रा M हो और उसकी सतह पर किसी पदार्थ की मात्रा m है तो गुरुत्व-बल (Force due to gravity) $= \frac{G M m}{R^2}$, R पृथ्वी की त्रिज्या है।

यह गुरुत्व-बल वस्तु का **वजन** (Weight) कहलाता है, यानी जिस बल से पृथ्वी किसी वस्तु को अपनी ओर खींचती है, वह बल वस्तु का वजन या भार कहलाता है। यदि इस बल के कारण वस्तु में g वेगवृद्धि उत्पन्न हो तो बल = मात्रा × वेगवृद्धि = $m \times g$. चूंकि वह आकर्षण-बल $\frac{G M m}{R^2}$ के

बराबर है, इसलिए $m \times g = \frac{G M m}{R^2}$, इससे गुरुत्व-वेगवृद्धि $g = \frac{G M}{R^2}$। यदि हम पृथ्वी की सतह से h ऊँचाई पर हों तो वेगवृद्धि $g' = \frac{G M}{(R+h)^2}$, (क्योंकि केन्द्र से दूरी $R + h$ है) और जैसे-जैसे ऊँचाई h बढ़ती जाती है, g का मान कम होता जाता है और बहुत ऊँचाई पर जाने पर यह नगण्य हो जाता है।

[आकर्षण के इन नियमों का प्रसिद्ध वैज्ञानिक न्यूटन साहब ने आविष्कार किया था। कहा जाता है कि एक दिन वे बैठे-बैठे कुछ सोच रहे थे तो उन्होंने पेड़ से एक सेब का फल जमीन पर गिरते देखा और तभी से इस प्रश्न पर बराबर सोचने लगे कि फल क्यों जमीन पर गिर गया, आकाश की ओर क्यों नहीं चला गया। सोचते-सोचते उन्होंने पता लगाया कि सभी वस्तुओं की तरह पृथ्वी भी किसी वस्तु (जैसे सेब) को अपनी ओर खींचती है और पेड़ से छूटने पर सेब पृथ्वी की आकर्षण-शक्ति के कारण खिचाकर जमीन की सतह पर गिर पड़ा।]

गुरुत्व-वेगवृद्धि g का मान सतह पर साधारणतया ३२ फु० प्रति से०^2 या ९८१ सेन्टीमीटर प्रति से०^2 है। पृथ्वी की सतह पर भी इसका मान घटता-बढ़ता है, क्योंकि पृथ्वी पूर्णतः गोल नहीं है।

आजकल तुमने सुना होगा कि रूस और अमेरिका पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करनेवाले कृत्रिम उपग्रह (Artificial Satellites) छोड़ रखे हैं। तुमने पिछले अध्याय में पढ़ा है कि जब कोई वस्तु वृत्ताकार पथ में परिक्रमा करती है, तो केन्द्रापसारी बल $\frac{m v^2}{r}$ लगता है जो वस्तु को बाहर फेंकने की प्रवृत्ति रखता है (यहाँ m वस्तु की मात्रा, v उसकी रैखिक गति (linear velocity) और r वृत्ताकार पथ की त्रिज्या है। वस्तु को नीचे खींचनेवाला बल उसका वजन (पृथ्वी का उस वस्तु पर आकर्षण-बल) है, जिसका मान $m \times g$ है। इसलिए उपग्रह को परिक्रमा करने के लिए यह सम्बन्ध सन्तुष्ट होना चाहिए, $m \times g = \frac{m v^2}{r}$, इससे $v = \sqrt{g r}$, यहाँ g उस ऊँचाई

पर गुरुत्व-वेगवृद्धि है जहाँ उपग्रह परिक्रमा करता है, यानी $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ । हिसाब लगाने पर २०० मील की ऊँचाई पर v = १८,००० मील प्रति घंटे । इस वेग से चलने के लिए उपग्रह को वायुमण्डल (Atmosphere) से ऊपर जाना होगा नहीं तो हवा के कणों और उपग्रह की सतह के बीच रगड़ से इतनी गरमी पैदा होगी कि उपग्रह जल जायगा ।

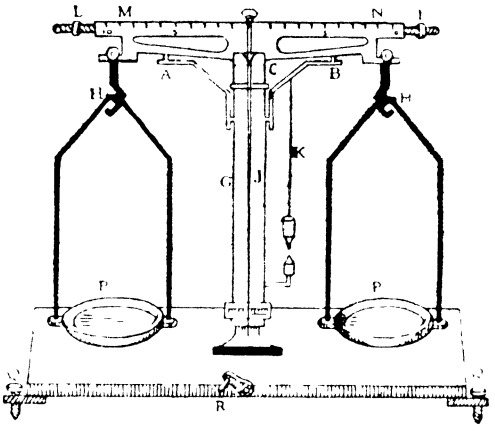
मात्रा और वज़न (Mass and weight) :—किसी वस्तु में पदार्थ की जितनी राशि (quantity) रहती है उसे उस वस्तु की मात्रा (Mass) कहते हैं । लेकिन वस्तु जिस बल से पृथ्वी की आकर्षण-शक्ति के कारण उसकी ओर खींची जाती है, वह वस्तु का वज़न (weight) कहलाती है और इसका मान $m \times g$ होता है, जहाँ m वस्तु की मात्रा और g गुरुत्व-वेग-वृद्धि है । किसी वस्तु की मात्रा एक नियत अंक (constant) है, चाहे उस वस्तु को जहाँ ले जायँ, पृथ्वी के भीतर या इसकी सतह से दूर या किसी ग्रह पर । लेकिन वस्तु का वज़न ($m \times g$) नियतांक नहीं है और g के घटने-बढ़ने से कम या ज्यादा होता है । यदि वस्तु को पृथ्वी के केन्द्र पर ले जायँ तो वहाँ उसकी मात्रा वही रहेगी, लेकिन चूँकि वहाँ g शून्य है, वस्तु का वज़न वहाँ शून्य होगा । पृथ्वी की सतह से ऊपर जाने पर वज़न कम होता जाता है, क्योंकि g का मान कम होने लगता है । पृथ्वी की सतह पर भी g का मान थोड़ा बदलता है, इससे वज़न में थोड़ी-सी कमी-बेसी होती है ।

किसी वस्तु का वज़न निकालने के लिये तराज़ू का इस्तेमाल करते है ।

तराज़ू का उपयोग (Use of a Balance)—साधारण काम के लिये जो तराज़ू इस्तेमाल होता है उससे शुद्ध तौल नहीं मालूम पड़ती । सोनारों के यहाँ जो तराज़ू इस्तेमाल में आता है, उससे काफी शुद्ध तौल मिलती है, लेकिन वैज्ञानिक काम के लिये इससे भी बहुत अधिक शुद्ध तौल लेनी पड़ती है । इस काम के लिये भौतिक तुला (Physical Balance) को उपयोग में लाते हैं ।

इस भौतिक तुला (तराज़ू) में एक स्तम्भ (Pillar) होता है । स्तम्भ के ऊपर पीतल की एक पतली डंडी (Beam) M N दोनों ओर असि-कोर (knife edge) के ऊपर स्थिर रहती है । असि-धार उदग्र खंभे के शीर्ष पर जड़े हुए एक पत्थर के तल पर विराम करती है । दोनों असि-कोरों से

रकाबें (Stirrups) लटकती है। इन रकाबों पर तुला के पलड़े (Pans) P रखे रहते हैं। केन्द्र के असि-कोर से छड़ के सिरों की दूरी तराजू की **भुजाएँ** *(Arms)* कहलाती है। डंडी के ठीक बीच में एक **निर्देशक** *(Pointer)* J निशान खुदे हुए स्केल पर, जो खंभे में लगा रहता है, चलता है। स्तंभ के नजदीक ही एक साहुल का लटकन (Plummet) K रहता है।



चित्र २४

डंडी के दोनों छोरों पर दो समायोजक पेंच (Adjusting Screws) L रहते हैं, जिनको घुमाकर निर्देशक को पैमाने के शून्य पर लाया जाता है। तराजू के आधार पर तीन समतलन पेंच (Levelling Screws) Q होते है जिनकी सहायता से तराजू का आधार क्षैतिज दिशा (Horizontal) में किया जाता है।

तौलने की विधि (Method of weighing)—सबसे पहले तुला को व्यवस्थित (adjust) करना चाहिये। इसके लिये आधार पर लगे हुए पेंचों को उचित दिशा में घुमाकर स्तम्भ को उदग्र कर लो। पलड़े जब खाली हों, तो उठाने पर डंडी को क्षैतिज (horizontal) रहना चाहिये। यदि ऐसा नहीं हो और निर्देशक (Pointer) स्केल पर शून्य के दायें-बायें बराबर दूरी तक न जाता हो तो डंडी के छोरों पर लगे हुए पेंचों को उचित दिशा में घुमाकर इसे ठीक कर लो।

तौली जानेवाली वस्तु को बायें पलड़े पर और बाटों (weights) को दाहिने पलड़े पर रखो। बाटों को चिमटे से पकड़ कर दाहिने पलड़े पर रखते जाओ जब तक कि तराजू की डंडी समतुलित न हो जाय। ऐसी अवस्था में निर्देशक शून्य चिह्न के दायें-बायें बराबर दूरी तक जायगा और बाटों का योगफल उस वस्तु का वज़न होगा।

तौलते समय बहुत-सी अशुद्धियाँ हो सकती हैं, अतः निम्नलिखित बातों पर सावधानी रखनी चाहिये :—

(१) तुला जिस उच्चतम मात्रा को तौलने के लिये बनी है, उससे अधिक मात्रावाली वस्तु पलड़ों पर नहीं रखनी चाहिये।

(२) निर्देशक का दोलन (Oscillation) देखते समय बक्से के सभी दरवाजों को बन्द कर दो, ताकि हवा के झोंके से बाधा नहीं हो।

(३) बाटों को हाथ से मत छुओ, उन्हें उठाने और रखने के लिये बाट-बक्स में एक चिमटा रहता है। बाटों को या तो बायें पलड़े पर रखो या बाट-बक्स में, अन्य किसी जगह नहीं।

(४) डंडी को उठाते या नीचा करते समय मुठिया को धीरे-धीरे घुमाना चाहिये नहीं तो तराजू में झटका लगेगा।

(५) जब डंडी उठी अवस्था में हो उस समय पलड़ों को मत छुओ और पलड़ों पर बाट न रखो, न उन पर से बाट हटाओ।

(६) तौलते समय पहले बड़े बाट से शुरू कर क्रमशः एक के बाद दूसरा छोटा बाट रखते जाना चाहिये। बड़े बाट को पलड़े के मध्य में और छोटे बाटों को चारों ओर रखना चाहिये।

(७) गरम वस्तु को या ऐसी वस्तु को (जैसे कोई रासायनिक पदार्थ) जिससे पलड़ा खराब हो जाय, पलड़े पर कभी मत रखो।

तराजू में सुग्राहकता (Sensitivity), स्थायित्व (stability) और दृढ़ता (rigidity) आदि गुणों का रहना आवश्यक है।

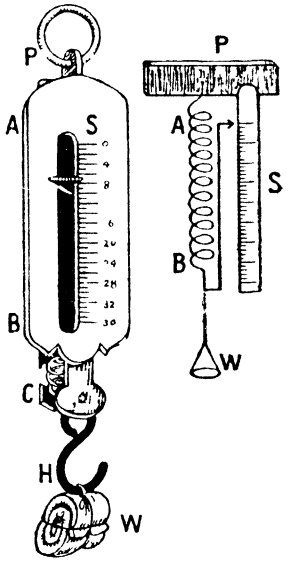
अन्य विधियों से वस्तुओं की तौल निकालना

(१) स्थानापन्न विधि या बोर्डा की विधि (The method of substitution or Borda's method):—प्रायः ऐसा होता है कि तराजू की दोनों भुजाएँ बराबर नहीं होतीं या दोनों पलड़ों की तौल समान नहीं होती। ऐसी हालत में तराजू वस्तु का ठीक-ठीक वज़न नहीं देती। इस अशुद्धि से बचने के लिये बोर्डा ने तौलने की एक सरल विधि निकाली। इस विधि के अनुसार तौली जानेवाली वस्तु को तराजू के बायें पलड़े पर रखो और कोई

सुविधाजनक वस्तु जैसे बालू आदि दायें पलड़े पर रखकर डंडी को संतुलित करो। अब तौली जानेवाली वस्तु को हटाकर वहाँ बाटों को रखकर तराजू को फिर सतुलित करो। बाटो का योगफल उस वस्तु का यथार्थ वज़न देगा।

(२) गॉस की विधि से (Gauss's Method) :—यदि तराजू की डंडी की दोनो भुजाएं असमान हो लेकिन तराजू में और कोई दोष न हो तो गॉस की विधि से वस्तु की यथार्थ तौल मापी जा सकती है। मान लो कि वस्तु को बायें पलड़े पर रखकर तौलने पर उसका वजन w_1 होता है और दायें पलड़े पर उसकी तौल w_2 होती है, तो उस वस्तु का यथार्थ वजन $w = \sqrt{w_1 \times w_2}$. यदि तराजू बिलकुल दोषमुक्त है तो w_1 और w_2 बराबर होगे।

(३) कमानीदार तराजू से (By Spring Balance) :—यह एक लच्छेदार कमानी की बनी रहती है। मोटे तार की एक कमानी होती है जिसका ऊपरी छोर धातु की पत्ती मे जड़ा रहता है और निचले छोर मे तौली जानेवाली वस्तु का लटकाने के लिये एक हुक (कुन्दा) लगा रहता है। कमानी के साथ एक निर्देशक (Pointer) लगा रहता है जो धातु की पत्ती पर अंकित स्केल पर ऊपर-नीचे चलता है। ज्ञात बाटों (Known weights) की सहायता से स्केल को अंकित (graduate) करते है; यानी उसपर ग्राम या पौड बतानेवाले अंक खोद दिये जाते हैं। इस तराजू को भारी चीजों—जैसे वर्फ की सिल्ली, कपड़े के गट्ठर आदि तौलने के काम में लाते हैं।

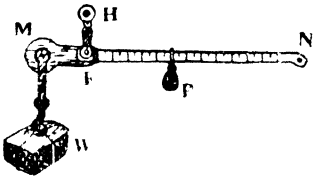


चित्र २५-२६

वस्तु का तौल लेने के लिए उसको हुक से लटका देते हैं और कमानी उस वस्तु के वजन से खिच जाती है जिस बल से पृथ्वी उस वस्तु को अपनी ओर खीचती है; जिस चिह्न पर निर्देशक स्थिर हो जाता है, वही उस वस्तु की तौल बतलाता है।

यह ख्याल करने की बात है कि दो भिन्न स्थानों (जैसे भूमध्यरेखा पर और ध्रुवों पर) पर किसी वस्तु की तौल साधारण तुला से लेने पर एक ही मालूम पड़ेगी। लेकिन कमानीदार तराजू विभिन्न स्थानों पर वस्तु की विभिन्न तौलें दिखायेगी। कारण यह है कि साधारण तराजू से तौलते समय गुरुत्व-वेग-वृद्धि के बदलने से बाट भी उसी अनुपात मे बदल जाते है और वस्तु के वजन में कोई फर्क नहीं मालूम होता। लेकिन कमानीदार तराजू से वस्तु का वजन किसी बाट के साथ संतुलित नहीं किया जाता। इससे वह विभिन्न स्थानों पर वस्तु का विभिन्न वजन देता है।

साधारण लोह-दण्ड से (By Common Steelyard) :—यह एक ऐसी तराजू है जिसकी भुजाएँ असमान होती है। जैसा कि चित्र में दिखलाया गया है M N तराजू की डंडी है और यह अंकित (graduated) होती है। एक छोर के नजदीक (F बिन्दु पर) इसका टेक (Fulcrum) है जिस पर यह घूमती है। एक जाना हुआ (Known) बाट P अंकित डंडी पर खिसकता है। तौलनेवाली वस्तु M बिन्दु मे हुक द्वारा लटका देते है और बाट P को इधर-उधर खिसकाकर डंडी को संतुलित कहते हैं। बाट P की स्थिति से वस्तु का वजन मालूम हो जाता है। यदि खिसकनेवाले बाट को बदल दें, तो डंडी का अंकन भी बदलना पड़ेगा।

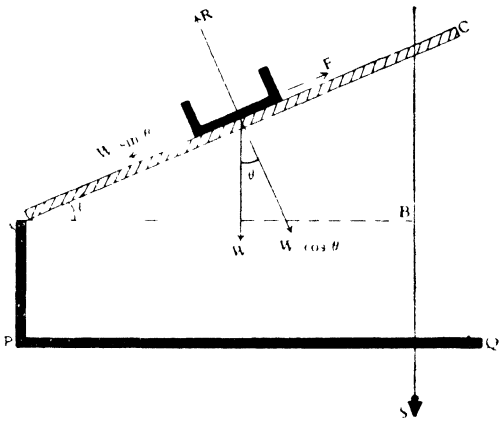


चित्र २७

अभिनत तल (Inclined Plane)

एक चिकना तल जो क्षितिज से कोण बनाते हुए झुका रहता है, अभिनत-तल कहलाता है। इसके द्वारा कम प्रयास लगाकर बोझ को कुछ ऊँचाई तक उठाया जा सकता है। यदि इस तल पर रखी हुई भारी वस्तु को रस्सी के जरिये ऊपर खींचें, तो हमें वस्तु के बल से कम प्रयास (Effort) लगाना पड़ेगा। इसका कारण यह है कि तल के समानान्तर वस्तु के वजन का कुछ हिस्सा ही क्रियात्मक होता है और हमको उससे कुछ ज्यादा प्रयास लगाना होगा। यदि अभिनत तल क्षितिज से θ कोण बनाता है और उस तल पर रखी हुई वस्तु का

वजन w है, तो उसको तल के ऊपर खींचने के लिये w sin θ बल लगाना

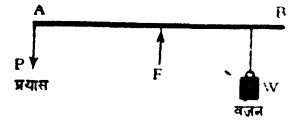


चित्र २८

पड़ेगा। इस तरह यदि $\theta = 30°$ तो हमें w sin $30° = \frac{w}{2}$ बल ही लगाना पड़ेगा जो वस्तु के वजन का आधा है।

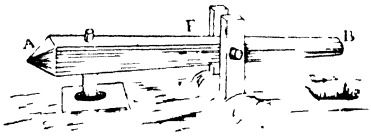
उत्तोलक या लीवर (Levers)

लीवर एक मशीन है, जो एक सरल छड़ के समान होती है (सीधी या मुड़ी हुई छड़)। यह एक निश्चल (Fixed) विन्दु पर जिसे टेक या आलम्ब (Fulcrum) F कहते है, घूम सकती है। इसमें जो जोर लगाया जाता है उसे **प्रयास** P *(Effort)* या ताकत (Power) कहते है। जिस रुकावट (Resistance) को यह दूर करता है या जिस वजन को यह उठाता है उसे भार (Load) w कहते हैं। टेक से भार और बल की दूरियाँ लीवर की भुजाएँ कहलाती हैं। लीवर तीन प्रकार के होते हैं।

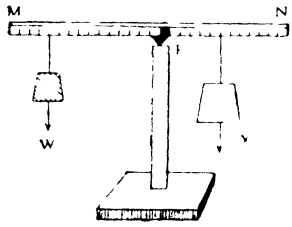


चित्र २९

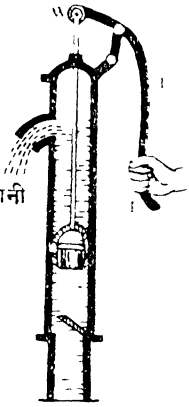
पहले प्रकार का लीवर :—जब टेक बल और भार के बीच में रहता है, तो उसे पहले प्रकार का लीवर कहते हैं, जैसे—साधारण तराजू, ढेंकी,



चित्र ३०



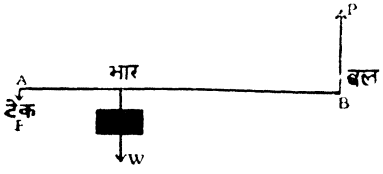
चित्र ३२



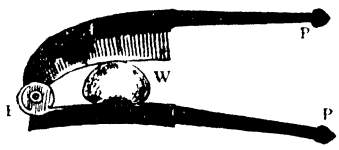
चित्र ३१

ट्यूबवेल के पम्प की मुठिया, लौह दंड (Steelyard)। कैंची और चिमटे दुहरे लीवर (Double Lever) के उदाहरण कहे जा सकते है। जिस बिन्दु पर इनका जोड़ होता है, वही दुहरे लीवर का टेक है। जिस जगह पर हम इनको अंगुलियों से पकड़ते हैं, वहाँ बल लगता है तथा चिमटे से जिस चीज को पकड़ते है या कैंची से जिस वस्तु को काटते हैं, वह रुकावट या भार होती है।

दूसरी तरह का लीवर—इस तरह के लीवर में भार टेक और बल के बीच में होता है, जैसे सरौता, काग-दाबक (Cork Squeezer), इत्यादि।

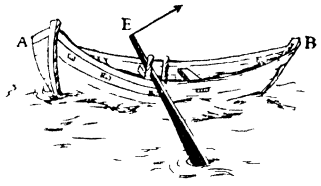


चित्र ३३ (अ)



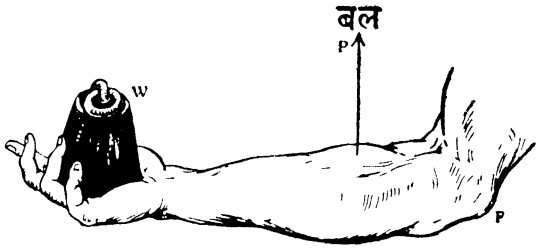
चित्र ३३ (ब)

जब हम नाव की डाँड़ खेते है तो डाँड़ के एक छोर बल लगाया जाता है और डाँड़ का जो भाग नाव से जोड़ा रहता है, रुकावट या प्रतिरोध को हटाता है। डाँड़ का दूसरा छोर जो पानी में रहता है, वही इस लीवर का टेक है।



चित्र ३४

तीसरे प्रकार का लीवर—इसमें लगाया हुआ बल टेक और रुकावट के बीच में होता है। इसका उदाहरण मनुष्य का हाथ है। जब भार हथेली पर रखा

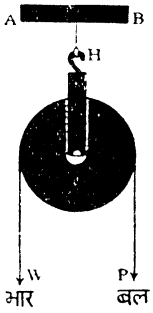


चित्र ३५

जाता है, केहुँनी टेक होती है तथा पुट्ठे द्वारा लगाया हुआ तनाव बल का कार्य करता है।

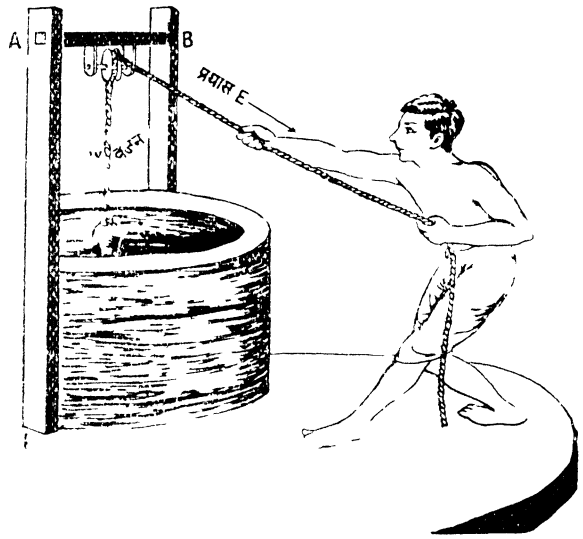
घिरनी (Pulley)

घिरनी एक प्रकार की साधारण कल (Machine) है जिसमें एक खाँचेदार पहिया होती है और यह एक धुरी पर आसानी से घूम सकती है। धुरी एक चौखट से जड़ी रहती है जिसे गुटका (Block) कहते हैं। जिस घिरनी में गुटका स्थिर होता है उसे अचल गुटकेवाली घिरनी कहते हैं। किसी-किसी घिरनी-समूह में गुटका भी स्थिर नहीं होता। कुएँ से पानी निकालने के लिये घिरनी का उपयोग करते है, जैसा कि चित्र ३७ में दिखलाया गया है। इसमे रस्सी के एक छोर पर पानी निकालनेवाला बरतन (भार) लटकाया जाता है और दूसरे छोर पर भार को खीचने के लिये बल लगाते हैं। घिरनी से फायदा यह होता है कि प्रयास (Effort) की दिशा को



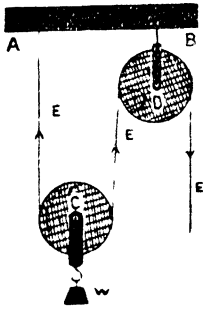
चित्र ३६

अपनी सुविधा के अनुसार बदल देते हैं। इसी तरह पंखा खींचने या किसी वस्तु को ऊपर उठाने के लिये जैसे—नाव का पाल, घिरनी को काम में लाते हैं।



चित्र ३७

अकेली घिरनी मे जितना बल या प्रयास लगाया जाता है, उतना ही भार उठता है, यानी इस मशीन का यान्त्रिक लाभ (भार और प्रयास की निष्पत्ति) इकाई है। चालू घिरनी मे, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, उठाये जानेवाला बोझ W चालू घिरनी से लटका दिया जाता है और स्थिर घिरनी B के खाँचे से जाती हुई रस्सी के द्वारा प्रयास E लगाते हैं। यहाँ चालू घिरनी A के दोनो ओर रस्सी द्वारा प्रयास E बोझ W को उठा रहा है, यानी $W = 2\,E$। इसलिए इस मशीन के लिये यांत्रिक लाभ $\frac{W}{E} = 2$। इस तरह यदि घिरनी के वजन को

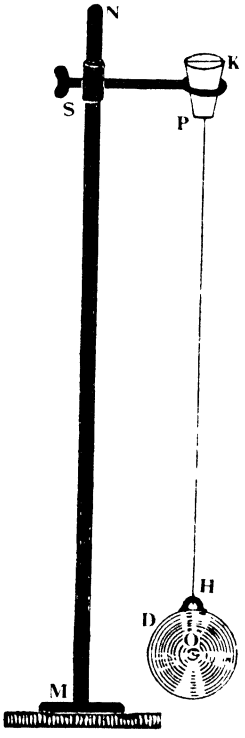


चित्र ३८

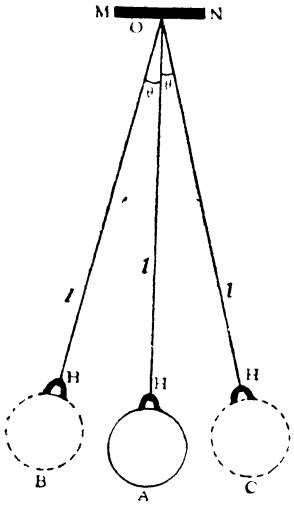
नगण्य मान लें तो लगाये हुए प्रयास से दूना वजन उठाया जा सकता है। इस प्रकार बहुत घिरनियों का उपयोग कर यांत्रिक लाभ बढ़ा सकते हैं और कम प्रयास लगाकर बहुत भारी चीजों को ऊपर उठा सकते हैं।

दोलक (Pendulum)

दोलक का आविष्कार पहले-पहल गैलीलियो ने १८५३ ई० में किया था। साधारण दोलक (Simple Pendulum) में पीतल या लोहे का एक गोला लोलक (Bob) होता है। इस लोलक को न बढ़नेवाले, पूर्णतः लचीले तागे से बाँध कर एक दृढ़ आधार से लटकाया जाता है और वह आधार से बिना रगड़ खाये डोलता है। तागा ऐसा बारीक होना चाहिए कि उसकी तौल लोलक के वजन की तुलना में नगण्य हो। स्थगन-विन्दु (Point of suspension) से लटकन (Bob) के गुरुत्व-केन्द्र (जो गोले लटकन के केन्द्र पर होता है) तक की दूरी साधारण दोलक की लम्बाई l कहलाती है। लोलक अपनी स्थिरावस्था A से डोलता हुआ B तक जाता है और फिर लौटकर A से होता हुआ दाहिनी ओर C तक जाता है। चाप A B या A C को दोलन-विस्तार या दोलनांक (Amplitude) कहते हैं। जब लोलक B विन्दु से A होता हुआ C तक पहुँचता है और फिर वहाँ से लौटकर B तक आता है, तब वह एक दोलन (Oscillation) पूरा करता है। आधे दोलन को



चित्र ३६



चित्र ४०

अर्थात् B से C तक डोलने को एक कम्पन (Vibration) कहते हैं। एक पूरे दोलन में जो समय लगता है उसे दोलन-काल (Period of oscillation or Time Period) कहा जाता है।

दोलक के नियम
(Laws of Pendulum)

(१) पेण्डुलम के दोलन समकालवर्त्ती (Isochronous) होते हैं अर्थात् हर दोलन के लिये समय बराबर लगता है, चाहे दोलनांक कुछ भी हो, बशर्ते कि वह ४° से ज्यादा नहीं हो। कहने का मतलब कि दोलन-काल दोलन-विस्तार पर निर्भर नहीं करता।

(२) दोलन-काल पेण्डुलम की लम्बाई के वर्गमूल के अनुसार बदलता है, यानी $T \propto \sqrt{l}$, या $\frac{l}{T^2}$ = (नियतांक Constant), किसी खास स्थान पर।

इसका मतलब कि यदि दोलक की लम्बाई चौगुनी कर दें तो दोलन-काल दुगुना हो जायगा, नौगुनी कर दें तो दोलन-काल तिगुना होगा, इत्यादि।

(३) प्रयोग-स्थान पर दोलन-काल T गुरुत्व-वेग-वृद्धि (Acceleration due to gravity) के वर्गमूल के उत्क्रमानुपाती होता है, यानी $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$, या, $T^2 g$ एक स्थिरांक है (एक खास लम्बाई के दोलक के लिए)।

(४) एक निश्चित लम्बाई के लिए दोलन-काल लटकन की मात्रा या उसके पदार्थ (material) पर निर्भर नहीं करता।

सेकेंड्स-पेन्डुलम (Seconds Pendulum)—यह एक साधारण पेण्डुलम है, जो एक सेकेंड में एक कम्पन, यानी आधा दोलन (Half oscillation) पूरा करता है अर्थात् इसका दोलन-काल T = 2 सेकेंड। इसकी लम्बाई (औसत) = ९९·३९ सें० मी० या ३९·१२ इंच। बहुत-सी घड़ियों में,

जैसे दीवाल घड़ी में दोलक रहता है। जबतक दोलक की लम्बाई स्थिर रहती है, दोलन-काल भी स्थिर रहता है। लेकिन दोलक प्रायः धातु के बने रहते हैं और उनकी लम्बाई ताप के प्रभाव से बढ़ती-घटती रहती है। जाड़े के दिनों में दोलक सिकुड़कर छोटा हो जाता है और उसकी लम्बाई कम हो जाती है। अतः, दोलन-काल भी कम हो जाता है और पेन्डुलम जल्दी-जल्दी कम्पन करता है, इसलिए घड़ी तेज (Fast) हो जाती है। इसको ठीक करने के लिए लटकन (Bobe) के नीचे समायोजक पेंच (Adjusting Screws) लगे रहते हैं, जिनको ऊपर-नीचे खिसकाकर दोलन-काल नियंत्रित किया जाता है। इसी तरह, जब गर्मी के दिनों में घड़ी सुस्त (Slow) चलती है, तो उसे ठीक किया जाता है।

सर आइजक न्यूटन (Sir Isaac Newton १६४२-१७२७) :— ये गणित और भौतिक शास्त्र के प्रकाण्ड विद्वान् थे। विज्ञान क्षेत्र में ऐसा प्रतिभाशाली व्यक्ति विश्व में शायद ही कोई आज तक हुआ है। इन्होंने भौतिक विज्ञान की नींव डाली।

इनका जन्म १६४२ ई० में इंगलैंड के एक शहर में हुआ था। केम्ब्रीज के ट्रिनीटी कालेज में इन्होंने शिक्षा पाई और १६६५ ई० में केम्ब्रीज युनिवर्सिटी से एम० ए० की डिग्री ली। एक बार एक पके हुए सेब को जमीन पर गिरते देखकर ये सोचने लगे और सोचते-सोचते इन्होंने गुरुत्वाकर्षण-शक्ति का आविष्कार किया। इनके गति के नियम अति प्रसिद्ध हैं और वे यांत्रिकी शास्त्र (mechanics) के आधार हैं।

इन्होंने पता लगाया कि भौतिक शास्त्र के अनेक प्रश्नों को हल करने के लिये उस समय गणित का ज्ञान पर्याप्त नहीं था। तब इन्होंने Differential Calculus के सिद्धान्तों का आविष्कार किया। बाद में इन्होंने प्रकाश-विज्ञान में काम किया और त्रिपार्श्व (Prism) से सफेद रोशनी की रचना की खोज की। प्रकाश के गमन पर कणिका-सिद्धान्त (Corpuscular Theory) इन्हीं की देन है।

अभ्यास (Exercises)

१. न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियमों को बतलाओ।

1. State Newton's laws of Gravitation.

२. गुरुत्व-वेग-वृद्धि के क्या माने हैं ? इसका मान जमीन की सतह पर ज्यादे है कि ऊपर आकाश में, और क्यों ?

2. What do you understand by acceleration due to gravity ? Is its value greater on the surface of earth or at high altitude in the sky and why ?

३. मात्रा और वजन में क्या भेद है ? भिन्न-भिन्न जगहों पर वस्तु का वजन भिन्न-भिन्न क्यों होता है और इसे तुम कैसे प्रयोग द्वारा मालूम करोगे ?

3. Distinguish between mass and weight. Why is the weight of a body different at different places and how would you detect it experimentally ?

४. उपग्रह क्या है ? पृथ्वी के चारों ओर घूमते समय यह गिर क्यों नहीं जाता ?

4. What is a satellite ? Why does it not fall while circulating round the earth ?

५. एक साधारण तुला का वर्णन करो। किसी वस्तु का वजन लेते समय किन-किन सावधानियों पर ध्यान देना जरूरी है ?

5. Describe a common balance What precautions are necessary before taking the weight of a body ?

६. दोषयुक्त तराजू से यथार्थ वजन मालूम करने की कौन-कौन विधियाँ हैं ?

6. What are the various methods for determining the true weight of a body when the balance is faulty ?

७. कमानीदार तुला का वर्णन करो। वजन के विषय में इससे कौन विशेष बात मालूम की जा सकती है, जो साधारण तुला से संभव नहीं है ?

7. Describe a spring balance ? What additional information about the weight of a body can he determined by the help of it, which is not possible by a common balance ?

८. लीवर (Lever) कितने प्रकार के हैं। हमारे दैनिक जीवन में इनके कुछ उपयोगों का वर्णन करो।

8. What are the various types of levers? Describe some of their uses from our daily life.

९. दोलक का दोलन-काल किन-किन बातों पर निर्भर करता है और किनसे स्वतन्त्र है?

9. On what factors does the period of a pendulum depend and of which factors is it independent?

चौथा अध्याय

आर्किमिडीज का सिद्धान्त और घनत्व
(Archimede's Principle and density)

किसी वस्तु के इकाई आयतन में पदार्थ की जो मात्रा होती है, उसे उस वस्तु का घनत्व कहते हैं। किसी वस्तु का घनत्व मालूम करने के लिये उसके आयतन और वजन दोनों को निकालना होगा। यदि वस्तु का आयतन V है; और मात्रा M, तो घनत्व $= \frac{M}{V} = \frac{\text{मात्रा}}{\text{आयतन}}$.

यदि मात्रा पौंड में और आयतन घनफुट में नापे जायँ, तो घनत्व की इकाई पौंड प्रति घनफुट होगी। ग्राम-सेन्टीमीटर पद्धति में जिसमें आयतन घन सेन्टीमीटर और मात्रा ग्राम में होती है, घनत्व की इकाई ग्राम प्रति घन सेन्टीमीटर होगी।

विशिष्ट गुरुत्व (Specific Gravity) :—दो वस्तुओं के घनत्वों के अनुपात को उनका आपेक्षिक घनत्व (Relative dencity) कहते हैं। विशिष्ट गुरुत्व भी आपेक्षिक घनत्व है; इसमें वस्तुओं के घनत्व की पानी के घनत्व से तुलना करते हैं। पानी का घनत्व भी तापक्रम के अनुसार बढ़ता घटता रहता है। ४° C तापक्रम पर पानी के घनत्व को (सेन्टीमीटर ग्राम-पद्धति में) इकाई मानते हैं। यह पानी का सबसे ज्यादे घनत्व है। दूसरे तापक्रम पर (४° C से कम या ज्यादे) पानी का घनत्व इकाई से कम ही होता है। यही कारण है कि बर्फ (तापक्रम ०° C) पानी से हल्का होने की वजह से उस पर तैरता है। इस तरह ४° C पर एक घन सें० मी० पानी का वजन ६२·५ पौंड है।

वस्तु का विशिष्ट गुरुत्व वस्तु के दिये हुए आयतन का वजन और ४° C पर उतने ही आयतन के पानी के वजन का अनुपात है। विशिष्ट गुरुत्व या आपेक्षिक घनत्व

$$= \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{\text{४°C पर उतने ही आयतन के पानी का वजन}} = \frac{\dfrac{\text{वस्तु का वजन}}{\text{वस्तु का आयतन}}}{\dfrac{\text{४°C पर जल का वजन}}{\text{जल का आयतन}}}$$

$$= \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{\text{४° C पर पानी का घनत्व}}।$$

ध्यान देने की बात है कि विशिष्ट की कोई इकाई नहीं होती, यह एक संख्यामात्र है (क्योंकि यह दो घनत्वों का अनुपात है)। लेकिन घनत्व की इकाई होती है, जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है। उदाहरण के लिये, पारे का घनत्व १३·६ ग्राम प्रति घन सें० मी० है, लेकिन इसका विशिष्ट गुरुत्व केवल १३·६ है। इस तरह मैट्रिक प्रणाली में किसी वस्तु का संख्यात्मक मान (Numerical Value) उसके विशिष्ट गुरुत्व के बराबर होता है। इसका कारण यह है कि १ घन सें० मी० पानी का वजन १ ग्राम होता है। अँगरेजी प्रणाली में मात्रा की इकाई पौंड और आयतन की घनफुट है।

$$\therefore \text{ किसी वस्तु का वि० गु०} = \frac{\text{एक घनफुट वस्तु की मात्रा}}{\text{एक घनफुट पानी की मात्रा}}$$

$$\therefore \text{ एक घनफुट वस्तु की मात्रा} = \text{वस्तु का वि० गु०} \times \text{एक घनफुट पानी की मात्रा}$$

या, वस्तु का घनत्व (अंगरेजी प्रणाली में)

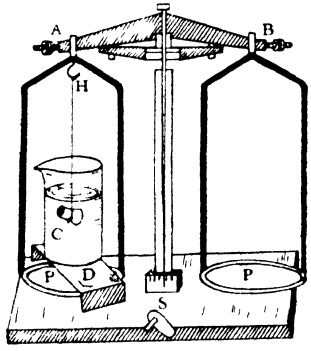
= वस्तु का विशिष्ट गुरुत्व (वि० गु०)
× ६२·५ पौंड (प्रति घनफुट)

चूँकि एक घनफुट पानी की मात्रा ६२·५ पौंड है। यह याद रखना चाहिये कि दोनों प्रणालियों में (अंगरेजी या मैट्रिक) विशिष्ट गुरुत्व का मान समान होता है। इसका कारण यह है कि यह केवल संख्यामात्र है, जो इकाई रहित होती है।

आर्किमिडीज का सिद्धान्त (Archimede's Principle) :— जब कोई वस्तु स्थिर द्रव (Liquid) में पूर्णतः या अंशतः डुबाई रहती है तो उसके वजन में कुछ कमी मालूम पड़ती है। वजन में यह आभासी (Apparent) कमी विस्थापित (Displaced) द्रव के, जिसका आयतन उस वस्तु के डूबे हुए भाग के आयतन के बराबर होता है, वजन के बराबर होता है। यही आर्किमिडीज का सिद्धान्त है।

किसी नदी या तालाब में स्नान करते समय तुमने अनुभव किया होगा कि तुम्हारा वजन कम हो गया है और पानी में तुम किसी नुकीली चीज पर खड़े हो सकते हो, जो पानी के बाहर सम्भव नहीं है। ऐसा मालूम पड़ता है कि कोई वस्तु तुम्हें ऊपर उठा रही है, वह पानी का उछाल है। उछाल हटाये हुए (Displaced) द्रव के वजन के बराबर होता है और उदग्र दिशा में ऊपर की ओर क्रियात्मक होता है। इसी तरह कुएँ से पानी निकालते समय तुम ख्याल करोगे कि जबतक पानी से भरा हुआ घड़ा पानी के अन्दर रहता है तो उसे खींचने में बहुत कम बल लगाना पड़ता है। लेकिन पानी की सतह के ऊपर आते ही वह बहुत भारी मालूम पड़ता है। यह पानी की उछाल (Buoyancy) के कारण होता है।

आर्किमिडीज के सिद्धान्त का उपयोग (वस्तु के विशिष्ट गुरुत्व निकालने में) :—(अ) पानी में डूबनेवाली वस्तु :— मान लो कि पानी से भारी



चित्र ४१

ठोस वस्तु का विशिष्ट गुरुत्व (वि० गु०) निकालना है। ठोस का एक छोटा टुकड़ा C लो और उसे तागे से बाँध कर तराजू की बाईं डंडी के हुक H से लटकाओ, जैसा कि चित्र में दिखलाया गया है। दायें पलड़े पर बाट रखकर वजन लो। फिर बीकर में पानी भरकर उसमें वस्तु को डुबा दो और बीकर को लकड़ी की एक छोटी पीढ़ी या पुल D (Wooden Bridge) पर दो। पीढ़ी या बीकर को इस तरह रखना चाहिए कि उसका कोई भी हिस्सा तराजू के पलड़े के किसी भी हिस्से को नहीं छूए। ठोस

में सटे पानी के बुलबुलों को हटा दो और उसका फिर वजन लो। यह दूसरा वजन पहले वजन से कम होगा। वजन में यह आभासी कमी उस पानी के वजन के बराबर है, जिसका आयतन ठोस के टुकड़े के आयतन के बराबर है।

मान लो कि हवा में ठोस का वजन $= W_1$ ग्राम है और पानी में वजन $= W_2$ ग्राम। वजन में आभासी कमी $= W_1 - W_2$ ग्राम और यह ठोस के आयतन के बराबर पानी का वजन है।

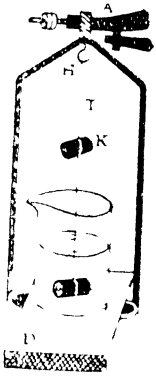
$$\therefore \text{विशिष्ट गुरुत्व} = \frac{\text{हवा में वस्तु का वजन}}{\text{समान आयतन के पानी का वजन}}$$

$$= \frac{W_1}{W_1 - W_2}$$

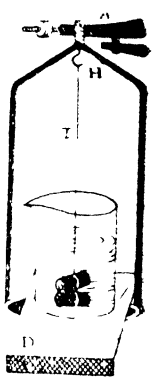
(*नोट* :—आर्किमिडीज का सिद्धान्त हवा या किसी गैस में भी लागू है। इसलिये हवा में वस्तु का वजन उसका यथार्थ वजन (True weight) नहीं है। लेकिन चूँकि वस्तु द्वारा हटाई हुई हवा का वजन वस्तु के वजन की तुलना में बहुत कम है, इसलिये उसे नगण्य मानते हैं।)

(ब) पानी से हल्का ठोस (Solid lighter than water) :— मान लो कि मोम (wax) का वि० गु० निकालना है। पहले हवा में इसका वजन ले लो। मान लो कि यह वजन W_1 ग्राम है। फिर एक ऐसी भारी वस्तु चुनो जिससे बाँधने पर मोम पानी में डूब जाय : उस वस्तु को डुबौना K (Sinker) कहते हैं। मान लो कि ठोस (मोम) का हवा में + डुबौना का पानी में वजन $= W_2$ ग्राम। ठोस और डुबौना दोनों का पानी में वजन $= W_3$ ग्राम। हटाये हुए पानी का वजन $= W_2 - W_3$, इसलिये विशिष्ट गुरुत्व

$$(\text{वि० गु०}) = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$$



चित्र ४२



चित्र ४३

(स) पानी में घुलनेवाला ठोस (Solid Soluble in water) :— पानी में घुलनेवाले ठोस का वि० गु० निकालने के लिये एक ऐसे द्रव (जैसे किरासन का तेल) लिया जाता है, जिसमें ठोस नहीं घुलता है। इस द्रव की अपेक्षा ठोस का वि० गु० पहले बताए हुए तरीके से निकालो। फिर ठोस का ठीक वि० गु० निकालने के लिये इस वि०गु० के मान को द्रव के वि० गु० से गुणा करना होगा। इसके लिये द्रव का वि० गु० मालूम रहना चाहिये। नीचे लिखे तरीके से उसे निकाल सकते हैं।

द्रव पदार्थ का वि० गु० निकालना :—एक ऐसी ठोस वस्तु चुनो जो पानी और द्रव दोनों में डूब सके और ठोस का पानी और द्रव के साथ कोई रासायनिक क्रिया न हो और ठोस उनमें घुलनशील भी न हो। उस ठोस का हवा में वजन लो और फिर क्रमशः पानी में और द्रव में वजन लो। मान लो कि ठोस के टुकड़े का वजन हवा में w_1 ग्राम है, पानी में w_2 ग्राम और द्रव में w_3 ग्राम। यदि ठोस के टुकड़े का आयतन v घन सें० मी० है, तो ($w_1 - w_3$) ग्राम टुकड़े के भार में आभासी (apparent) कमी हुई जो उसके आयतन के बराबर विस्थापित (displaced) द्रव की मात्रा है, यानी v घन सें० मी० द्रव की मात्रा ($w_1 - w_3$) ग्राम है। इसी तरह v घन सें० मी० पानी की मात्रा ($w_1 - w_2$) ग्राम है। अब द्रव का वि० गु०

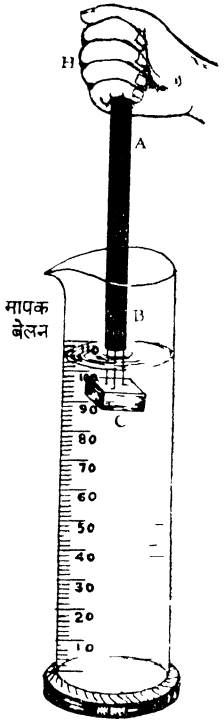
$$= \frac{w_1 - w_3}{w_1 - w_2}$$ ।

मापक बेलन (Measuring Cylinder) से घनत्व निकालना:—

(अ) पानी से भारी वस्तु :—वस्तु को एक साधारण तुला की मदद से तौलकर वजन मालूम कर लो, फिर उसका आयतन निकालने के लिये एक मापक बेलन (Measuring Cylinder) लो और उसमें कुछ पानी भरकर पानी के धरातल का पठन लो। तब उस वस्तु को, जिसका घनत्व निकालना है, सावधानी से मापक बेलन में ऐसा रखो कि पानी छलकने न पावे। यदि वस्तु की सतह से सटे हुए हवा के बुलबुले हों तो उन्हें हटा दो। फिर पानी की सतह का पठन ले लो। दोनों पठनों का अन्तर से उस वस्तु का आयतन मालूम होगा। यदि वस्तु का वजन w है और दोनों पठनों का अन्तर v घन

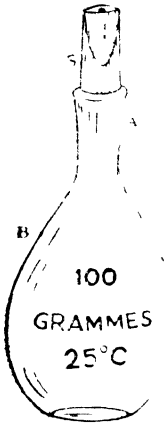
सें० मी०, तो वस्तु का घनत्व = $\frac{W}{V}$ ग्राम प्रति घन सें० मी० और वि० गु० का संख्यात्मक मान (Numerical value) वही होगा जो घनत्व का है।

(ब) पानी से हल्की वस्तु (Body lighter than water) :—पहले वस्तु का वजन लो और फिर उसे पानी में डुबाने के लिये एक स्केल या लकड़ी की छड़ी लो, जिसमें कुछ आलपीने लगी हुई हों। फिर उनकी मदद से वस्तु को मापक बेलन के पानी मे डुबाओ और जब वह पूर्णतः पानी मे डूब जाय तो पानी के धरातल का पठन लो। इसके बाद जैसा कि ऊपर बताया गया है, वस्तु का घनत्व निकालो।



चित्र ४४

(स) द्रव वस्तु का घनत्व निकालना :—एक अंकित बीकर या विशिष्ट-गुरुत्व बोतल लो। विशिष्ट गुरुत्व बोतल को साफ कर सुखा लो और उसका वजन ले लो। फिर उसे पानी से भर कर उसमें सावधानी से ठेपी लगा दो और उसकी बाहरी



चित्र ४५

सतह को पोंछ लो। इसके बाद उसका वजन लो। तब पानी फेंक कर बोतल को सुखाओ और उसमें द्रव भर कर वजन लो कि विशिष्ट-गुरुत्व बोतल का वजन = W_1 ग्राम

बोतल और पानी का वजन = W_2 ग्राम।

बोतल और द्रव का वजन = W_3 ग्राम।

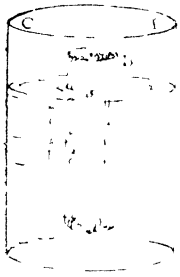
बोतल के भीतरी आयतन के बराबर पानी का भार = $(W_2 - W_1)$ ग्राम।

उतने ही आयतन के द्रव का भार = $(W_3 - W_1)$ ग्राम।

$\therefore$ द्रव का विशिष्ट गुरुत्व = $\frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$।

यदि प्रयोगशाला में विशिष्ट गुरुत्व बोतल नहीं हो तो एक बीकर (Beaker) इस्तेमाल किया जा सकता है, जिसमें एक खास चिह्न हो और पानी या द्रव को उसी चिह्न तक भरो।

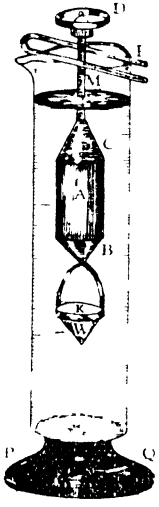
एक साधारण तरीके से लकड़ी या मोम जैसे पदार्थों का, जो पानी से हल्के हों, घनत्व निकाला जा सकता है। इसके लिये वस्तु का आयताकार गुटका (Block) लो। मान लो कि उसकी लम्बाई l से० मी० और परिच्छद का क्षेत्रफल (Cross-sectional area) A है।



चित्र ४६

$\therefore$ गुटके का आयतन = $l \times A$ घन से० मी० और उसका वजन = $A \times l \times d$ ग्राम, d उसका घनत्व है। फिर गुटके को सीधा कर पानी में तैराओ जैसा कि चित्र ४६ में दिखलाया गया है। यदि वह पानी मे h गहराई तक डूबता है, तो विस्थापित पानी का आयतन $h \times A$ घन से० मी० है और उसका वजन $h \times A$ ग्राम है ($\because$ एक घन से० मी० पानी का वजन एक ग्राम होता है।) चूँकि लकड़ी का गुटका पानी मे तैरता है, इसलिये उसका वजन विस्थापित पानी के वजन के बराबर है, यानी $l \times A \times d = h \times A$, या $d = \frac{h}{l}$; घनत्व = $\frac{\text{पानी मे डुबी हुई लम्बाई}}{\text{कुल लम्बाई}}$।

निकोलसन हाइड्रोमीटर (Nicholson's Hydrometers) :—



चित्र ४७

यह धातु का एक खोखला बेलन A होता है, जिसका दोनों सिरा B और C शंकु (Cone) के आकार का है। इसके ऊपरी भाग पर एक पतला छड़ M होता है। छड़ का ऊपरी सिरा एक चकती D से जुड़ा रहता है। छड़ में एक चिह्न रहता है। हाइड्रोमीटर के निचले सिरे मे एक पलड़ा लगा है, जिसका निचला भाग शंकु के आकार का है। उसमें शीशा (Lead) भरा रहता है ताकि हाइड्रोमीटर तैरते समय सीधा खड़ा रहे।

पहले हाइड्रोमीटर को पानी से भरे एक बेलनाकार बरतन (Cylindrical jar) में रखकर तैराओ और उसकी सतह मे सटे हवा के बुलबुलों को एक कूँची (Brush) की मदद से हटाओ। फिर हाइड्रोमीटर के ऊपरी पलड़े पर बाट रखकर उसको डंडी में लगाये हुए निशान तक डुबाओ। एक मुड़ा हुआ तार का टुकड़ा बेलनाकार बरतन के मुँह पर आर-पार इस तरह रख दिया जाता है, ताकि डूबने के पहले हाइड्रोमीटर का ऊपरी पलड़ा तार के ऊपर अटक जाय और आवश्यकता से ज्यादा वजन पलड़े पर रखने से कुल हाइड्रोमीटर डूबने से बच जाय।

अब बाट को हटाकर ठोस के टुकड़े को पलड़े पर रखो। ठोस इतना भारी नही रहना चाहिए कि वह हाइड्रोमीटर को निशान से ज्यादे डुबा दे। ठोस को पलड़े पर रखकर कुछ बाट रखो, ताकि हाइड्रोमीटर निशान तब डूब जाय। अब बाट हटाकर वस्तु को हाइड्रोमीटर के निचले पलड़े पर रखो, जो पानी मे है। फिर कुछ बाट रखकर हाइड्रोमीटर को निशान तक डुबाओ।

मान लो, निशान तक डुबाने के लिए रखा गया वजन $= W_1$ ग्राम।

निशान तक डुबाने के लिए जब ठोस वस्तु ऊपरी पलड़े पर है, वजन $= W_2$ ग्राम।

" " " जब ठोस निचले पलड़े पर पानी के अन्दर है, वजन $= W_3$ ग्राम।

ठोस वस्तु का वजन $= (W_1 - W_2)$ ग्राम।

,, ,, पानी में वजन $= (W_1 - W_3)$ ग्राम।

वस्तु के आयतन के बराबर पानी का वजन

$= (W_1 - W_2) - (W_1 - W_3)$ ग्राम $= (W_3 - W_2)$ ग्राम।

$\therefore$ विशिष्ट गुरुत्व $= \dfrac{W_1 - W_2}{W_3 - W_2}$।

इसी तरह पानी से हल्के पदार्थ का भी वि० गु० इससे निकाल सकते है। इसके लिये हल्की वस्तु को जब हाइड्रोमीटर के निचले पलड़े पर रखा जायगा, तो उसको एक तागे से बाँध देना होगा। शेष तरीका वही है जो ऊपर लिखा जा चुका है।

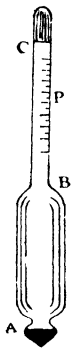
हाइड्रोमीटर से द्रव का विशिष्ट गुरुत्व निकालना :—इसके लिये पहले हाइड्रोमीटर का वजन ले लो। मान लो कि यह वजन W_1 ग्राम है। फिर उसे काँच के बेलन में भरे हुए द्रव में तैराकर उसको निर्दिष्ट चिह्न तक डुबाने के लिए बाट रखो। मान लो, यह वजन $= W_2$ ग्राम।

$\therefore$ हटाये हुए द्रव का वजन $= (W_1 + W_2)$ ग्राम। अब बेलन से द्रव को निकाल दो और उसे साफ कर पानी से भरो। इसी तरह, पानी में हाइड्रोमीटर को निशानतक डुबाने के लिये ऊपरी पलड़े पर वजन $= W_3$ ग्राम।

$\therefore$ हटाये हुए पानी का वजन जिसका आयतन विस्थापित द्रव के आयतन के बराबर है, $= (W_1 + W_3)$ ग्राम और इतने वजन के पानी का आयतन $= (W_1 + W_3)$ घन सें० मी०।

$\therefore$ विशिष्ट गुरुत्व $= \dfrac{W_1 + W_2}{W_1 + W_3}$।

साधारण हाइड्रोमीटर (Common Hydrometer) :—यह काँच का बना होता है और भिन्न-भिन्न द्रवों में सीधा खड़ा तैरता है। इसकी निचली घुन्डी (Bulb) को पारे या शीशे (Lead) से भर कर



चित्र ४८

वजनदार बना दिया जाता है ताकि वह पानी में सीधा तैरे। जब तरलमान (हाइड्रोमीटर) किसी द्रव में तैरता है तो उसके डंठल (Stem) का कुछ भाग द्रव की सतह के ऊपर रहता है। चित्र में BC डंठल और A घुंडी (Bulb) है। डंठल अंकित रहता है। किसी द्रव का वि० गु० निकालने के लिये उस द्रव को मापक बेलन में रखकर उसमें तरलमान को तैराते हैं और द्रव सतह का पठन अंकित (Graduated) डंठल पर ले लेते हैं। पानी की सतह का डंठल पर पठन १००० होता है और पानी का वि० गु० १ है। इसी तरह, किसी द्रव में यह पठन ११३५ है तो उस द्रव का वि० गु० १·१३५ है। वि० गु० को एक हजार से गुणा कर अंक लिखे रहते हैं।

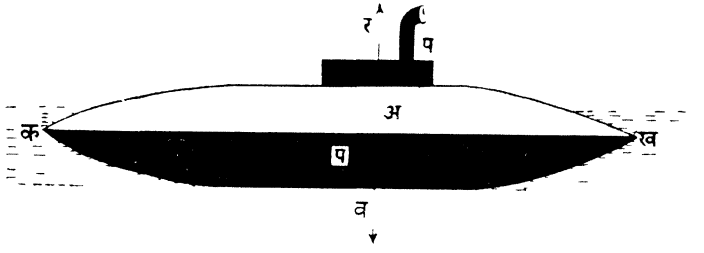
दूध-मापक (Lactometer) :—इससे अशुद्ध दूध की जाँच करते हैं और पता लगाते हैं कि उसमें कितना दूध और कितना पानी है। यह बिल्कुल साधारण हाइड्रोमोटर के समान होता है। इसके डंठल (Stem) पर दूध A और पानी B के दो निशान लगे रहते हैं। शुद्ध दूध में यह A तक डूबता है और शुद्ध पानी में B तक। यदि अशुद्ध दूध में आधा पानी और आधा दूध हो तो वह A और B के मध्य-विन्दु तक डूबेगा। इसी तरह, यदि दूध की मात्रा ज्यादे है, तो वह A निशान के नजदीक तक डूबेगा और पानी ज्यादे रहा तो B के समीप तक डूबेगा।

घनत्व निकालने के और अनेक तरीके हैं, लेकिन वे इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर हैं।

लोहे का जहाज पानी पर क्यों तैरता है ? (Why does an iron-ship float on water ?) :—लोहे का घनत्व पानी से ज्यादा है और उसका कुन्दा पानी में डूब जाता है। लेकिन लोहे का जहाज पानी पर तैरता है। जहाज खोखले आकार का बना रहता है। जब जहाज पानी पर तैरता है, तो विस्थापित पानी का आयतन लोहे के आयतन से बहुत ज्यादा होता है और उछाल (जो हटाये गये पानी के भार-बल के बराबर है) जहाज के वजन से ज्यादे है। उछाल उदग्र दिशा में ऊपर को ओर क्रियात्मक होता है। असल में जहाज उसी गहराई तक पानी में डूबता है, जब तक कि जहाज और

उसके अन्दर की चीजों (माल, यात्री आदि) का वजन हटाये गये पानी के उछाल के बल के बराबर न हो।

पनडुब्बी जहाज (Sub-marine) :—यह एक प्रकार का छोटा समुद्री जहाज है, जो पानी की सतह पर तैर सकता है और आवश्यकता पड़ने पर डूब सकता है और फिर ऊपर आ सकता है। जब इसको पानी के भीतर डुबाना होता है तो इसमें बने हौज को पानी से भर देते हैं। इससे इसका वजन हटाये हुए पानी के वजन (उछाल–Buoyancy) से अधिक हो



चित्र ४८ (अ)

जाता है और यह डूब जाता है। फिर जहाज को ऊपर लाने के लिए पम्प द्वारा हौज से पानी निकालकर उसे खाली कर देते हैं और जहाज का वजन पानी के उछाल से कम हो जाता है। फलतः वह तुरन्त पानी की सतह पर आ जाता है और तैरने लगता है।

बहुत-सी मछलियों की रीढ के नीचे वायु-आशय होता है, जिन्हें वे अपनी इच्छा के अनुसार फैला या दबा सकती हैं और इस प्रकार पानी में ऊपर उठ सकती हैं या नीचे डूब जाती हैं।

गुब्बारा (Balloon) :—आर्किमिडीज के सिद्धान्त से यदि किसी वस्तु का वजन उस वस्तु द्वारा हटाई गई हवा के वजन से कम होता है, तो वह वस्तु वायुमण्डल में ऊपर उठ जाती है। विस्थापित हवा का उछाल, जो ऊपर की ओर क्रियात्मक होता है, वस्तु के वजन से ज्यादा होने के कारण उसको ऊपर ठेल देता है। इसमें हाइड्रोजन (Hydrogen) या हिलियम (Helium) के समान कोई हल्की गैस भरी रहती है। गैस, इंजिन, सामान आदि का वजन विस्थापित हवा के वजन से कम होना चाहिए, ताकि गुब्बारा ऊपर उठ सके। गुब्बारा ज्यों-ज्यों ऊपर उठता जाता है, विस्थापित हवा का

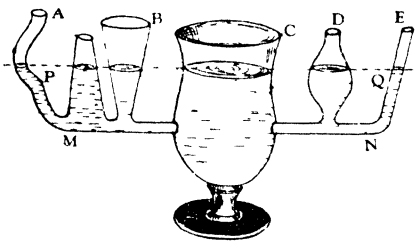
वजन कम हो जाता है क्योंकि हवा का घनत्व कम हो जाता है। अन्त में गुब्बारा एक ऐसी ऊँचाई पर पहुँचता है कि विस्थापित हवा का वजन, यानी उछाल गुब्बारा और इसके सामान के वजन के बराबर ही हो जाता है। उसके बाद गुब्बारे का ऊपर उठना बन्द हो जाता है और वह उसी ऊँचाई पर वायु-मण्डल में क्षैतिज दिशा में तैरने लगता है।

गुब्बारे को नीचे उतारने के लिए उसमें लगे निष्कासन कपाट (Exit Valve) को खोलकर गैस निकाल देते हैं। ऐसा करने पर गुब्बारा सिकुड़ जाता है और उसका आयतन बहुत कम हो जाता है। फलतः हवा का उछाल भी बहुत घट जाता है, जो उसके भार से कम है, इसलिए गुब्बारा नीचे आने लगता है।

द्रव का दबाव (Pressure of liquids)

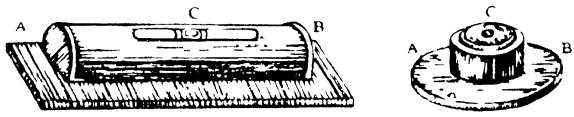
यदि कोई वस्तु पानी या किसी वस्तु में डूबी रहती है तो उसपर द्रव दबाव डालता है जो डूबी हुई वस्तु के अवलम्ब रूप में लगता है। यह दबाव द्रव का घनत्व और जिस गहराई तक वस्तु डूबी रहती है, उस गहराई के समानुपाती होता है, यानी दबाव $= d \cdot g \cdot h$, यहाँ d द्रव का घनत्व, h गहराई और g गुरुत्व-वेग-वृद्धि है। यह हर दिशा में समान होता है। किसी डूबी हुई वस्तु की सतह पर द्रव का दबाव (Pressure) उस वस्तु के आकार या प्रकार पर निर्भर नहीं करता और वस्तु की सतह पर अविलम्ब रूप से क्रियात्मक होता है।

जल अपना तल स्वयं प्राप्त करता है (Water seeks its own level) :—स्थिर द्रव का स्वतन्त्र तल (Free surface) हमेशा क्षैतिज होता है। बगल का चित्र देखने से तुम्हें मालूम पड़ेगा कि भिन्न-भिन्न आकार के बरतनों में द्रव डाला जाय तो स्थिर अवस्था में द्रवों की सतह P Q एक ही क्षैतिज (Horizontal) धरातल में होगी। द्रव की इस विशेषता का उपयोग कई कामों में होता है।



चित्र ४६

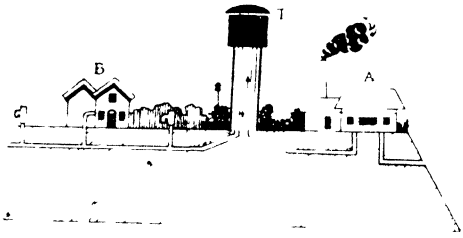
(१) स्पिरिट लेवल (Spirit Level) :—यह इस जाँच के काम में आता है कि कोई धरातल क्षैतिज है या नहीं। इसमें एक काँच की नली होती है जिसमें अलकोहल (Alcohol) भरा रहता है और उसमें हवा का



चित्र ५०

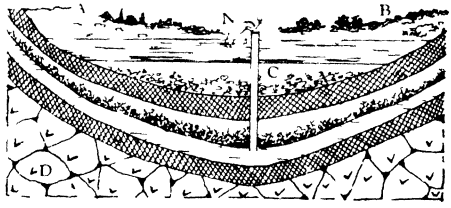
एक बुलबुला छोड़ देते हैं। काँच की नली एक पीतल के ढाँचे में कसी रहती है। यदि कोई धरातल क्षैतिज रहता है तो हवा का बुलबुला नली के ठीक बीचो-बीच दो चिह्नों के बीच में रहता है, अन्यथा नहीं।

(२) नगर-जलप्रदाय (Town water-supply) :—"जल अपना तल स्वयं प्राप्त करता है"—इस सिद्धान्त का उपयोग शहर में भिन्न-भिन्न घरों में पानी पहुँचाने के काम में होता है। नगर में पानी की टंकी (Tower) से जिन-जिन जगहों में पानी भेजना रहता है, उनसे ऊँची जगह पर हौज होता है। सारे नगर के पानी के कलों को लोहे की पतली नालियों से उस टंकी से जोड़ देते हैं। पानी अपनी टंकीवाली सतह तक आना चाहता है इसलिए वह नलों के जरिये ऊपर की ओर चढ़ता है। चूँकि नल बहुत ऊँचे नहीं रहते, इसलिए पानी बहुत ऊपर नहीं चढ़ सकता और नलों के मुँह पर लगी हुई टोटियों द्वारा बड़ी तेजी से निकलने लगता है।



चित्र ५१

(३) पाताल-तोड़ कुए (Artesian well):—पृथ्वी के निचले भाग में चिकनी मिट्टी और स्लेट की तहें होती हैं, जिनमे पानी नही घुस सकता। इसके अलावा रेत और मुलायम जमीन की परत होती है, जिसमे पानी घुस सकता है। ये परतें अक्सर नतोदर (Concave) होती है। कभी-कभी ऐसा



चित्र ५२

होता है कि दो अभेद्य परतो के बीच मे रेत आदि की भेद्य परत आ जाती है, और बरसात का पानी नतोदर पेंदी मे भर जाता है। कुछ कुओ के मुंह नदियो से मिले रहते है और उनकी शकल U-नली के समान होती है। जब इनकी पेंदी में छेद किया जाता है तो पानी बलबलाकर जोर से ऊपर निकलने लगता है। गर्म पानी देनेवाले कुएं गर्म झरने (Hot springs) कहलाते है। यही सिद्धान्त नलदार कुओं (Tube-wells) के विषय मे भी लागू है। इनमे आप-से-आप पानी नही निकलता, बल्कि पम्प की भी जरूरत पडती है।

आर्किमिडीज का जीवन-चरित्र :—इसका जन्म ईसा के २८७ वर्ष पूर्व हुआ था। इसने अपने सिद्धान्त का अकस्मात् बड़े ही मनोरंजक ढंग से आविष्कार किया। सिसली टापू मे एक राजा हीरो था। उसने एक सोने का एक मुकुट बनवाया। जब मुकुट बनकर राजा के सामने आया, तो उसको शक हुआ कि मुकुट असली सोने का है या उसमे और कोई धातु मिला दी गई है। उसने यह काम सुप्रसिद्ध वैज्ञानिक आर्किमिडीज को दिया।

आर्किमिडीज समाधान निकालने के लिए सोचने लगा। वह हर समय दिन रात इस प्रश्न को हल करने का प्रयत्न करता रहता। एक दिन वह पानी से भरे टब मे स्नान कर रहा था और सोचने में मग्न था। एकाएक उसे मालूम पडा कि उसका वजन कम हो गया है। उसे ऐसा सूझ गया कि किसी द्रव मे डूबी हुई वस्तु के वजन में आभासी कमी हो जाती है। बस, उसको मुकुट का आयतन और घनत्व निकालने का उपाय समझ मे आ गया।

यदि वह घनत्व असली सोने के घनत्व के बराबर है तो मुकुट सोने का है, अन्यथा नहीं। कहते हैं कि उपाय सूझने पर आर्किमिडीज प्रसन्नता से पागल होकर नंगे बदन "यूरेका ! यूरेका !!" (पा लिया ! पा लिया !!) चिल्लाता हुआ शहर में दौडा था।

अभ्यास

१. आर्किमिडीज का सिद्धान्त क्या है ? इसका उपयोग बताओ।

1. What is Archimedes principle and what are its uses ?

२. घनत्व, आपेक्षित घनत्व और विशिष्ट गुरुत्व से क्या समझते हो ? विशिष्ट गुरुत्व और घनत्व का संख्यात्मक मान कब बराबर होता है ?

2. What do you understand by density, relative density and specific gravity. When is the numerical value of specific gravity and density equal ?

३. लोहे की सूई पानी में डूब जाती है, लेकिन लोहे का जहाज क्यों नहीं डूबता ?

3. An Iron needle sinks in water but a ship made of iron does not sinks Why ?

४. द्रव का विशिष्ट गुरुत्व कैसे निकालोगे ?

4. How would you determine the specific gravity of a liquid ?

५. निकोलसन हाइड्रोमीटर का वर्णन करो। इससे ठोस वस्तु और द्रव का विशिष्ट गुरुत्व कैसे निकालोगे ?

5. Describe a Nicholson Hydrometer. How would you determine the specific gravity of a solid and a liquid with its help ?

६. लाइफ बेल्ट के सहारे हम क्यों नहीं डूबते ? नदी की अपेक्षा समुद्र में जहाज अधिक वजन क्यों ढोते हैं ?

6. Why don't we get drowned with a life-belt ? Why ships carry more cargo in oceans than in rivers ?

७. काग का वि० गु० तुम कैसे निकालोगे ?

7. How would you determine the specific gravity of cork ?

८. एक लकड़ी के बेलन की लम्बाई २० सें० मी० है। यह पानी में १५ सें० मी० तक और किसी द्रव में १२ सें० मी० तक डूबता है। तो लकड़ी और द्रव का घनत्व मालूम करो।

8. A wooden cylinder is of length 20 cm. It sinks in water to a depth of 15 cm and in a liquid to depth of 12 cm. Find out the densities of the wood and the liquid.

९. बिना तराजू की मदद से तुम एक लकड़ी के टुकड़े का वि० गु० कैसे निकालोगे ?

9. How would you determine the specific gravity of a piece of wood without using a balance ?

१०. लेक्टोमीटर क्या है ? इससे दूध की शुद्धि का पता कैसे चलता है ?

10. What is a Lactometer ? How will you find out the purity of milk with its help ?

११. इन पर नोट लिखो—(१) पनडुब्बी जहाज (२) नगर-जलप्रदाय।

11. Write notes on—(i) Sub marine (ii) Town water supply.



पाँचवाँ अध्याय

वायु का दबाव

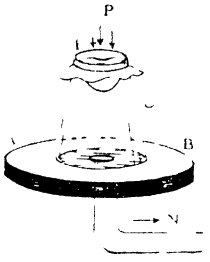
(Atmospheric Pressure)

यह वायु का माध्यम जो हमारी पृथ्वी के चारो ओर फैला है, 'वायुमण्डल' (Atmosphere) कहलाता है। लगभग २०० मील मोटी हवा की परत पृथ्वी को सभी ओर से ढँके है। इसमें प्रधानत: नाइट्रोजन (Nitrogen) और आक्सीजन (Oxygen) है। थोडी मात्रा में जल-वाष्प (Water-vapour), कार्बन डाइआक्साइड (Corbon Dioxide), हिलियम आरगन, वगैरह अन्य गैसे भी वायुमण्डल मे मौजूद है।

असल में हम हवा में डूबे हुए है यद्यपि शान्त वातावरण में साधारणतया हमे पता नही चलता कि चारों ओर हवा है। पंखा चलाने पर हमें अनुभव होता है कि हवा सदा विद्यमान रहती है।

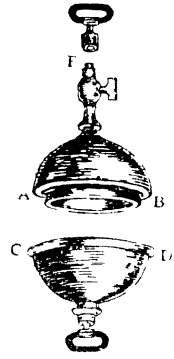
हवा का वजन होता है (Air has weight) :—यह हरएक वस्तु पर दबाव डालती है। इसका दबाव प्रति वर्ग इंच पर करीब १५ पौंड वजन के बराबर है। यह समय और ऋतु के अनुसार बदलता रहता है। यह दबाव मनुष्य के शरीर पर भी पड़ता है। यदि मनुष्य के शरीर की कुल सतह का क्षेत्रफल करीब १६ वर्गफुट हो, तो उसकी सारी देह पर (१६ × १४४) × १५ पौंड या करीब १५ टन (१ टन = करीब २७ मन) का दबाव पड़ता है। इस भयंकर दबाव को हमलोग बिलकुल अनुभव नही करते। इसका कारण यह है कि दबाव हर दिशा में समान होता है और एक ओर का दबाव अपने विपरीत ओर के दबाव को संतुलित (Balanced) कर नष्ट कर देता है। निम्नलिखित प्रयोग से हवा के दबाव को हम समझ सकते हैं।

(अ) दोनों ओर खुले काँच की गिलास के मुंह पर एक पतले रबर की पत्ती (Sheet) बाँध दो। दूसरी ओर ग्रीज (Grease) लगाकर एक वायु-पम्प की चकली पर ठीक से दाब दो। अब पम्प चालू कर दो और गिलास की हवा धीरे-धीरे निकालने पर रबर की चादर नीचे दबती जाती है और अन्त मे बड़ी आवाज से फट जाती है। इससे रबर की सतह पर वायु के दबाव का पता चलता है।



चित्र ५३

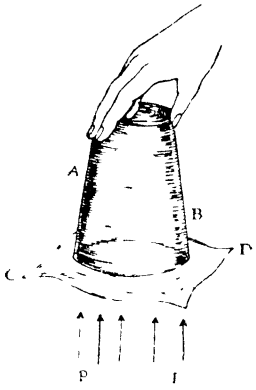
(ब) मैगडेबर्ग के अर्द्धगोलों से (By Magdeburg-Hemispheres) :—इसमें धातु के दो ऐसे खोखले अर्द्ध-गोले रहते है, जो एक दूसरे में ठीक सटकर बैठ जाते है। किनारो पर थोडा ग्रीज (Grease) लगाकर जोड़ को वायु-अवरोधक (Air-tight) बना देते है। फिर गोले के अन्दर की हवा वायु-पम्प की सहायता से निकाल देते है, अब दोनों गोला को खीचकर अलग करने से वे जल्दी अलग नही होते, जो वायु निकालने के पहले आसानी से हो जाते थे, उन्हें अलग करने के लिए कई घोड़ो को लगाकर दोनों ओर खिचवाना होगा, तब वे अलग हो सकते है, अन्यथा नही। जबतक हवा अन्दर रहती है, हवा का आन्तरिक और बाहरी दबाव बराबर होने के कारण एक दूसरे को संतुलित कर नष्ट कर देते है। लेकिन जैसे ही अन्दर की हवा निकाल ली जाती है, बाहर का दबाव गोलों पर लगता है और उनको दाब देता है ; तब उनको अलग करने के लिए बहुत बल की जरूरत होती है। हवा को फिर अन्दर करने से भीतरी और बाहरी दबाव दोनों समान हो जाते है और उन्हे आसानी से अलग किया जा सकता है।



चित्र ५४

(स) कुछ छोटे रबर के गुब्बारों में थोड़ी हवा भरकर वायु-पम्प के संग्राही (Receiver) में रख दो। जैसे-जैसे हवा निकाली जाती है, गुब्बारे फैलने लगते हैं और जब बाहर का दबाव काफी घट जाता है, तो वे फैलकर फट जाते हैं।

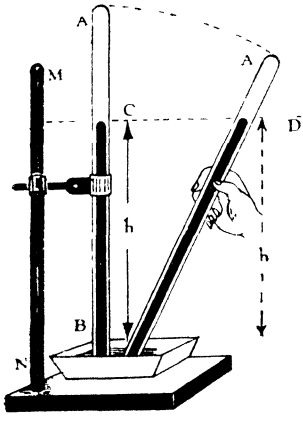
(द) पिचकारी द्वारा (By Syringe) :—पिचकारी का अगला नुकीला सिरा पानी में डुबाओ और मुसली को ऊपर की ओर खींचो। इससे पिचकारी के अन्दर की हवा पतली हो जाती है (rarified) और वहाँ हवा का दबाव कम हो जाता है। बाहर हवा का दबाव ज्यादा होने से पानी को पिचकारी की नली में ठेल देता है।



चित्र २५

(इ) एक गिलास A B को पानी से भरकर उसके मुँह को कागज के एक टुकड़े C D से ढाँक दो। अब धीरे से गिलास को पकड़कर उलट दो। यदि कागज और पानी के बीच हवा नहीं होगी, तो न कागज गिरेगा और न पानी। कागज पानी की सपाट सतह बनाता है और वायुमंडल का दबाव P कागज की सतह पर ऊपर की ओर लगता है, जो पानी के वजन को थामे रहता है।

(फ) टॉरीसेली का प्रयोग (Torricelle's Experiment)—यह प्रसिद्ध प्रयोग वायु के दबाव की उपस्थिति साबित करता है और उसे नापने का तरीका भी बतलाता है।



चित्र २६

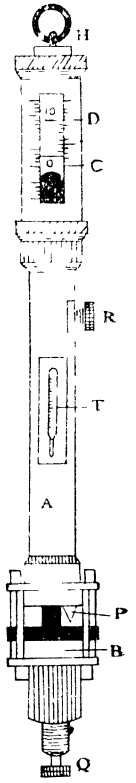
काँच की एक लम्बी नली A B लो और उसे शुद्ध पारे से भर दो। फिर खुले हुए सिरे को अँगूठे से दाब कर नली को पारे से भरे हुए छोटे बरतन में उलट दो। नली का पारा कुछ गिर जाता है और एक निश्चित ऊँचाई C तक आने पर रुक जाता है। साधारणतया यह ऊँचाई ३० इंच या ७६ सें० मी० होती है। नली को तिरछी करने से पारा नली में ऊपर की ओर चढ़ता है, लेकिन निचले धरातल से पारे की उदग्र ऊँचाई h

(Vertical Height) वही रहती है। वायु का दबाव पारे के भार को थामे रहता है, इसलिए पारे की ऊँचाई वायु-भार का द्योतक है और इस यंत्र से वायु-भार की माप की जा सकती है। इसे पारे का वायु भार-मापक यंत्र या बैरोमीटर (Mercury Barometer) कहते हैं। नली में पारे की ऊपरवाली जगह को टॉरीसेली का शून्य-स्थान (Torricellian Vacuum) कहते है। यह स्थान असल में पूर्णतः शून्य नहीं है; क्योंकि इसमें पारे की कुछ भाप होती है।

प्रकृति शून्य स्थान को भरना चाहती है और वह शून्य से घृणा करती है (Nature abhors Vacuum)।

बैरोमीटर (Barometer)

(अ) बैरोमीटर से वायु का दबाव नापने का काम लिया जाता है। इसमें काँच की एक नली होती है और उसका मुँह काँच के एक बरतन में रखे हुए पारे में डुबाया रहता है। नली के ऊपरी भाग में एक स्केल CD रहता है, जिससे पारे के स्तम्भ (Column of mercury) की ऊँचाई इंच या सें० मी० में नापी जा सकती है। इसे फोर्टिन का बैरोमीटर (Fortin's Barometer) कहते है। पहले एक पेंच Q को ऐठकर पारे को एक पिन P से छुलाते है। फिर पारे की ऊँचाई ऊपर के स्केल पर पढ़ लेते है।



चित्र २७

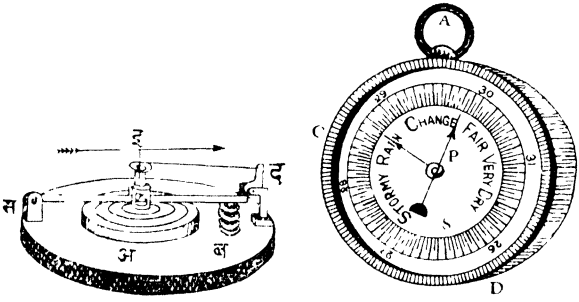
(ब) साइफुन बैरोमीटर (Siphon-Barometer) :—इसके निचले भाग में पारे से भरा हुआ बरतन होता है और उसका आकार U के समान होता है। बड़ा बाजू (Arm) C D करीब एक मीटर लम्बा



चित्र ५८

होता है और इसी से वायु का दबाव मालूम होता है और निचला भाग पारे के बरतन का काम करता है। बड़े भाग में ऊँचाई नापने के लिए स्केल लगा रहता है।

(स) एनीरॉयड बैरोमीटर (Aneroid Barometer):—प्रायः हवाई जहाजों की मदद से भिन्न-भिन्न ऊँचाइयों पर वायु का दबाव नापने की जरूरत पड़ती है। इसके लिए फोर्टिन बैरोमीटर को एक जगह से उठाकर दूसरी जगह ले जाना, खासकर हवाई जहाज जैसे हिलते-डुलते आधार पर, सुविधाजनक नहीं होता। इसके लिये एनीरॉयड बैरोमीटर बहुत उपयुक्त है। 'एनीरॉयड' का अर्थ है 'निर्द्रव' (सूखा) और इस बैरोमीटर में किसी द्रव का उपयोग नहीं होता। इसमें बेलन के



चित्र ५९, ६०

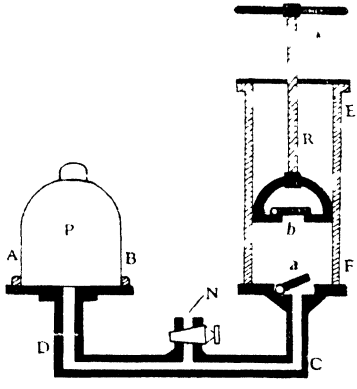
आकार का एक बन्द डब्बा होता है, जिसमें से कुछ हवा बाहर निकाल दी जाती है। यह एक पतली लचकदार धातु की झिल्ली (Diaphragm) होती है, जो वायु के दबाव में थोड़ा भी अन्तर होने के कारण ऊपर-नीचे होने लगती है। झिल्ली को लीवर (Lever) और स्प्रिंग (Spring) के द्वारा एक निर्देशक (Pointer) से सम्बन्धित कर देते हैं, जो एक वृत्ताकार स्केल पर घसकता है। स्केल को फोर्टिन बैरोमीटर से तुलना कर अङ्कित (Graduate) करते हैं।

ऋतु-दर्शक यंत्र (Weather-Glass)—भी एक प्रकार का वायु-भार मापक यंत्र है। यह साइफ़न बैरोमीटर से मिलता-जुलता है। इसकी छोटी नली के सामने एक 'डायल' (Dial) पर तूफान, वर्षा, परिवर्त्तन, स्वच्छ ऋतु आदि शब्द खुदे रहते हैं। इस तरह, बैरोमीटर का उपयोग भविष्य में ऋतु की दशा बताने में होता है, (देखा चित्र ५६)।

मान लो कि गर्मी पड़ने से हवा फैलकर और हल्की होकर ऊपर उठ जाती है। वायु का घनत्व और दबाव कम हो जाता है और पारे की ऊँचाई कम हो जाती है। हवा का दबाव कम होने से आसपास की ठंढी हवा तेजी से वहाँ आ जायेगी जो आँधी का रूप लेगी। इस प्रकार पारे की ऊँचाई एकाएक कम होने से आँधी आने की उम्मीद रहती है और ऊँचाई ज्यादा हो जाय तो मौसम साफ होगा।

एनीरॉयड बैरोमीटर को हवाई जहाज पर ऊँचाई-मापक यन्त्र (Altimeters) जैसा इस्तेमाल करते हैं। यह हवा के दबाव और ऊँचाई दोनों में अंकित रहता है। इस तरह बैरोमीटर की मदद से हम पहाड़ की ऊँचाई मालूम कर सकते हैं।

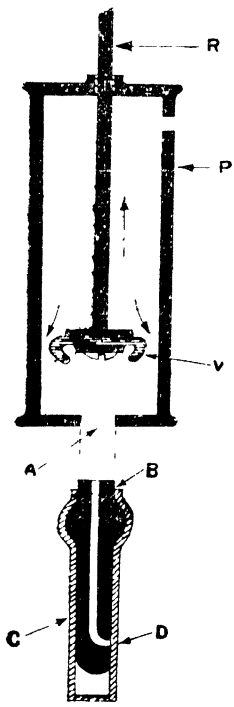
साधारण पम्प (Simple Pumps) वायु-पम्प (Air or Exhaust Pump) :—इसमे दो कपाट (Valves) *a* और *b* लगे रहते है जो शुरू मे बन्द रहते हैं। जब पिस्टन (Piston) को ऊपर खीचा जाता है तो पीपे की भीतरी जगह अंशतः शून्य हो जाती है और हवा का दबाव कम हो जाता है। इसलिए बरतन की हवा के दबाव के चलते नीचेवाला कपाट खुद खुल जाता है और बरतन की हवा बरतन और पीपे में फैल जाती है, जिससे उसका दबाव और घनत्व कम हो जाता है। जब पिस्टन नीचे दबाया जाता है तो पीपे में हवा का दबाव बढ़ता जाता है और कपाट को बन्द कर देता है। जिसके कारण पीपे की



चित्र ६१

हवा फिर बरतन में नहीं जाती। पीपे में हवा का दबाव इतना अधिक हो जाता है कि ऊपरवाला कपाट खुल जाता है और पीपे के अन्दर की हवा बाहर निकल जाती है। इस क्रिया का बार बार करने से बरतन की हवा का दबाव बहुत कम हो जाता है; लेकिन वह जगह पूर्णतः शून्य (Perfect Vacuum) नहीं हो सकती।

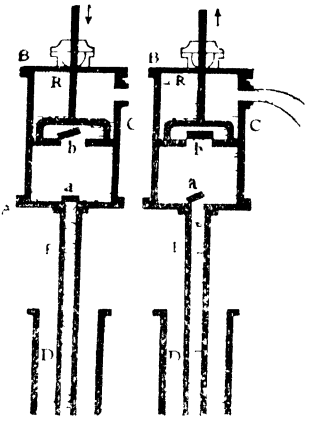
वायु भरनेवाला पम्प (Condensing or Compression Pump) :—इस पम्प से गेंद में या साइकिल में हवा भरते है। संपीड़क (Condensing) पम्प और बाइसिकिल पम्प (The Bicycle Pump) की बनावट में कुछ अन्तर है। जिस जगह में हवा भरनी रहती है उसे पम्प से जोड़ देते है। जब पिस्टन को ऊपर खींचा जाता है, तो वाशर (V) के किनारे दब जाते है और ऊपरी हवा बगल से पम्प के निचले हिस्से मे भर जाती है। फिर जब पम्प को नीचे लाते है, वाशर पर हवा का दबाव पड़ने से उसका किनारा फैलकर पीपे की भीतरी सतह से सट जाता है; वाशर के नीचे की हवा दब जाती है और बाहर नहीं निकल पाती और पम्प की टोंटी के जरिये वाल्व-पिन (Valve Pin) से होकर साइकिल के ट्यूब या गेंद में घुस जाती है। वाल्व-पिन का छिद्र प्रायः बन्द रहता है और रबर के बने वाल्व-ट्यूब द्वारा ढका रहता है। जब हवा दाबी जाती है तो रबर के फैलने से यह छिद्र खुल जाता है। इसकी रचना ऐसी होती है कि भीतर की हवा बाहर नहीं आ सकती।



चित्र ६२

पानी का पम्प (Water-Pump) **साधारण या चूषक पम्प** (Common or Suction Pump) :—यह एक साधारण पिचकारी जैसा होता है। एक नली P बेलन A B से जुड़ी रहती है। बेलन में P पिस्टन का काम करता है। दो (Valve) 'a' और 'b' बेलन की नली और पिस्टन में लगे रहते है, जो ऊपर को खुलते है।

जब पिस्टन को ऊपर उठाते हैं, तो बेलन में पिस्टन के नीचे हवा का दबाव कम हो जाता है और नली P के अन्दर हवा का दबाव अधिक रहने के कारण कपाट (वाल्व) 'a' खुल जाता है और पिस्टन के ऊपर लगे हुए वायु-मंडल के दबाव से पिस्टन मे लगा कपाट 'b' बन्द हो जाता है। इस तरह नली की सतह पर का दबाव वायुमंडल के दबाव से कम हो जाता है, जो नली के पानी को ऊपर ढकेल देता है।

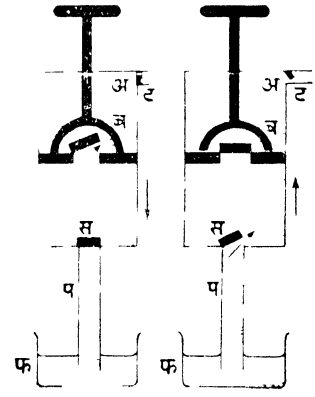


चित्र ६३

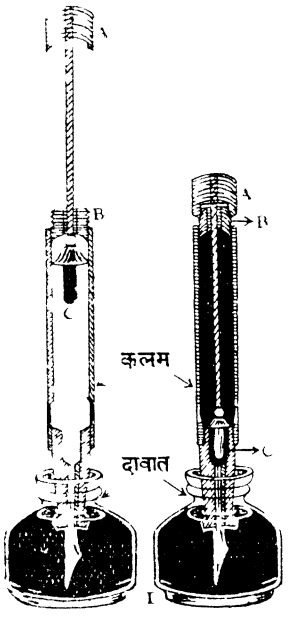
जब पिस्टन नीचे आता है, वह बेलन मे भरे पानी को दाबता है, जिससे कपाट 'a' बन्द हो जाता है और 'b' खुल जाता है जिससे होकर पानी निकल पड़ता है। इस पम्प मे कमी यह है कि जब पिस्टन ऊपर जाता है, तभी पानी खीचता है और पानी का बहाव लगातार नही होता।

इसी तरह उत्थापक पम्प (Lift Pump), साधारण पम्प का संशोधित रूप है, जो अधिक ऊँचाई तक पानी ले जाता है। आग बुझानेवाला पम्प भी करीब-करीब साधारण पम्प के सिद्धान्त पर ही काम करता है।

कलम भरना (Pen-filler) फाउन्टेन पेन मे राशनाई भरनेवाला 'कलम-भरना' इसी सिद्धान्त पर काम करता है। कलम में एक नुकीली काँच की नली होती है जिसके एक सिरे पर रबर की घुण्डी (Bulb) होती है।



चित्र ६४-६५

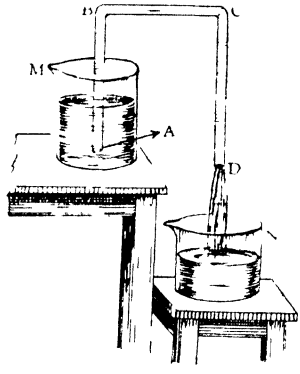


चित्र ६६-६७

कलम की नोंक को स्याही मे डुबाकर घण्डी को दबाते है, जिससे नली की कुछ हवा बाहर निकल जाती है। फिर घण्डी पर से दबाव हटा लेते है, तो स्याही की तल का दबाव ज्यादा होने से स्याही नली मे ऊपर चढ जाती है।

आत्म-भरन फाउन्टेन पन मे भरना (filler) कलम के भीतर रहता है। इसमे रबर की एक लम्बी थैली होती है जो कलम मे भरी रहती है। कलम के बाजू मे धातु का एक लीवर (Lever) लगा रहता है जिसका दाबने मे रबर की नली से हवा कुछ बाहर निकल जाती है। फिर निब को रोशनाई मे डुबाकर लीवर पर से हाथ हटा लेते है और वहाँ दबाव कम हो जाता है; तब दावात की स्याही कलम में खिच जाती है।

साइफुन या निनाल (Siphon) :—यह एक मुडी नली-सा होता है जिसकी एक भुजा दूसरी से बडी होती है। इसके द्वारा बरतन मे से द्रव आसानी से निकाल लेते है, जैसे पेट्रोल, किरासन तेल, अम्ल इत्यादि। जो द्रव निकालना है उस द्रव से पहले निनाल को भर देते हैं। दोनो सिरो की उँगलियो से बन्द कर द्रव से भरे बरतन मे डुबा देते हैं। फिर बड़ी भुजा के छोर से उँगली हटा लेते है और द्रव खुद बहने लगता है। इसका कारण यह है कि दोनो द्रवो की सतहें विभिन्न ऊँचाइयो पर है। दोनो सतहो पर वायुमंडल का समान दबाव है।



चित्र ६८

छोटी भुजा के सबसे ऊपरवाले भाग पर दबाव = वायु का दबाव P—छोटी भुजा के भीतर निचले भाग पर दबाव।

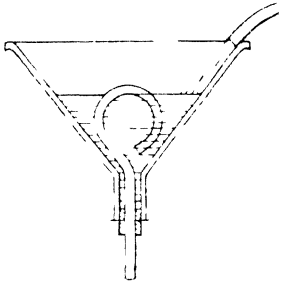
बड़ी भुजा के सबसे ऊपरवाले भाग का दबाव = वायु का दबाव P—बड़ी भुजा के भीतर द्रव का दबाव (निचले भाग पर)

इससे जाहिर है कि बड़ी भुजा के सबसे ऊपरवाले भाग पर दबाव, छोटी भुजा के ऊपरी भाग के दबाव से कम है। इस तरह द्रव छोटी भुजा से बड़ी भुजा की ओर बहकर निकलने लगता है।

यह ध्यान देने की बात है कि (१) शून्य स्थान में (vacuum) निनाल कार्य नहीं कर सकता क्योंकि हवा का दबाव जो द्रव को ऊपर उठाता है, वहाँ वर्त्तमान नहीं है, (२) बरतन में द्रव की सतह से छोटी भुजा के सबसे ऊपरी सतह की ऊँचाई h उस द्रव के बैरोमीटर की ऊँचाई से अधिक नहीं होनी चाहिए। पानी के लिए यह ऊँचाई करीब ३४ फुट है। (३) छोटी भुजा का सिरा द्रव की सतह के नीचे सदा डूबा रहना चाहिए। ये शर्त्तें (Conditions) पूरी नहीं होने से निनाल क्रियाहीन हो जाता है।

निनाल के सिद्धान्त का उपयोग

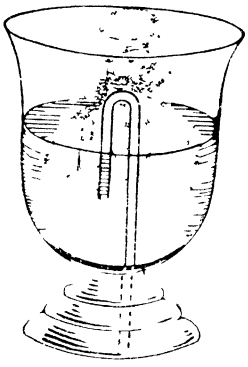
(१) स्वयं-चालित धुलाई (Automatic Flushes):—पाखानों या पेशाबखानों की आप-से-आप धुलाई निनाल के सिद्धान्त से ही होती है। इसके लिये लगातार न बहनेवाला निनाल (Intermittent Siphon) काम में लाते हैं। जैसा कि चित्र ६९ में दिखलाया गया है, पानी धीरे-धीरे एक बरतन में गिरता है जिसमें एक खास प्रकार का निनाल लगा हुआ रहता है। जब पानी निनाल के मोड़ के सिरे पर पहुँचता है, निनाल काम करने लगता है और पानी तेजी से नीचे की ओर बहने लगता है और पेशाबखाने को साफ कर देता है।



चित्र ६९

(२) टैन्टलस का प्याला (Tantalus cup) :—यह एक प्रकार का खिलौना है, जो निनाल के सिद्धान्त पर काम करता है। एक बड़े प्याले में टैन्टलस राजा की खोखली मूर्त्ति रहती है जिसके भीतर एक निनाल रहता है। निनाल की मुड़ी हुई नली का ऊपरी भाग मूर्त्ति के

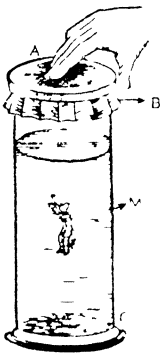
ओठ तक उठा रहता है। यह बाहर से दिखाई नहीं पड़ता, क्योंकि मूर्त्ति के भीतर छिपा रहता है। प्याले में पानी डालने पर पानी ऊपर बढ़ता जाता है और ज्योंही वह मूर्त्ति के ओठ के नीचे पहुँचता है, सिफन पानी से पूरा भर जाता है और क्रियाशील होने लगता है। फलतः पानी तेजी से गिरने लगता है। इस तरह टैन्टलस सदा प्यासा का प्यासा ही रह जाता है।



चित्र ७०

(३) वासुदेव प्याला :—इस खिलौने की बनावट टैन्टलस प्याले से बहुत मिलती-जुलती है। इसमें कृष्ण जी की मूर्त्ति को वासुदेव जी गोद में लिये हुए हैं और सिफन का मुड़ा हुआ भाग कृष्णजी के पैर के नीचे तक चला जाता है। जब प्याले में पानी डालते हैं तो जब कृष्ण जी के नीचे पानी आता है, सिफन पानी से भर जाता है और वह क्रियाशील हो जाता है और पानी नीचे गिरने लगता है। इस तरह प्याले में कितना भी पानी क्यों न दिया जाय, कृष्णजी के पैर के सदा नीचे ही रहता है।

कार्टेशियन-गोताखोर (Cartesian Diver) :—इसको देकार्ते (Descartes) नामक फ्रान्सीसी वैज्ञानिक ने खोज निकाला था। यह आर्किमिडीज और पास्कल के नियम (Pascal's law) पर काम करता है।



चित्र ७१

डोबक या (गोताखोर) एक रबर का खिलौना होता है जो खोखला होता है और उसमें एक छेद होता है। पानी से भरे एक बेलनाकार बरतन में खिलौने को रख देते हैं। बर्त्तन का कुछ हिस्सा खाली रहता है और खिलौना पानी में तैरता है। बेलन के मुँह को रबर की एक चादर से ढँककर बाँध देते हैं जिससे वह वाताप्रवेश (air-tight) हो जाय। अब रबर को हाथ से जितना ही दबाते हैं, डोबक उतना ही नीचे डूबता जाता है। रबर का दबाव हाथ से कम करने पर वह ऊपर उठने लगता है और हाथ एकदम हटा लेने पर वह पानी के ऊपरी सतह पर तैरने लगता है।

जब रबर को हाथ से दबाया जाता है तो हवा का आयतन कम हो जाता है और दबाव अधिक हो जाता है। यह बढ़ा हुआ दबाव हवा के माध्यम के जरिये डोबक तक पहुँचता है (पास्कल का नियम) और उसकी हवा का भी दबाव बढ़ जाता है, जिसके कारण उसमें मौजूद हवा का आयतन कम हो जाता है। इसलिये डोबक के छेद से पानी उसके अन्दर चला जाता है और वह भारी हो जाता है और पानी में डूबने लगता है। जब रबर की चादर पर से दबाव हटा लिया जाता है, तो उसके अन्दर की हवा फैलकर फाजिल पानी को बाहर निकाल देती है जिससे डोबक हल्का हो जाता है और फिर ऊपर उठ जाता है।

[*नोट :*—पास्कल का नियम – इसके अनुसार बन्द द्रव या गैस की मात्रा पर किसी जगह लगाया हुआ दबाव, ज्यों-का-त्यों हर दिशा में संचारित होता है (Transmitted) और द्रव या गैस के सम्पर्क में बरतन की सतह की अभिलम्ब दिशा में क्रियात्मक होता है।]

अभ्यास

१. वायुमंडल के दबाव से तुम क्या समझते हो ? इसका असर हमलोगों के शरीर पर क्यों नहीं पड़ता ?

1 What do you understand by atmospheric pressure ? why is its effect not felt on our body ?

२. हवा दबाव डालती है—इसके प्रायोगिक सबूत कौन-कौन हैं ?

2. What are the experimental evidences to prove that air exerts pressure ?

३. फोर्टिन-बैरोमीटर का वर्णन करो। इसकी मदद से वायु का दबाव कैसे नापा जाता है ?

3. Describe a Fortin's barometer. How will you measure the pressure of air with its help ?

४. एनीरॉयड बैरोमीटर पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखो। इससे आनेवाले तूफान का पता कैसे लगता है ?

4. Write a short note on 'Aneroid barometer ?' How does it indicate a forthcoming storm ?

५. बैरोमीटर के कुछ उपयोग बताओ। पहाड़ पर चढ़ने में और हवाई जहाज पर उड़ने में हमें इससे कौन खबर मिलती है ?

5. Describe some applications of a barometer. What information do we derive from it in flying on aeroplanes and in mountaineering ?

६. साधारण पम्पों का वर्णन करो।

6. Describe simple pumps ?

७. जैसे-जैसे गुब्बारा अधिकाधिक ऊँचाई पर उठता जाता है, उसमें बैठे हुए मनुष्य को वायुमंडल के दबाव और गुब्बारे की उत्थापन शक्ति (Lifting Power) में क्या परिवर्त्तन मालूम पड़ता है ?

7. As a balloon rises to greater heights, what changes are found in the atmospheric pressure and in the lifting power of the balloon, by person sitting in it ?

८. निनाल के सिद्धान्त को समझाओ। इसके कौन-कौन उपयोग हैं ?

8. Explain the principle of a siphon. What are its uses ?

९. टैन्टलस प्याले की बनावट समझाओ और यह भी बताओ कि यह कैसे कार्य करता है ?

9. Explain the construction of 'Tantalus Cup, and also describe its working.

१०. कार्टेशियन डोबक क्या है ? यह किस सिद्धान्त पर कार्य करता है ?

10. What is a Cartesian Diver ? On what principles does it work ?

११. विस्तारपूर्वक समझाओ कि फाउन्टेनपेन में रोशनाई कैसे भरी जाती है।

11. Explain in detail how ink is filled in a fountain-pen ?

१२. पारे के बदले बैरोमीटर में पानी का इस्तेमाल किया जा सकता है कि नहीं ? स्पष्ट रूप से समझाओ।

12. Can water be used in a barometer instead of mercury ? Explain clearly.

ताप विज्ञान

(HEAT)

पहला अध्याय

ताप के उत्पादक

(Sources of heat)

ताप की उत्पत्ति के कितने कारण है। तुमने यह अनुभव किया होगा कि हाथ मलते समय गर्म हो उठता है। इसका कारण यह है कि रगड़ से गर्मी पैदा होती है। यह गर्मी रगड़ी जानेवाली वस्तुओं के परमाणुओं (atoms) की गति तेज होने के कारण पैदा होती है। जंगलों में रगड़ से आग लग जाती है। दो पेड़ों की डालियाँ हवा के झोंके से बराबर टकराती रहती है और इस रगड़ से इतनी गर्मी पैदा होती है कि अन्त में जंगल में आग लग जाती है।

इसी तरह जब साइकिल के टायर में हवा भरी जाती है, तो पम्प गर्म हो जाता है। इस क्रिया में यांत्रिक शक्ति ताप में बदल जाती है। टायर में आंतरिक दबाव के विपरीत हवा भरने में कार्य (work) करना पड़ता है और कार्य का ताप में परिवर्त्तन हो जाता है।

ताप का मूल स्रोत सूर्य है। सूर्य आग का जलता हुआ एक बहुत बड़ा गोला है। उसकी किरणें विश्व में ताप फैलाती रहती है। प्रकृति में जीव-जन्तु, पेड़-पौधे सूर्य से गर्मी पाकर फूलते-फलते हैं। इसी तरह जलावन (Fuel) (लकड़ी, कोयला आदि) के जलाने से बहुत ताप उत्पन्न होता है। इसीलिए जाड़े के दिनों में आग जलाकर उसके नजदीक बैठने से ठंढक दूर हो जाती है। कई रासायनिक क्रियाओं द्वारा भी ताप पैदा होता है। कोयले का जलना भी एक रासायनिक क्रिया है, जिसमें का कार्बन हवा के ऑक्सीजन से संयुक्त होता है।

आजकल शहरों में बिजली जलाकर गर्मी पैदा करते हैं। जब बल्ब (Bulb) जलता है, तो उसमें मौजूद धातु के तार द्वारा बिजली की धारा

बहने लगती है। धारा बहने से इतना ताप पैदा होता है कि तार जल उठता है और खुद गर्मी और प्रकाश देने लगता है। इसी तरह बिजली के चूल्हे, तापक (Heater) आदि से गर्मी मिलती है।

ताप और तापक्रम
(Heat and Temperature)

ताप एक प्रकार की शक्ति (Energy) है। लेकिन तापक्रम वस्तु की गर्मी या ठण्ढेपन की नाप है। गर्मी या ठण्ढक आपेक्षिक शब्द है। यदि 'A', 'B' से अधिक गर्म है तो दूसरी वस्तु 'C' से ठण्ढा हो सकता है। यदि दो वस्तुओं को सम्पर्क में रख दें, तो जिसका तापक्रम ज्यादा होगा उससे गर्मी निकल कर कम तापक्रमवाली वस्तु में जायेगी। **अतः तापक्रम वस्तु की वह अवस्था है जिससे पता चलता है, कि अन्य वस्तुओं से सम्पर्क में रखने पर वह वस्तु उन्हें गर्मी देगी या उनसे गर्मी लेगी।** जैसे, पानी से भरे दो बरतनों को एक पतली नली से मिला दें तो उस बरतन से पानी बहकर दूसरे में जायगा, जिसमें पानी की सतह ऊँची है। वैसे ही ताप का बहना तापक्रम पर निर्भर करता है, ताप पर नहीं। पानी का बहना उसके धरातल की ऊँचाई पर निर्भर करता है, पानी की मात्रा पर नहीं। यदि एक ऊँची टंकी को नदी से मिला दें तो टंकी से पानी नदी में जायगा, नदी से टंकी में नहीं, यद्यपि टंकी की अपेक्षा नदी में पानी बहुत है। इसी तरह गर्मी ज्यादे तापक्रमवाली वस्तु से निकलकर कम तापक्रमवाली वस्तु में जाती है चाहे कम तापक्रमवाली वस्तु में ताप की मात्रा पहली वस्तु से कम हो या ज्यादे।

ताप के असर
(Effects of Heat)

(१) दशा में परिवर्त्तन :—जैसे बर्फ को गर्म करने से पानी बनता है और पानी को गर्म करने से वह भाप में बदल जाता है।

(२) तापक्रम में परिवर्त्तन :—जब वस्तु को गर्म करते हैं तो उसका तापक्रम बढ़ जाता है और जब वह वस्तु ताप छोड़ती है, तो ठंढी होने लगती है और उसका तापक्रम कम हो जाता है।

(३) लम्बाई, चौड़ाई और आयतन का बढ़ना।

(४) भौतिक गुणों में परिवर्त्तन जैसे लाल लोहे (गर्म लोहे) में ठंडे लोहे की अपेक्षा गुण में भिन्नता आ जाती है

(५) रासायनिक परिवर्त्तन (Chemical changes) हो जाना।

(६) गर्मी का किसी दूसरी शक्ति में रुपान्तर (Transformation) हो जाना।

थर्मामीटर (Thermometers)

किसी वस्तु का तापक्रम तापमापक यंत्र या थर्मामीटर (Thermometer) से नापते हैं। इसका आविष्कार सबसे पहले इटली के सुप्रसिद्ध वैज्ञानिक गैलिलियो ने किया था। थर्मामीटर में पारा (Mercury) इस्तेमाल किया जाता है। इसके कारण निम्नलिखित है—

(१) शुद्ध पारा आसानी से मिल जाता है।

(२) यह ताप का अच्छा चालक (Good Conductor) है और शीघ्रता से गर्मी लेकर उस तापक्रम पर आ जाता है, जिसको नापना होता है।

(३) इसका प्रसार समरूप (uniform) और काफी होता है।

(४) पारा काँच की नली से चिपक कर सटता नहीं है।

(५) यह अपारदर्शक (Opaque) और चमकदार है और शीशे की नली में अच्छी तरह दिखलाई पड़ता है।

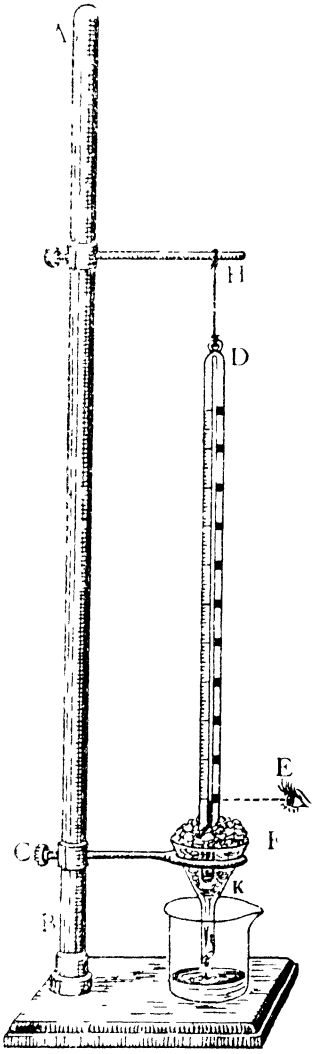
(६) यह $-३९°C$ पर जमता है और $३५०°C$ के बाद भाप बन जाता है। इसलिये इससे $-३९°C$ से $३५०°C$ तक तापक्रम नाप सकते है।



चित्र ७२

थर्मामीटर को बनाना—इसमें एक शीशे की केश-नली (Capillary Tube) होती है। नली में सूराख खूब पतली और समरूप परिच्छेद (uniform cross-section) की होती है। इसके एक छोर पर घुंडी (Bulb) रहती है, जिसमें पारा भरा रहता है। दूसरा छोर बन्द रहता है। पारे के ऊपर डंठल (Stem) का भाग वायु शून्य होता है। छोर को बन्द करने के पहले ही नली की सूराख में पारा भर दिया जाता है। चूँकि सूराख बहुत पतली होती है, इसलिए उसमें पारा भरना आसान काम नहीं है। इसके लिये नली के एक खुले सिरे पर रबर के जरिये एक कीप (Funnel) लगा देते हैं और उसमें कुछ शुद्ध पारा डाल देते हैं, लेकिन छेद सूक्ष्म होने के कारण पारा उसमें घुसता नहीं। अब घुन्डी को थोड़ा गर्म करते हैं, हवा बुलबुलाकर पारे से होकर निकल जाती है। फिर घुंडी को ठंढी करते हैं जिससे

सूराख को हवा सिकुड़ जाती है और पारा कीप में से थर्मामीटर की नली में वायुमंडल के दबाव के कारण (जो भीतरी हवा के दबाव से ज्यादा है), घुस जाता है। इसी तरह घुंडी को बार-बार गर्म और ठंढा करने से घुंडी और नली के निचले कुछ भाग को पारे से भरा जाता है। नली का बाकी भाग बिल्कुल वायु-शून्य नहीं होता, बल्कि उसमें थोड़ी-सी (नगण्य) पारे की भाप होती है।



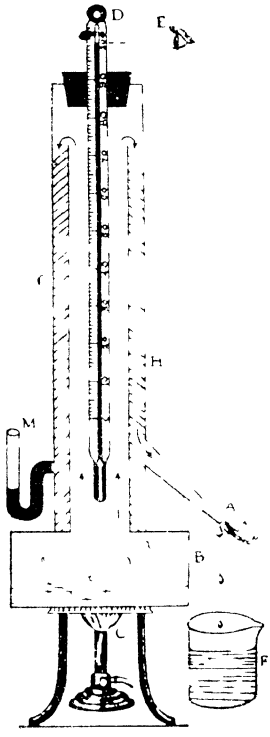
चित्र ७३

थर्मामीटर में अंकन (Graduation) करना—नली मे पारा भरकर बहुत समय तक (कई दिनों तक) छोड़ देना चाहिये, ताकि वह अपने पहले आयतन पर फिर आ जाय। फिर नीचे दिये हुए तरीके से उसके हिमांक (Freezing Point) और क्वथनांक (Boiling Point) निश्चित करते है। इन दो नियत बिन्दुओं (Fixed Points) की दूरी को थर्मामीटर का 'मूल अन्तर' (Fundamental Interval) कहते है।

(१) हिमांक या निम्न नियत बिन्दु को स्थिर करना :—यह वह बिन्दु है जिस पर शुद्ध बर्फ प्रमाण-दबाव (Normal Pressure) पर पिघलती है। इसके लिये बर्फ को चूर्ण कर एक कीप में रखो और उसके नीचे एक बीकर रखो ताकि पिघला हुआ पानी उसमें इकट्ठा हो। फिर वैसा उपाय करो जैसा चित्र ७३ मे दिखलाया गया है। नली का पारा धीरे-धीरे नीचे उतरना शुरू

होगा और कुछ देर में स्थिर हो जायगा। इस स्थिति में पारे की सतह पर, नली के बाहर उस पर एक निशान लगा देंगे। यही निशान हिमांक होगा।

(२) क्वथनांक (Boiling Point or Upper Fixed Point):—थर्मामीटर को प्रमाण वायु-भार पर उबलते हुए शुद्ध पानी में रखने पर पारा जिस विन्दु तक चढ़कर स्थिर हो जाता है, वह क्वथनांक कहा जाता है।

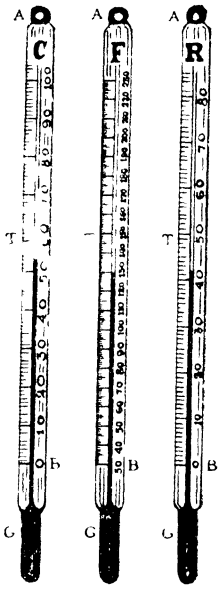


चित्र ७४

थर्मामीटर को हिप्सोमीटर (Hypsometer) नामक एक यन्त्र में इस तरह रखते है कि उसकी घुण्डी (Bulb) पानी की सतह से कुछ ऊपर ही रहती है। हिप्सोमीटर को गर्म करने से उसका पानी उबलता है और थर्मामीटर का पारा शुद्ध भाप से गर्म हो जाता है। हिप्सोमीटर की बगल में उससे लगा हुआ एक चापमापक (Manometer) रहता है, जिसमें द्रव की दोनो सतहो का पठन लेकर हिप्सोमीटर के अन्दर भाप का दबाव और वायुमंडल के दबाव का अन्तर हम मालूम कर सकते है। थर्मामीटर में भाप लगने से पारा ऊपर चढ़ने लगता है और कुछ देर बाद स्थिर हो जाता है। वहाँ निशान लगाकर क्वथनांक विन्दु मालूम कर लेते है। घुंडी को खौलते पानी मे मत डुबाओ, क्योकि जल में अनेक अशुद्धियों के होने से उसका तापक्रम भाप के तापक्रम से ज्यादा हो सकता है (चित्र ७४)।

अङ्कन करने में यह मान लिया गया है, नली की सूराख समरूप है और पारा बराबर एक समान फैलता है।

तापक्रम के स्केल (Scales of Temperature):—प्रयोग में आनेवाले प्राय: तापक्रम के तीन स्केल हैं, सेन्टीग्रेड (Centigrade), फारेन हाइट (Fahrenheit) और रोमर (Reaumur)।



चित्र ७५

एण्डर्स सेलसियस (Anders Celcius) (१७०१–१७४४) ने सेन्टीग्रेड थर्मामीटर का आविष्कार किया था और जर्मन वैज्ञानिक डेनियल जेब्राइल फारेनहाइट (Daniel Gabreil Fahrenheit) (१६८५–१७५७) ने फारेनहाइट थर्मामीटर को। फ्रांसीसी दार्शनिक रोमर ने पहले-पहल रोमर स्केल को निकाला।

सेन्टीग्रेड स्केल :—इसमें हिमांक ०° और क्वथनांक १००° होता है। इन दोनों निशानों के बीच की दूरी, यानी मूल अन्तर (Fundamental Interval) १०० बराबर भागों में विभाजित रहती है। हर एक भाग सेन्टीग्रेड अंश कहलाता है। इस स्केल पर अवलोकित तापक्रम के बाद 'C' लिख देते हैं, जैसे ५°C। वैज्ञानिक कामों में यही स्केल इस्तेमाल करते हैं।

फारेनहाइट स्केल—इस थर्मामीटर में हिमांक और क्वथनांक क्रमशः ३२° और २१२° हैं। इन दोनों के बीच की दूरी १८० बराबर भागों में बँटी रहती है। इस स्केल का ०° बर्फ पिघलने के तापक्रम से ३२° नीचे रहता है। इस स्केल के तापक्रम के बाद 'F' लिख देते है, जैसे २° F। बर्फ और नमक के मिश्रण से वैज्ञानिक फारेनहाइट ने जो उस समय न्यूनतम तापक्रम प्राप्त किया, उसे इस स्केल का शून्य माना; जो बर्फ पिघलने से ३२° F नीचे है। दैनिक कार्यों और डाक्टरी के कामों में इसी स्केल का इस्तेमाल अधिक होता है।

रोमर स्केल—इसमें सेन्टीग्रेड थर्मामीटर की तरह हिमांक ०° लेकिन क्वथनांक ८०° पर है। मूल अन्तर की दूरी ८० बराबर अंशों में विभाजित रहती है। इस स्केल पर पठन के बाद 'R' लिख देते है, जैसे ४° R। इसका व्यवहार बहुत कम होता है।

परम स्केल (Absolute Scale)—इस स्केल का शून्य हिमांक से २७३° नीचे रहता है और उससे कम तापक्रम का कोई भौतिक अर्थ नहीं होता इसलिए इस स्केल को **परम स्केल** कहते हैं। इसका पठन सेन्टीग्रेड के तदनुरूप (Corresponding) तापक्रम से २७३° आगे रहता है। इस स्केल को 'A' लिख कर सूचित करते हैं, जैसे १०° A।

एक स्केल को दूसरे स्केल में परिवर्त्तित करना :—मूल अन्तर तीनों स्केलों पर बराबर है, इसलिए १००° C अंश = १८० F अंश = ८०° R अंश। चूँकि फारेन हाइट थर्मामीटर में हिमांक ३२° F रहता है, इसलिए उसे सेंटीग्रेड मे बदलने के लिये फारेन हाइट तापक्रम से ३२° घटा लेना चाहिए। मान लो कि किसी वस्तु का तापक्रम सेंटीग्रेड स्केल पर C, फारेनहाइट पर F और रोमर पर R है, तो C : (F − ३२) : R = १०० : १८० : ८०

इस अनुपात को हम ऐसा लिख सकते है,

$$\frac{C-O}{१००} = \frac{F-३२}{१८०} = \frac{R-O}{८०} = \frac{A-२७३}{१००}$$

(हर एक स्केल पर तापक्रम के पठन में से हिमांक विन्दु को घटा लेते हैं)।

यानी, $$\frac{C}{५} = \frac{F-३२}{९} = \frac{R}{४} = \frac{A-२७३}{५}$$

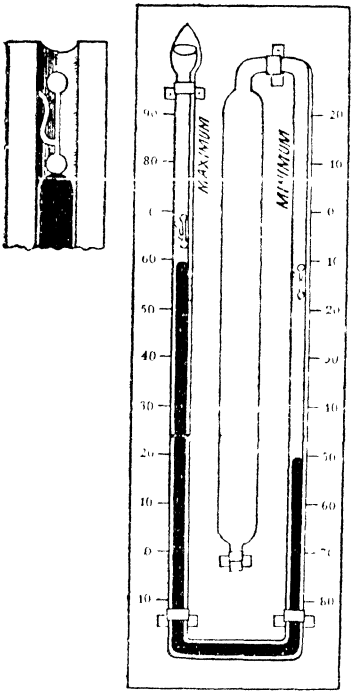
सेन्टीग्रेड स्केल में २७३° जोड़ देने से तापक्रम परम स्केल में बदल जाता है, जैसे ५° C = (५ + २७३)° A = २७८° A।

उच्चतम और न्यूनतम थर्मामीटर (Maximum and Minimum Thermometer) :—ऋतु-परिवर्त्तन और जलवायु की भविष्यवाणी के लिये २४ घण्टे के अन्दर उच्चतम और न्यूनतम तापक्रम जानना जरूरी हो जाता है। साधारण थर्मामीटर का इस्तेमाल करने पर इस काम के लिये २४ घण्टे तक बराबर पठन लेते रहना होगा, जो सुविधाजनक नहीं है। इसके लिये सिक्स का थर्मामीटर (Six's Thermometer) व्यवहार में लाते हैं। इससे उच्चतम और निम्नतम दोनों तापक्रम मालूम कर सकते हैं।

यह 'U' आकार की एक नली रहती है, जिसके एक छोर पर एक लम्बी घुण्डी (Bulb) रहती है। घुण्डी और नली में कुछ अलकोहल (Alcohol)

भरा रहता है। घुमावदार नली में पारा भरा रहता है, जो केवल निर्देशक का काम करता है। पारे के हर स्तम्भ (Columm) के ऊपर नली के अन्दर इस्पात का एक छोटा निर्देशक होता है।

जब तापक्रम अधिक होता है तो दाहिनी नली में अलकोहल फैलता है और पारे पर दबाव डालता है। फलतः बाईं ओर की नली में पारा अपने ऊपर के सूचक (Pointer) को ऊपर ठेलता हुआ चढ़ता है। जब तापक्रम घटता है तो सूचक को वहीं छोड़कर नीचे उतर आता है। निर्देशक (Pointer) में एक कमानी होती है, जो बगल में चपकी रहती है और इसीलिए पारे के नीचे आने से वह वापस नहीं आता। तापक्रम कम होने से दाहिनी नली में पारा निर्देशक को ऊपर ठेलता हुआ चढ़ता है और तापक्रम बढ़ने के बाद अलकोहल के फैलने पर पारे पर दबाव पड़ता है और वह सूचक को वहीं छोड़कर लौट आता है। इस तरह दाहिनी नली में निर्देशक का निचला सिरा न्यूनतम तापक्रम बताता है और बाईं नली का निर्देशक उच्चतम तापक्रम। दूसरे दिन एक चुम्बक के सहारे निर्देशक को पारे की सतह पर फिर लाते हैं।



चित्र ७६

क्लिनिकल या डाक्टरी थर्मामीटर (Clinical or Doctor's Thermometer) :—इसका प्रयोग डाक्टरों द्वारा शरीर का तापक्रम मालूम करने के लिए होता है। यह एक तरह का उच्चतम थर्मामीटर है और शरीर से हटा लेने पर भी पारे की सतह ज्यों-की-त्यों रहती है। इसमें फारेनहाइट स्केल पर ९४° से लेकर ११०° तक चिह्न अंकित रहते हैं। क्योंकि

शरीर का तापक्रम इस सीमा से बाहर कभी नहीं जाता। इस थर्मामीटर में विशेषता यह है कि घुण्डी के नीचे एक बहुत बारीक मोड़ (Constriction) बना होता है। शरीर के तापक्रम से घुण्डी का पारा फैलकर मोड़ होते हुए नली में ऊपर चढ़ने लगता है। जब थर्मामीटर को शरीर से अलग कर लेते हैं तो तापक्रम कम होने से पारे का सूत्र (thread) नीचे नहीं आता क्योंकि वह मोड़ पर से टूट जाता है। घुण्डी का पारा सिकुड़कर नीचे चला आता है। इस तरह पारा-सूत्र शरीर का तापक्रम दिखाता है। काम हो जाने पर पारा को घुण्डी में नीचे लाने के लिये थर्मामीटर का नीचे की ओर झाड़ना पड़ता है।



चित्र ७७

उच्च तापक्रमों की नाप (Measurement of high temperature) :—पारे से ३५७°C के लगभग या इससे कुछ कम तापक्रम नाप सकते हैं, इसके बाद वह भाप हो जाता है। पारे के ऊपर नाइट्रोजन (Nitrogen) या आरगॉन (Argon) के समान गैस नली से भरकर उच्च तापक्रम नापने के काम में आ सकता है। ये गैसें पारे पर दबाव डालकर उसे उबलने से रोकती हैं। इस तरीके से ६००° C तक तापक्रम नापा जा सकता है। इससे उच्च तापक्रम **पाइरोमीटर** (Pyrometer) नामक यंत्र से नापा जाता है जिसका वर्णन इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर है।

उदाहरण—१. वह कौन तापक्रम है जो सेन्टीग्रेड और फारेनहाइट पैमाने पर समान पठन देता है ?

मान लो कि वह तापक्रम x है, तो

$$\frac{x-३२}{९}=\frac{x}{५}, \text{ या } ९x=५\,(x-३२)$$

$$=५x-१६०, \text{ इससे } x=-४०;$$

इसलिये $-४०°C=-४०°F$, उत्तर।

२. किसी वस्तु का तापक्रम फारेनहाईट स्केल पर ४००° है, तो परम तापक्रम के पैमाने पर वह तापक्रम कितना होगा ?

मान लो कि $t°C = ४००°F$, तो

$$\frac{४००-३२}{९} = \frac{t}{५}, \text{ या } t = ३६८ \times \frac{५}{९}$$

$= २०४.४४°C$ और परम स्केल पर यह तापक्रम

$= २०४.४४ + २७३ = ४७७.४४°A$ उत्तर

अभ्यास

१. ताप की मात्रा और तापक्रम में भेद बताओ।

1. Distinguish between temperature and quantity of heat.

२. ताप का वस्तुओं पर क्या असर पड़ता है?

2. What are the effects of heat on bodies?

३. तापक्रम को नाप किस सिद्धान्त पर होती है? एक थर्मामीटर का वर्णन करो।

3. On what principles is the measurement of temperature done? Describe a thermometer.

४. थर्मामीटर के लिये पारा एक उपयुक्त पदार्थ क्यों समझा जाता है?

4. Why is mercury considered to be a suitable substance for a thermometer?

५. एक उच्चतम और न्यूनतम थर्मामीटर की बनावट और क्रिया समझाओ।

5. Describe the construction and explain the working of a maximum and minimum thermometer.

६. थर्मामीटर साधारणतः कितने प्रकार के हैं, उनका संक्षिप्त वर्णन करो। एक स्केल का पठन दूसरे स्केल में कैसे बदल सकते हैं?

6. What are the various types of thermometers, describe them in brief. How are the readings on one thermometer changed to those of another?

७. डाक्टरी थर्मामीटर की बनावट, क्रिया और उपयोग बताओ।

7. Describe the construction, working and uses of a Doctor's thermometer.

८. थर्मामीटर का हिमांक और क्वथनांक विन्दु प्रयोग द्वारा कैसे निश्चित किया जाता है ?

8. How are the freezing and boiling points of a thermometer determined experimentally ?

९. पानी को थर्मामीटर में पारे की जगह इस्तेमाल किया जा सकता है कि नहीं ? कारण सहित समझाओ ।

9. Explain with reasons whether water in place of mercury can be used as a thermometric substance or not ?

१०. वह कौन तापक्रम है जिसका पठन फारेनहाइट स्केल पर, सेंटीग्रेड स्केल के पठन का ९ गुणा है ? [४०°F और ४.४४°C उत्तर]

10. What is the temperature whose reading on a fahrenheit thermometer will be 9 times as the corresponding reading on a Centigrade scale ?

[Ans. 40°F & 4.44 C]

११. एक ही तापक्रम को जब सेंटीग्रेड और रोमर दोनों स्केलों पर पढ़ा जाता है तो १° का अन्तर पाया जाता है। हर थर्मामीटर कितना डिग्री तापक्रम बताता है। [उत्तर ५°C और ४°R]

11. The same temperature when read on a Centigrade and a Reaumur thermometer gives a difference of 1. What is the number of degrees indicated by each thermometer ?

[Ans. 5°C & 4°R]

दूसरा अध्याय

तापमापन

(Calorimetry)

ताप की मात्रा नापने के लिए एक इकाई (unit) होती है, जिसे कैलॉरी (Calorie) कहते है। १ ग्राम शुद्ध पानी का तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिए जरूरी ताप को 'कैलॉरी' कहते है। यह ग्राम-सेंटीग्रेड इकाई कहलाती है। फ्रांसीसी प्रणाली में ताप की इकाई ब्रिटिश थर्मल इकाई (बी० टी० यू०) (British Thermal Unit) है। एक पौंड पानी की मात्रा का तापक्रम १°F से बढ़ाने के लिए आवश्यक ताप बी० टी० यू० कहलाता है। इसे पौंड-फारेन-हाइट इकाई कहते है। चूंकि १ पौंड = ४५३·६ ग्राम और १ फारेनहाइट अंश = $\frac{५}{९}$ सें० अंश, इसलिए १ बी०टी०यू० = ४५३·६ × $\frac{५}{९}$ = २५२ कैलॉरियाँ। इसका उपयोग ब्रिटिश-अभियंता (British Engineers) करते हैं। इससे बड़ी इकाई थर्म होती है, जो १,००,००० बी० टी० यू० के बराबर होती है।

एक बड़ी इकाई होती है जिसे वृहत्-कैलॉरी (Major Calorie) कहा जाता है। १ किलोग्राम (१००० ग्राम) पानी का तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिए जितने ताप की जरूरत होती है उसे वृहत् कैलारी कहते हैं। यह १००० कैलॉरियों के बराबर है। अभियन्ता (इंजिनियर) लोग प्राय: इसी इकाई का व्यवहार करते है।

१ ग्राम पानी का तापक्रम १°C से बढ़ाने लिए आवश्यक ताप सब तापक्रम-अवधि (In all temperature-ranges) में समान नही है। इसलिए १ ग्राम पानी का तापक्रम १४·५°C से १५·५°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ताप को १५°C कैलॉरी कहते है। दूसरी इकाई मध्यमान कैलॉरी (Mean Calorie) कहलाती है।

ताप नापने का सिद्धान्त (Principle of Measurement of Heat)—एक गर्म वस्तु को (जैसे तप्त लोहा या और कोई ठोस या द्रव), जिसका तापक्रम मालूम है, एक बरतन में रखे ठण्ढे पानी के साथ मिला देते हैं। गर्म वस्तु अपना ताप ठण्ढी वस्तु (यहाँ बरतन और पानी) को ताप देती है। इसलिए गर्म वस्तु का तापक्रम घटता है और ठण्ढी वस्तु का बढ़ता है और थोड़ी देर में दोनों का तापक्रम समान हो जाता है। ताप नापने में हम इस बात को मान लेते हैं कि गर्म पदार्थ से निकलनेवाले ताप और ठण्ढे पदार्थ में घुसनेवाले पदार्थ दोनों बराबर होते हैं, यानी

परित्यक्त ताप (Heat lost) = गृहीत ताप (Heat gained)

कुछ ताप वातावरण में चला जाता है और गर्म वस्तु से परित्यक्त ताप का कुल भाग ठण्ढी वस्तु को नहीं मिलता। इसलिए ताप नापने में कुछ अशुद्धियाँ हो जाती हैं। विशेष शुद्धि तक ताप नापने के लिए इस त्रुटि (Error) को दूर करते हैं।

विशिष्ट ताप (Specific Heat) :—वस्तु की इकाई मात्रा का तापक्रम १° से बढ़ाने के लिए आवश्यक ताप उस वस्तु का विशिष्ट ताप (वि० ता०) कहलाता है, अथवा

$$\text{वि०ताप} = \frac{\text{वस्तु का तापक्रम १°C से बढ़ाने लिए ताप}}{\text{उतनी ही मात्रा के पानी का तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिए ताप}}$$

यदि किसी वस्तु का वि० ताप s है और मात्रा m ग्राम, तो १°C से उसका तापक्रम बढ़ाने के लिए आवश्यक ताप $= m \times s$ कैलॉरी और t°C से तापक्रम बढ़ाने के लिए $m \times s \times t$ कैलॉरी ताप चाहिए। इसी तरह यदि किसी वस्तु का तापक्रम t_1°C है और कुछ देर बाद गर्मी निकालने के बाद उसका तापक्रम t_2°C हो जाता है, तो उस वस्तु का निकला हुआ ताप $= m \times s \times (t_1 - t_2)$ कैलॉरी।

ताप-ग्राहिता (Thermal capacity) :—किसी वस्तु का तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिए जितने ताप की जरूरत होती है उसे उस वस्तु की ताप-ग्राहिता कहते हैं। यदि m वस्तु की मात्रा है और s उसका वि० ताप तो १°C से उसका तापक्रम बढ़ाने के लिए आवश्यक ताप $= m \times s$ कैलॉरी और यही उस वस्तु की ताप-ग्राहिता है।

जल-तुल्यांक (Water Equivalent) :—किसी वस्तु का जल-तुल्यांक पानी की वह मात्रा है, जिसका तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिये उतने ताप की जरूरत है, जितना उस वस्तु का तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिये आवश्यक है, यानी वस्तु की ताप-ग्राहिता से जितने ग्राम पानी की मात्रा का तापक्रम १°C से बढ़ जायगा वह उस वस्तु का जल-तुल्यांक होगा। इससे स्पष्ट है कि वस्तु का तापक्रम १°C से बढ़ाने के लिये $m \times s$ कैलॉरी ताप चाहिये और इतने ताप में $m \times s$ ग्राम पानी का तापक्रम १°C से उठेगा (∵ १ कैलॉरी से १ ग्राम पानी का तापक्रम १°C से बढ़ता है), इसलिये वस्तु का जल-तुल्यांक $= m \times s$ ग्राम, लेकिन उसकी ताप-ग्राहिता $= m \times s$ कैलॉरी (m वस्तु की मात्रा और s उसका वि० ताप है)। इस तरह जल-तुल्यांक और ताप ग्राहिता का संख्यात्मक मान बराबर है, लेकिन इकाई भिन्न-भिन्न है।

विशिष्ट ताप निकालने की विधियाँ—विशिष्ट ताप नापने के लिये एक बेलनाकार ताँबे का बरतन लो जिसे कैलॉरीमीटर (Calorimeter) कहते हैं। इसमें एक विचालक (Stirrer) रहता है, जिससे पानी को चलाते रहते हैं।

पहले कैलॉरीमीटर और विचालक की तौल ले लो। फिर उसमें पानी रखो जिससे वह लगभग आधा भर जाय। फिर पानी सहित कैलॉरीमीटर का वजन लो और पहले के वजन को घटाने से पानी का वजन मालूम हो जायगा। पानी में थर्मामीटर डुबाकर उसका तापक्रम ले लो।

अब जिस वस्तु का विशिष्ट ताप निकालना है उसका एक टुकड़ा लेकर हिप्सोमीटर (Hypsometer) में उबलते हुए पानी की भाप में रखो। इसके लिए वस्तु के टुकड़े को एक तागा से बाँधकर भाप में लटकाना होगा। हिप्सोमीटर के भीतर थर्मामीटर लगाकर भाप का तापक्रम लो, वही गर्म वस्तु का तापक्रम होगा। फिर उस वस्तु को सावधानी से कैलॉरीमीटर के जल में गिराओ और विचालक से पानी को चलाते रहो। गर्म वस्तु अपना ताप ठंढे पानी और कैलॉरीमीटर तथा विचालक को देगी, इसलिये उसका तापक्रम बढ़ेगा। पानी में लगे हुए थर्मामीटर से बढ़ते तापक्रम का पठन लेते जाओ और मिश्रण का आखिरी तापक्रम ठीक से लो। बाद में वस्तु के टुकड़े का भी वजन ले लो।

मान लो कि वस्तु की मात्रा m और वि० ताप s है और गर्म रहने पर उसका तापक्रम t_2°C है; कैलॉरीमीटर और विचालक का तापक्रम शुरू में t_1°C है और उनका जल-तुल्यांक W है तथा पानी का वजन w है, तो गर्म वस्तु द्वारा परित्यक्त ताप $= ms(t_2 - t)$, यहाँ t मिश्रण का तापक्रम है। कैलॉरीमीटर और पानी को प्राप्त ताप $= (w + W)(t - t_1)$ और ये दोनों बराबर हैं, $m\,s\,(t_2 - t) = (w + W)(t - t_1)$

यानी, $s = \dfrac{(w + W)(t - t_1)}{m(t_2 - t)}$

[कैलॉरीमीटर और विचालक का जलतुल्यांक $W = M\,S$, जहाँ M उनकी मात्रा है और S विशिष्ट ताप = ०·०९५ (ताँबे के लिये)।

द्रव पदार्थ—ऊपर के प्रयोग में कैलॉरीमीटर में पानी के बदले द्रव लिया जाय जिसकी मात्रा m_1 और वि० ताप s_1 है और ठोस वस्तु का वि० ताप s मालूम हो तो द्रव का वि० ताप s_1 मालूम किया जा सकता है, क्योंकि

$$m\,s\,(t_2 - t) = (m_1\,s_1 + W)(t - t_1)$$

$$\therefore\ s_1 = \frac{1}{m_1}\left[\frac{m\,s\,(t_2 - t)}{(t - t_1)} - W\right]$$

गैसों के भी वि० ताप होते हैं किन्तु उनका विवरण इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर है।

कुछ आम पदार्थों के विशिष्ट ताप

अलुमुनियम	०·२१०	बर्फ	०·५००
पीतल	०·०९०	लोहा	०·११०
ताँबा	०·०९५	बालू	०·१९०
काँच	०·१६-०·१९	चाँदी	०·०५६
सोना	०·०३०	नमक	०·२००

जल का विशिष्ट ताप, ताप की इकाई है। यह सबसे अधिक है। इसलिए जल देर से गर्म होता है और देर से ठंढा होता है। इसलिए सेंकने के लिये गर्म पानी को रबर की थैली में भर कर इस्तेमाल करते हैं। ठंढे देशों में कमरा गर्म करने के लिये गर्म पानी को कमरे में नली में रखते हैं। झीलों और

समुद्रों के किनारे जल-पवन (Sea-Breeze) और स्थल-पवन (Land-Breeze) चलते हैं और उस जगह की जलवायु न अति ठंढी रहती है और न अति गर्म। कारण यह है कि जल की अपेक्षा स्थल जल्द गर्म होता है, इसलिए दिन में स्थल जल्द से गर्म हो जाता है, लेकिन जल ठंढा ही रहता है। इसलिए ठंढी जगह से हवा गर्म जगह में आती है जिससे स्थल के वासी शीतलता अनुभव करते हैं। इस तरह दिन में जल-पवन चलते हैं, और रात में स्थल-पवन। मौसमी हवाएँ भी इसी वजह एक जगह से दूसरी जगह बहती हैं।

उदाहरण :—१. पारे और शीशे के बराबर आयतन की ताप-ग्राहिता समान है। २·५ विशिष्ट गुरुत्ववाले शीशे के विशिष्ट ताप की गणना करो, यदि पारे का वि० ताप ०·०३३३ है और विशिष्ट गुरुत्व १३·६।

मान लो कि काँच और पारा का आयतन V घन सें० मी० है, तो काँच की मात्रा $= V \times 2{\cdot}5$ ग्राम और पारे की $V \times 13{\cdot}6$ ग्राम। ताप-ग्राहिता = मात्रा × वि० ताप, इसलिए $(V \times 2{\cdot}5) \times s = (V \times 13{\cdot}6) \times 0{\cdot}0333$ (∵ दोनों बराबर है) इससे $s = 0{\cdot}181$, उत्तर।

२. ४०° C तापक्रमवाले १०० ग्राम पानी को १०° C तापक्रमवाले ५० ग्राम जल से मिलाने से मिश्रण का तापक्रम क्या होगा ?

गर्म पानी ठंढा होकर ४०° C से $t°$ C पर आता है और $100 \times (40 - t)$ कैलॉरी ताप खोता है। ५० ग्राम ठंढे जल का तापक्रम १०° C से बढ़कर $t°$ C हो जाता है और वह $50 \times (t - 10)$ कैलॉरी ताप लेता है।

∵ परित्यक्त ताप = गृहीत ताप

∴ $100(40 - t) = 50 \times (t - 10)$,

इसमें $t = 30°$,

∴ मिश्रण का तापक्रम ३०° C है, उत्तर।

३. २०० ग्राम ताँबा को १००° C तक गर्म किया जाता है और १०० ग्राम अलकोहल (Alcohol) में जो २५ ग्राम मात्रावाले कैलॉरीमीटर में रखा जाता है, यदि अलकोहल का तापक्रम ८° C से बढ़कर २८·५° C हो जाय तो उसका विशिष्ट ताप निकालो। (ताँबे का वि० ताप = ०·०९५)।

मान लो कि वि० ताप s है। कैलोरीमीटर का जल-तुल्यांक = २५ × ०·०९५ = २·३७५ ग्राम। कैलॉरीमीटर और अलकोहल द्वारा लिया गया ताप = १०० × s × (२८·५ − ८) + २·३७५ × (२८·५ − ८)

और २०० ग्राम मात्रावाले ताँबे के टुकड़े से दिया गया ताप

= २०० × ०·०९५ × (१०० − २८·५)। इन दोनों को बराबर करने से

१०० × s × २०·५ + ४८·६८७५ = १३५८·५०, या

२०५०s = १३५८·५० − ४८·६८७५ = १३०९·८१२५, इससे

s = ०·६३९, उत्तर।

अभ्यास

१. कैलॉरी और बी० टी० यू० इकाई की परिभाषा बताओ। उनका सम्बन्ध भी बताओ।

1. Define calorie and B. T. U. State the relation between them.

२. किसी वस्तु की ताप-ग्राहिता और जल-तुल्यांक की परिभाषा करो। उनमें क्या भेद है? उन्हें व्यक्त करनेवाली इकाइयों को बतलाओ।

2. Define 'thermal Capacity' and 'water equivalent' of a body. Distinguish between them and state the units used in expressing them.

३. विशिष्ट ताप की परिभाषा क्या है? एक ठोस के टुकड़े का विशिष्ट ताप कैसे निकालोगे? वस्तु का वि० ताप चुनी हुई इकाई पर निर्भर करता है कि नहीं?

3. Define specific heat. How will you derermine the specific heat of a solid? Does the specific heat of a substance depend on the units chosen?

४. १२० ग्राम अलकोहल का तापक्रम १५°C से बढ़ाकर ३५°C करने में कितने ताप की जरूरत है? (अलकोहल का वि० ताप = ०·६४)।

4. How many heat units are required to raise the temperature of 120 gms. of alcohol from 15°C to 35°C?

५. निम्नलिखित के कारण बतलाओ :—

(१) पानी की अपेक्षा बालू जल्दी गर्म होता है।

(२) समुद्र-तट की हवा भीतरी शहरों की अपेक्षा नातिशीतोष्ण रहती है।

(३) रबर के थैले में गरम पानी भरकर सेंका जाता है।

5. Give reasons for the following :—

(1) Sand becomes hot more readily than water.

(2) The climate of sea-side is more temperate compared to that of inland towns.

(3) Rubber bags filled with the hot water, are used in fomenting.

६. यदि ८०°C तापक्रमवाले जल को, जिसकी मात्रा ५० ग्राम है, ४५°C तापक्रमवाले १०० ग्राम अलकोहल से मिला दें, तो प्रतिफलित (resultant) तापक्रम क्या होगा ? (अलकोहल का विशिष्ट ताप = ०·६)।

6. What will be the resultant temperature of mixing 50 gms. of water at 80 C with 100 gms. of alcohol at 45°C ? (The specific heat of alcohol==0·6).

७. जल-पवन और स्थल-पवन के कारण बताओ।

7. What are the causes of Sea-breezes and Land-breezes ?

८. किसी द्रव पदार्थ का विशिष्ट ताप कैसे निकाला जा सकता है ?

8. How can the specific heat of a liquid determined experimentally ?

९. दो वस्तुओं का घनत्व २ : ३ के अनुपात में है और उनके विशिष्ट ताप क्रमशः ०·१२ और ०·०९ हैं। उनके प्रति इकाई आयतन की ताप-ग्राहिताओं की तुलना करो।

9. The densities of two substances are in the ratio 2 : 3 and specific heats are 0·12 and 0·09 respectively. Compare their thermal capacities per unit volume.

१०. किसी वस्तु का वजन ६० ग्राम है और उसका विशिष्ट ताप०·०९३ है, तो उसकी ताप-ग्राहिता बताओ।

10. The weight of a body is 60 gms. and its specific heat 0·093. Calculate its thermal capacity.

तीसरा अध्याय

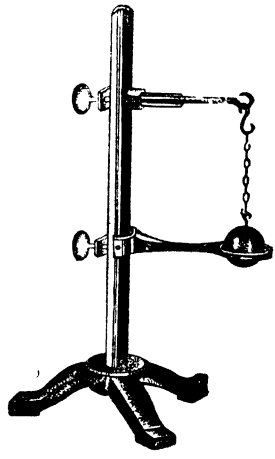
ठोस, द्रव और गैसों का प्रसार
(Expansion of solids, liquids and gases)

साधारणतया गर्म करने से ठोस, द्रव या गैसें फैलती हैं और ठंढा करने से सिकुड़ती हैं। ठोस वस्तु में ताप देने से उसकी लम्बाई, क्षेत्रफल और आयतन में वृद्धि होती है। वस्तु को ठंढा करने से विपरीत असर होता है। रबर इस नियम का अपवाद है, अर्थात् गर्म करने पर रबर सिकुड़ता है।

ताप से वस्तुओं की दशा में भी परिवर्त्तन होता है। ठोस पिघलकर द्रव बन जाता है और द्रव उबलकर भाप हो जाता है। ताप का ह्रास करने पर विपरीत दिशा में परिवर्त्तन होता है। यदि बर्फ को गर्म करें तो वह पानी बन जाता है और पानी को गर्म किया जाय तो वह भाप का रूप ले लेता है। इसी तरह यदि भाप को ठंढा करें तो वह द्रवीभूत (Condense) होकर द्रव बन जाता है और फिर उसको ठंढा करने पर अंत में द्रव जमकर ठोस बन जाता है।

द्रव और गैस जिन बरतनों में रहते हैं उन्हीं का आकार धारण कर लेते हैं। ताप के प्रभाव से उनके आयतन का प्रसार होता है, क्योंकि उनका कोई आकार नहीं होता। ताप लगने से सबसे अधिक प्रसार गैस में होता है, उससे कम द्रव में और सबसे कम प्रसार ठोस वस्तुओं में होता है।

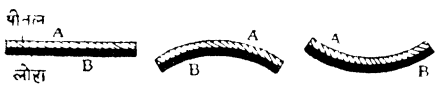
एक धातु का गोला लो और उसे एक सिकड़ी से बाँध दो। एक स्टैंड (stand) से धातु का एक छल्ला (ring) कस दो। देखो कि एक ही तापक्रम पर गोला छल्ले से आर-पार कर निकल जाता है। इसके बाद



चित्र ७८

गोले को गरम करो तो उसका आयतन बढ़ जाता है और वह छल्ले को आर-पार नहीं करता। फिर गोले को थोड़ी देर रख दो तो वह ठंढा होकर सिकुड़ जाता है और फिर छल्ले को आर-पार कर जाता है।

एक ही तापक्रम के बदलने से विभिन्न वस्तुओं का प्रसार और सिकुड़न भिन्न-भिन्न होता है। यदि लोहा और पीतल को एक साथ जोड़कर गर्म करें तो वे टेढ़े हो जाते है और पीतल बाहर की ओर होता है तथा लोहा भीतर की ओर

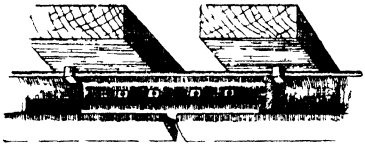


चित्र ७९ (अ) (ब) (स)

(चित्र ब) और इसके प्रतिकूल (चित्र स) नहीं होता। चूंकि शुरू में लोहा और पीतल की लम्बाई समान थी और बाहरी चाप (arc) की लम्बाई से कम है, पीतल लोहे की अपेक्षा एक ही चाप-परिवर्त्तन होने पर ज्यादा फैलता है।

ताप प्रभाव के कुछ उदाहरण

(१) रेल की पटरियां बिछाते समय दो पटरियो के बीच में थोड़ी जगह छोड़ देते है ताकि गर्म होने पर फैलाव के लिए उन्हे स्थान मिल सके। यदि

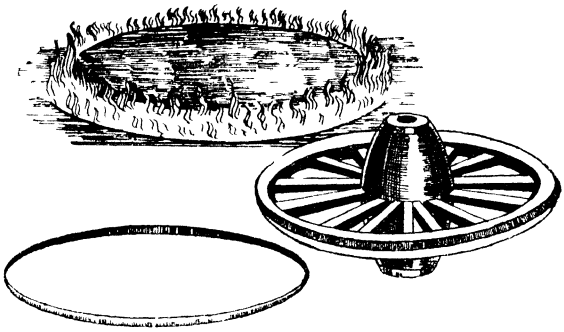


चित्र ८०

ऐसा न किया जाय तो गर्मी के दिनों में वे गर्म होकर फैलेंगी और जगह न रहने से ठेढ़ी हो जायेंगी और रेलगाड़ी पटरियों से उतर जायेगी। इसी तरह लोहे के पुलों और मकानों में शहतीर (Girder) चढ़ाते समय फैलाव के लिए जगह छोड़ी जाती है।

(२) बॉयलर (Boilar) की पत्तियों में मेखें (Rivets) जोड़ने के लिए उन्हें गर्म कर इस्तेमाल किया जाता है। ठंढा होने पर वे सिकुड़ जाती है और पत्तियों को जोर से जकड़ लेती हैं। इस तरह जोड़ भाप-रोधक हो जाते हैं।

इसी तरह बैलगाड़ियों की पहियों पर लोहे की हाल चढ़ाते हैं। हाल (Tyre) को पहिया से थोड़ा छोटा बनाते हैं। फिर हाल को गर्म किया जाता है,



चित्र ८१

जिससे वह इतना फैल जाय कि लकड़ी के पहिये पर आसानी से चढ़ सके। ठंढी होने पर हाल सिकुड़ जाती है और पहिये को जकड़ लेती है।

अग्नि-भयसूचकघंटी (Fire-alarm Bell) भी इसी सिद्धान्त पर काम करती है। इसमें लोहे और पीतल की एक मिली हुई छड़ होती है। आग लगने पर वह गर्म होकर मुड़ जाती है और लम्बी हो जाती है। लम्बी होकर वह बिजली की घंटी का चक्र (Electric circuit of alarm bell) पूरा करती है और इस तरह घंटी बजने लगती है।

(३) पैमाइश (Survey) करने के कार्यों में साँकलों (Chains) की लम्बाई को तापक्रम बदलने के कारण उन्हें सही करना पड़ता है। ताप बढ़ने से उनकी लम्बाई बढ़ जाती है और इसका संशोधन करना पड़ता है।

(४) प्लेटीनम और शीशा बराबर बढ़ते हैं। इसलिए जब कभी शीशे में तार लगाने की आवश्यकता होती है तो प्लेटीनम के तार लगाते हैं, जिससे उसके बढ़ने पर शीशा न टूटे।

(५) मोटे शीशे के गिलास में बहुत गर्म पानी डालने से गिलास चनक जाता है। इसी तरह जलती लालटेन के शीशे पर पानी छिड़कने से भी वह चनक जाता है। इसका कारण यह है कि जहाँ पानी के छींटे पड़ते हैं, वहाँ शीशा ठंढा होकर सिकुड़ने लगता है, लेकिन उसके अगल-बगल का भाग ज्यों का

त्यों रहता है, क्योंकि शीशा ताप का अच्छा परिचालक (Conductor) नहीं है, इसलिए समीपवाले भाग ठंढे नहीं हो पाते। इसी तरह शीशे के गिलास का, जो गर्म पानी से भरा है, भीतरी भाग गर्म पानी के साथ रहने के कारण गर्म रहता है और फैलना चाहता है, लेकिन बाहरी भाग ज्यों का त्यों ठंढा रहता है। इससे बल पैदा होता है जिससे गिलास चनक जाता है।

(६) जब मकानों की दीवारें टेढ़ी हो जाती हैं तो उन्हें सीधा करने के लिए उनमें छड़ लगा देते हैं और उन्हें गर्मकर बाहर से कस दिया जाता है, जिससे वे उधर फैल या सिकुड़ न सकें। जब छड़ें ठंढी होती हैं तो सिकुड़ना चाहती हैं और इससे उत्पन्न बल दीवारों को सीधी कर देता है।

प्रसार गुणक (Coefficient of expansion) :—मान लो कि O°C पर किसी छड़ की लम्बाई l_0 है और t°C तक गर्म करने पर उसकी लम्बाई l_1 हो जाती है, तो रैखिक प्रसार गुणक α (अल्फा) $= \dfrac{l_1 - l_0}{l_0 \times t} =$

$$\frac{\text{लम्बाई में वृद्धि}}{\text{पूर्व लम्बाई O°C पर} \times \text{तापक्रम में वृद्धि}}$$

रैखिक प्रसार गुणक (Coefficient of linear expansion) α का मान सेन्टीग्रेड और इञ्च दोनों में समान होता है, यदि तापक्रम की इकाई एक ही हो। इसका मान तापक्रम की इकाई पर निर्भर करता है। इस तरह t°C पर छड़ की लम्बाई $l_1 = l_0 (1 + \alpha t)$, जहाँ l_0 छड़ की o°C पर लम्बाई है। इसी प्रकार क्षेत्र और घन प्रसार गुणक (Coefficient of superficial and cubical Expansions) की परिभाषा दे सकते हैं। लम्बाई बढ़ने से ठोस के क्षेत्रफल और आयतन में वृद्धि होती है। यदि वस्तु का क्षेत्रफल o°C और t°C पर क्रमशः S_0 और S_1 है, तो क्षेत्र प्रसार गुणक β (बीटा) $= \dfrac{S_1 - S_0}{S_0 \times t} =$

$$\frac{\text{क्षेत्रफल में वृद्धि}}{\text{पूर्व क्षेत्रफल} \times \text{तापक्रम मे वृद्धि}}$$

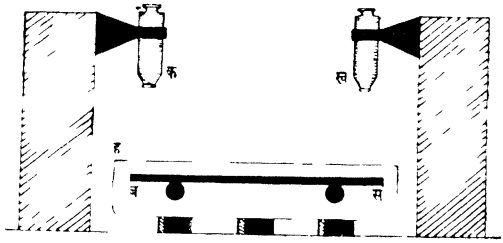
। इसी प्रकार घन प्रसार गुणक γ (गामा) =

$\frac{V_1 - V_0}{V_0 \times t} = \frac{\text{आयतन में वृद्धि}}{\text{पूर्व आयतन} \times \text{तापक्रम में वृद्धि}}$, यहाँ V_0 और V_1 क्रमशः $0^\circ C$ और $t^\circ C$ पर वस्तु के आयतन हैं। यह आसानी से साबित किया जा सकता है कि $\gamma = 3\alpha$ और $\beta = 2\alpha$।

कुछ साधारण वस्तुओं के रैखीय प्रसार गुणक (α)

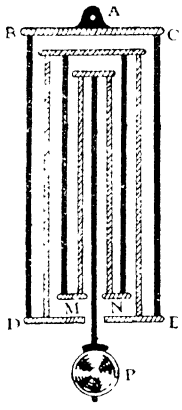
पीतल	०·०००००१९	जस्ता	०·०००००२९
लोहा	०·०००००१२	शीशा	०·००००००८
ताँबा	०·०००००१७	अलुमिनियम	०·०००००२२

किसी ठोस का रैखिक प्रसार गुणक निकालना—$0^\circ C$ पर पानी से भरे एक हौज में छड़ रखो। छड़ के दोनों सिरों के नजदीक दो निशान अच्छी तरह लगा दो और दो खुर्दबीन क और ख को ठीक दोनों निशान के सामने लाओ, जिससे निशान उनके जरिये दिखलाई दे। खुर्दबीनों के बीच की दूरी उन निशानों के बीच की लम्बाई l_0 हुई। फिर पानी को गर्म करो जिससे वह उबलने लगे। छड़ की लम्बाई बढ़ने से निशानों के बीच की दूरी बढ़ गई और वे खुर्दबीन (Microscopes) के क्षेत्र से बाहर हो गये, अतः, उनको घसकाकर फिर निशानों को खुर्दबीनों के ठीक (पहले की तरह) नीचे लाया गया। यह बढ़ी हुई लम्बाई l_1 है जब कि पानी के खौलने का तापक्रम $t^\circ C$ है। अतः रैखिक प्रसार गुणक $\alpha = \frac{l_1 - l_0}{l_0 \times t}$, इससे α का मान निकाल सकते हैं।



चित्र ८२

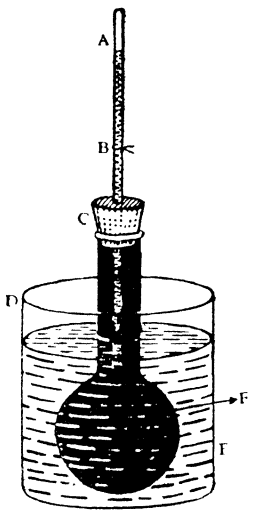
प्रतिकारी दोलक (Compensated Pendulum) :—दीवार-घड़ियों में दोलक (Pendulum) लगा रहता है। तापक्रम बढ़ने से उसकी लम्बाई बढ़ती है इसलिये उसका दोलन-काल भी बदल जाता है, जिससे घड़ी ठीक समय नहीं देती। यदि लम्बाई बढ़ जाती है, तो दोलन-काल भी अधिक हो जाता है



चित्र ८३

और घड़ी सुस्त चलती है। तापक्रम घटने से विपरीत असर होता है। इस दोष को ठीक करने के लिये हैरीसन के दोलक (Harrison's Pendulum) में लोहा और पीतल की दो समानान्तर छड़ें बारी-बारी से लगी रहती हैं। पीतल की छड़ों की लम्बाई इतनी होती है कि उनका कुल प्रसार = लोहे की छड़ों के कुल प्रसार के और ये प्रसार विपरीत दिशा में होते हैं। इसलिये स्थगन विन्दु (Point of suspension) से लटकन (Bob) के गुरुत्व-केन्द्र की दूरी एक ही रहती है और घड़ी ठीक समय देती है। इसी प्रकार घड़ी का प्रतिकारक समतोल पहिया (Compensated balance wheel) इसी सिद्धान्त पर बना है।

द्रवों और गैसों का प्रसार (Expansion of liquids and gases)।—**प्रयोग**—एक फ्लास्क (Flask) लो और उसमें कोई रंगीन द्रव जैसे—लाल पानी भर दो। उसके मुँह में काग लगा दो, जिसमें एक छेद हो। उस छेद में एक अंकित (Graduated) केश-नली (Capillary tube) फिट कर दो। फ्लास्क को एक बड़े बीकर या बरतन में डुबा कर रखो। बीकर को पानी से भर दो, जिससे फ्लास्क उसमें पूरा डूब जाय, लेकिन उसका मुँह पानी में न डूबे। अब बरतन के पानी को गर्म करो। केश-नली का रंगीन पानी पहले नीचे गिरता और फिर ऊपर चढ़ना शुरू करता है। इसकी वजह यह है कि पहले फ्लास्क गर्म हो जाता है जिससे उसका आयतन बढ़ जाता है और रंगीन पानी का धरातल केश-नली में नीचा होने से उतरता है। इसके बाद फ्लास्क का रंगीन पानी गर्म होता है और वह फैलता है तो केश-नली का लाल पानी ऊपर चढ़ने लगता है



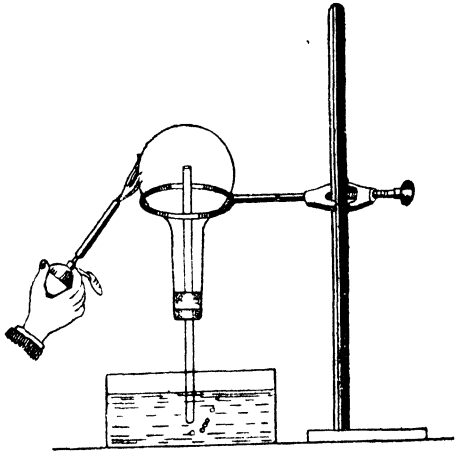
चित्र ८४

और अपनी पूर्व सतह से ऊपर हो जाता है। इससे साबित होता है कि द्रव पदार्थ का प्रसार ठोस वस्तु की अपेक्षा बहुत अधिक होता है।

पानी का बेढंगा फैलाव (Anomalous expansian of water) :—यदि पानी को ०°C से गर्म करें तो पहले उसका आयतन घटता है और ४°C पर न्यूनतम (minimum) हो जाता है। इसलिये ४°C पर पानी का घनत्व अधिकतम (maximum) हो जाता है, जिसे इकाई मानते हैं। फिर ४°C से ज्यादा गर्म करने पर उसका आयतन बढ़ता जाता है यानी घनत्व कम होता जाता है।

गैसों का फैलाव (Expansion of Gases) :—यदि बैलून या साइकिल के ट्यूब का हवा से पूरा भरकर कड़ी धूप में छोड़ दें, तो वे प्रायः फट जाते है। कारण यह है कि धूप में रहने से ट्यूब की हवा का आयतन बढ़ता है, लेकिन उतना ट्यूब का आयतन नहीं बढ़ता। क्योंकि गैसों की अपेक्षा ठोस का प्रसार (Expansion) नगण्य होता है। इस तरह हवा का दबाव बहुत बढ़ जाता है जिससे ट्यूब फट जाता है। इसी तरह किसी खाली बोतल का मुंह कार्क से बन्द कर धूप में रख दें तो कुछ देर बाद कार्क अपने-आप जोर से आवाज करती हुई निकल जाती है। गर्म होने पर बोतल की हवा फैलना चाहती है और बोतल का आयतन वही रहने से हवा का दबाव बढ़ जाता है जो कार्क को निकाल फेंकता है। इससे मालूम होता है कि गर्म होने पर गैसों का फैलाव होता है।

एक दूसरा उदाहरण लो। एक फ्लास्क (Flask) लेकर उसमें (Rubber) का काग लगा दो। काग में शीशे की एक पतली नली कस दो। नली को पानी से भरे एक बरतन में डुबाकर फ्लास्क को गर्म करो। फ्लास्क के अन्दर की हवा गर्म



चित्र ८५

होकर फैलती है और पानी के अन्दर से बुलबुला कर बाहर निकलती है। यदि फ्लास्क को ठंढा करें तो नली में पानी चढ़ना शुरू होगा।

गैसों का प्रसार द्रवों या ठोस वस्तुओं की अपेक्षा अधिक होता है। इस विशेषता को तापक्रम नापने के काम के लिये उपयोग करते हैं। गैस थर्मामीटर से बहुत ज्यादा तापक्रम नाप सकते हैं जबतक गैस का बरतन पिघल न जाय। हिलियम (Helium) गैस प्रयोग कर परम शून्य (Absolute zero) के नजदीक तक तापक्रम नापा जा सकता है। चूँकि गैसों का फैलाव बहुत ज्यादे होता है, ये थर्मामीटर बहुत ही सुग्राहक (Sensitive) होते हैं। गैसों के प्रसार की दर भी नियमित और समरूप (Uniform) होती है। कमी यह है कि ये थर्मामीटर बहुत बड़े होते है और इनमें कोई स्थायी स्केल नहीं रहता और इनका अवलोकन सीधे नहीं किया जा सकता। अतः घरेलू काम के लिए असुविधाजनक होते हैं।

जाड़े के दिनों में ध्रुवों के आसपास बहुत सरदी पड़ती है और झीलों तथा समुद्र की ऊपरी सतह जम जाती है, लेकिन बर्फ की परत के नीचे पानी रहता है जिसमें पेड़-पौधे और समुद्री जानवर रहते हैं। ऊपर बर्फ का तापक्रम ०°C रहता है, लेकिन नीचे पानी करीब ४°C पर रहता है। चूँकि ४°C पर पानी का घनत्व अधिकतम होता है, इसलिए ज्यादे घनत्व का पानी (भारी होने से) नीचे रहता है और बर्फ हल्का होने की वजह से ऊपरी सतह पर तैरता है और नीचे नहीं आ सकता।

अभ्यास

१ प्रयोग द्वारा कैसे साबित करोगे कि गर्म करने से ठोस पदार्थ फैलते हैं।

1. How will you prove experimentaly that solids expand when heated ?

२ रैखिक-प्रसार गुणक, क्षेत्र-प्रसार गुणक और घन प्रसार गुणक की परिभाषाएँ बताओ।

2. Define the terms, coefficients of linear, superficial and cubical expansion.

३ रेल की दो पटरियों के बीच कुछ जगह क्यों छोड़ दी जाती है ?

3. Why a little space is left between two iron rails ?

४ तुम कैसे दिखाओगे कि द्रव और गैस गर्म करने पर फैलते हैं।

4. How will you show that liquids and gases expand when heated ?

५ ठोसों का प्रसार नापने के लिए एक प्रयोग का वर्णन करो।

5. Describe an experiment to measure the expansion of solids.

६ इनके कारण बताओ :—

(क) धूप में रखी हुई खाली लेकिन काग लगी बोतल जोर से आवाज कर काग फेंक देती है।

(ख) हवा से भरी हुई साइकिल की ट्यूब धूप में रखने पर फट जाती है।

6. Explain the following :—

(a) Empty corked bottles placed in the sun throw away the cork with a loud sound.

(b) A cycle tube filled with air bursts when kept in the sun.

७ मोटे शीशे के गिलास में गर्म पानी रखने से वह चटख जाता है, लेकिन पतला गिलास नहीं चटखता, क्यों ?

7. A thick-walled glass-tumbler gets cracked when hot water is placed in it, but a thin-walled tumbler does not, why ?

८ वस्तुओं पर ताप के क्या प्रभाव पड़ते हैं, बताओ।

8. Describe some effects of heat on bodies.

९ प्रतिकारी दोलक लगाने से घड़ी—जाड़े या गर्मी में ठीक समय कैसे देती है, समझाओ।

9. Explain how a clock with a compensated pendulum gives right time in cold or hot seasons ?

चौथा अध्याय

ताप का संचार

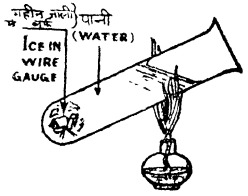
(Transmission of Heat)

एक जगह से दूसरी जगह ताप के गमन की तीन मुख्य विधियाँ हैं—

(१) **परिचालन** (Conduction), (२) **परिवाहन** (Convection) तथा (३) **विकिरण** (Radiation)

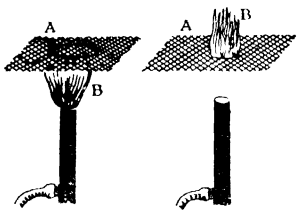
परिचालन—यदि धातु की छड़ का एक सिरा आग में रख दें और दूसरा सिरा हाथ से पकड़ें, तो थोड़े समय के बाद वह गर्म मालूम पड़ेगा। यहाँ परिचालन द्वारा ताप छड़ के एक सिरे से दूसरे सिरे तक आता है। परिचालन के लिये पदार्थ के माध्यम (medium) की जरूरत है। ताप के इस संचार में पदार्थ के माध्यम के कण नहीं चलते, लेकिन ताप एक स्थान से दूसरे स्थान तक गमन करता है। यदि शीशे के एक टुकड़े के एक सिरे को आग में रखें, तो उसका दूसरा सिरा (जो आग में नहीं है) गर्म नहीं होता। इससे मालूम होता है कि शीशा ताप का कुचालक (Bad Conductor) है और धातु, जैसे ताँबा, पीतल आदि ताप का सुचालक (Good Conductor) हैं।

जल ताप का कुचालक होता है। इसे प्रयोग द्वारा दिखलाने के लिये एक परख-नली (Test-tube) लो और उसमें बर्फ के कुछ टुकड़ों को धातु के तार से लपेटकर रख दो और फिर परख-नली को पानी से भर दो। यदि परख-नली के ऊपरी भाग को गर्म करें तो वहाँ पानी उबलने लगेगा। लेकिन परख-नली की पेंदी में स्थिर बर्फ पिघलता नहीं। इससे साबित होता है कि पानी ताप का कुचालक है जिसकी वजह ताप नीचे नहीं आता और बर्फ गलता नहीं है। साधारणतया द्रव पदार्थ ताप के कुचालक होते हैं, लेकिन पारा इसका अपवाद है अर्थात् वह ताप का सुचालक है।



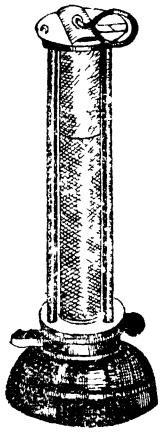
चित्र ८६

ऊपर के प्रयोग के अलावा परिचालन के कुछ और मजेदार प्रयोग हैं। बुन्सन बर्नर की लौ (Flame) पर धातु के तार की एक जाली (Wire Gauze) रखो। लौ जाली के नीचे जलती है। लेकिन जाली के ऊपर नहीं निकलती। धातु का तार ताप को जल्द-जल्द संचारित कर देता है और तार के ऊपर की गैस का तापक्रम इतना ज्यादा नहीं होता कि गैस जल उठे। अब गैस बन्द कर आग बुझा दो। फिर गैस खोलकर इस बार तार के ऊपर जलाओ। गैस तार के ऊपर जलती है लौ तार के नीचे नहीं आती। इसका भी कारण वही है जो ऊपर बताया जा चुका है।



चित्र ८७

परिचालन के कुछ मजेदार प्रयोग :—ताँबे और लकड़ी की तख्ती लो और उसमें कागज चिपका दो। अब दोनों तख्तियों में लगे कागज को स्पिरिट लैम्प से धीरे-धीरे गर्म करें, तो लकड़ी की तख्ती में चिपका कागज तुरन्त जल जायगा, लेकिन ताँबे की तख्ती में लगे कागज पर देर तक कुछ असर न होगा। चूंकि लकड़ी ताप का कुचालक है, इसलिये कागज को जो ताप मिलता है वह वहीं रहता है और कागज जल जाता है। परन्तु ताँबा ताप का अच्छा चालक है, इसलिये कागज पर जो ताप लगता है, वह ताँबा तुरन्त ही दूसरी जगह परिचालित कर देता है, जिससे कागज जल्द जलता नहीं।


चित्र ८८

इसी सिद्धान्त पर डेवी का सेफ्टी लैम्प (Davy's Safety Lamp) काम करता है। यह एक प्रकार की बत्ती है, जिसमें तार की जाली का बेलन लगा रहता है। जाली के अन्दर की गैस जलती है, परन्तु बाहर की नहीं। धातु की जाली ताप का सुचालक है और अन्दर के ताप को चारों ओर परिचालित कर देती है। जिससे बाहर की गैस का तापक्रम इतना नहीं बढ़ पाता कि वह जल उठे। इस लैम्प का उपयोग खानों (Mines) में होता है क्योंकि वहाँ आग पकड़नेवाली गैसें रहती हैं जिनसे आग लगने का डर बना रहता है।

कभी-कभी काँच की बोतल की गर्दन की ठेपी जम जाती है। ठेपी निकालने के लिये बोतल की गर्दन को धीरे-धीरे गर्म किया जाता है। बोतल की गर्दन गर्म होकर फैल जाती है और चूंकि काँच ताप का कुचालक है, ताप ठेपी तक नहीं पहुँचता और वह ज्यों की त्यों रहती है। अतः ठेपी निकल जाती है।

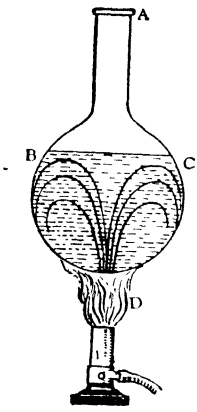
यदि जाड़े के दिनों में हम धातु और लकड़ी के तख्ते को छुएं, तो धातु का टुकड़ा लकड़ी की अपेक्षा ज्यादे ठंढा मालूम पड़ेगा। कारण यह है कि धातु ताप का सुचालक होने से हमारे हाथ की गर्मी संचालित कर देता है और हमारे हाथ से ताप निकल जाता है, जिससे हम ठंढ़ा अनुभव करते है। लेकिन लकड़ी ताप का कुचालक है और हमारे हाथ से कम ताप लेता है।

इसी तरह धूप में पड़ा धातु का टुकड़ा लकड़ी के टुकड़े से ज्यादा गर्म मालूम पड़ता है। संगमरमर (Marble) का फर्श सीमेंट के फर्श से अधिक ठंढा मालूम पड़ता है। इसकी वजह वस्तु की ताप-चालकता (Thermal Conductivity) है, जो ऊपर बताई जा चुकी है।

कुचालकों का हम अपने दैनिक जीवन में अनेक उपयोग करते हैं। बर्फ को फेल्ट, कंबल या लकड़ी के बुरादे से ढक देते हैं। चूंकि ये ताप के कुचालक हैं, इसलिये वातावरण का ताप बर्फ में घुसने नहीं पाता और वह जल्दी गलता नहीं है। जाड़े के दिनों में हमलोग ऊनी कपड़ा पहनते हैं। इसका कारण यह है कि ऊनी कपड़े सूती कपड़े की अपेक्षा ताप के कुचालक हैं। इसलिये ये कपड़े हमारे शरीर की गर्मी को बाहर निकलने नहीं देते और हम ठंढा अनुभव नहीं करते। इसी तरह केतली और चाय के बरतनों की मुठिया प्रायः लकड़ी की बनी होती है। लकड़ी ताप का कुचालक है, इसलिये उसकी गर्मी को बाहर नहीं निकलने देती है।

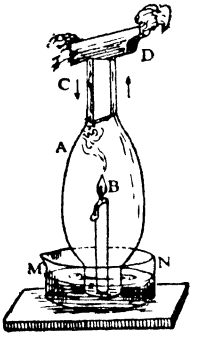
ताप का परिवाहन (Convection of Heat) :—द्रव पदार्थ या गैसें ताप के कुचालक होती हैं। उन्हें परिचालन द्वारा गर्म नहीं किया जा सकता। जब उन्हें गर्म किया जाता है तो उनके कण एक

स्थान से चलकर दूसरी जगह चले जाते हैं। यदि किसी फ्लास्क (Flask) में पानी गर्म करें तो पानी के कण नीचे से ऊपर जाते दिखाई पड़ेंगे। यदि फ्लास्क की पेंदी में कोई रंगीन पदार्थ रख दें, तो पानी की धाराएँ नीचे से ऊपर जाती हुई साफ-साफ मालूम पड़ेंगी। ऊपर से ठंढे पानी की धारा नीचे की ओर आती है। इन्हें परिवाहन धाराएँ (Convection currents) कहते हैं।



चित्र ८६

संवातन (Ventilation) :—एक मोम-बत्ती जलाकर एक बरतन में रखो, जिसमें कुछ पानी हो। इसके बाद एक लैम्प की चिमनी मोम-बत्ती पर रख दो, जैसा चित्र में दिखलाया गया है। कुछ देर में मोमबत्ती बुझ जायेगी; क्योंकि चिमनी के अगल-बगल से ताजी हवा नहीं घुसती। बत्ती के जलने से गैस पैदा होती है और वह ऊपर की ओर उठती है। इसलिये ताजी हवा ऊपर से नहीं आ सकती और बिना हवा के बत्ती जल नहीं सकती, बुझ जाती है। फिर एक कूट का टुकड़ा लो और चिमनी के सिरे पर लटका दो जिससे वह दो भागों में बँट जाय। फिर बत्ती जलाकर प्रयोग

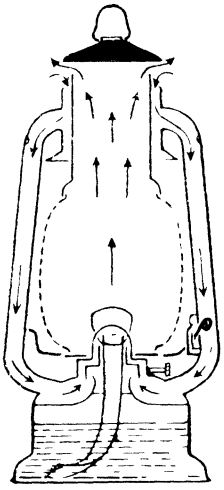


चित्र ९०

दुहराओ। इस बार बत्ती जलती रहेगी। कारण यह कि चिमनी के एक मुँह से ताजी हवा ऊपर से नीचे आयेगी। साधारण बत्तियों में यह क्रिया होती रहती है। इसी तरह कमरे में पूरा संवातन के लिये गर्म हवा के लिये कमरे के ऊपर निकास होना चाहिये और कमरे की दीवारों में ठंढी हवा के प्रवेश के लिये इन्तजाम होना चाहिये।

चिमनी या भट्ठी में हवा के वाहन (Convection) का इन्तजाम रहता है; चिमनी बहुत ऊँची होती है, जिससे धुआँ ऊपर चला जाता है और दूसरे रास्ते से ताजी और ठंढी हवा भीतर आती है। हवा के झोंके देने से भट्ठी जलती है और गर्म हवा या धुआँ चिमनी द्वारा ऊपर निकल जाता है।

गैस से भरे हुए बिजली के लैम्प में नाइट्रोजन (Nitrogen) या और कोई अक्रिय (Inert) गैस रहती है, बल्ब का तार जब गर्म होता है, तो गर्मी की वजह वाहन धाराएँ पैदा होती है और तार की गर्मी को ऊपरी हिस्से में ले जाती है। इस तरह बल्ब का तार का तापक्रम बहुत ज्यादा नहीं बढ़ता और वह पिघलने से बच जाता है। बल्ब के अन्दर शून्य (Vacuum) रहने से ऐसा नहीं होता।



चित्र ९१

जब लालटेन जलती है तो वाहन धाराएँ पैदा होती हैं। भीतर की गर्म हवा या गैस निकलकर ऊपर की ओर जाती है। जैसा कि चित्र ९१ में दिखलाया गया है ताजी हवा दूसरे छिद्रों से होकर लालटेन के भीतर घुसती है। जिससे लालटेन बुझती नहीं, जलती रहती है। यदि उन छिद्रों को बन्द कर दें, जिससे होकर हवा आती है, तो थोड़ी देर में लालटेन बुझ जायेगी।

हवा के असमान रूप से गर्म हो जाने से वाहन धाराएँ पैदा होती हैं। समुद्री और स्थलीय हवाएँ इसी तरह पैदा होती है। स्थल की अपेक्षा जल देर से गर्म और देर से ठंढा होता है। दिन में स्थल जल्दी गर्म हो जाता है और वहाँ की हवा हल्की होकर ऊपर उठ जाती है। उस रिक्त स्थान को भरने के लिये समुद्र से ठंढी हवा स्थल की ओर चलती है, जिसे समुद्री समीर (Sea Breeze) कहते हैं। रात में इसके विपरीत होता है और स्थल की ठंढी हवा समुद्र की ओर बहती है, जिसे स्थल समीर (Land Breeze) कहते हैं। इसी तरह जब कर्क और मकर रेखाओं के बीच के स्थानों की हवा गर्म होकर ऊपर चली जाती है, तो उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों से ठंढी हवा भूमध्य रेखा की ओर खाली स्थान भरने के लिये चलती है। इन्हें व्यापारिक हवाएँ (Trade winds) कहते हैं। इस तरह परिवहन के कारण मौसिमी हवाएँ, समुद्री धाराएँ और अन्य हवाएँ चलती हैं।

विकिरण (Radiation) :—परिचालन और परिवाहन द्वारा ताप-संचार के लिए माध्यम (Medium) की जरूरत पड़ती है, लेकिन विकिरण

द्वारा ताप-संचार के लिए कोई माध्यम जरूरी नहीं। विकिरण द्वारा सूर्य से गर्मी हमारे पास पहुँचती है। सूर्य हमसे करोड़ों मील दूर है और वायुमंडल को छोड़कर जो लगभग २०० मील की ऊँचाई तक फैला है, बाकी स्थान शून्य (Vacuum) है। इस तरह सूर्य की गर्मी शून्य स्थान से होकर हमारे यहाँ पहुँचती है। विकिरण द्वारा ताप तुरन्त एक स्थान से दूसरे स्थान पर चला जाता है और दूसरी विधियाँ, परिचालन और परिवाहन बहुत ही सुस्त (Slow) होते हैं।

काली वस्तु ताप का अच्छा विकीर्णक (Good Radiator) है और ताप का अच्छा शोषक भी (Good Absorber)। यदि हम दो थर्मामीटर लेकर एक की घुंडी में कालिख लगा दें और दोनों को धूप में रखें तो काली घुंडीवाला थर्मामीटर जल्द गर्म होगा और उसमें पारा अधिक ऊँचाई तक चढ़ जायगा। इसी तरह ठंढी जगह में रखने पर काली सतहवाला थर्मामीटर जल्द ठंढा होगा और उसका पारा-सूत्र नीचे चला जायगा। इसी तरह चाय के बरतन या कैलॉरीमीटर की बाहरी सतह पालिश की हुई होती है। क्योंकि पालिश कर देने पर अधिकांश ताप परावर्त्तन (Reflection) द्वारा भीतर ही रह जाता है और विकिरण की क्रिया बहुत कम हो जाती है। इसलिये बरतनों की गर्मी बाहर नहीं निकलती।

खाना पकाने के बरतनों की बाहरी सतह रुखड़ी और काली होती है। इससे वे जल्द ताप सोख लेते हैं और आग पर रखने पर जल्द गरम हो जाते हैं। जाड़े के दिनों में लोग काले कपड़े पसन्द करते हैं, क्योंकि ये कपड़े गरमी को सोखते हैं और आराम देते हैं। इसके विपरीत गरमी के दिनों में लोग सफेद कपड़े चुनते हैं, क्योंकि ये सूर्य की किरणों से कम ताप शोषण करते हैं। मंदिर और इमारत की छतें सफेद रंगी जाती हैं। इससे वे गरमी के दिनों में ठंढा और जाड़े के दिनों में गरम मालूम पड़ती हैं। स्वच्छ रात्रि बदली की रात से अधिक ठंढी होती है, क्योंकि स्वच्छ रात्रि में पृथ्वी की सतह से ताप की किरणें आसानी से विकरित होकर बाहर निकल जाती हैं।

काँच-घर (Green house) :—बहुधा पेड़-पौधे काँच-घरों में रखे रहते हैं। इससे फायदा यह होता है कि सूर्य की किरणें काँच की खिड़कियों से होकर आसानी प्रवेश करती हैं और पेड़-पौधों को गरम रखती हैं। लेकिन रात को

पेड़-पौधों से गरमी बाहर नहीं निकल सकती। इसका कारण यह है कि काँच-घर के अन्दर का तापक्रम १००°C से नीचे रहता है और ऐसी हालत में किरणों के लिये काँच अभेद्य होता है।

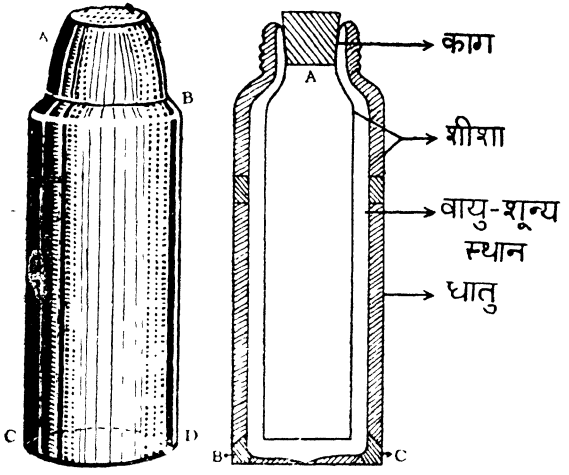
विकिरण के गुण—(१) ताप की किरणें सीधी रेखा में गमन करती हैं।

(२) ये बिना माध्यम के हर दिशा में संचारित होती हैं।

(३) ताप की किरणें प्रकाश-किरणों के समान परावर्त्तित (Reflected) होती हैं और आवर्त्तित (Refracted) भी।

(४) इनकी गति प्रकाश की गति (१८६००० मील प्रति सेकेन्ड) के बराबर होती है।

देवार का फ्लास्क या थर्मस फ्लास्क या शून्य फ्लास्क (Dewar's Flask or Thermos Flask or Vacuum Flask) :—यह एक



चित्र ६२-६३

प्रकार का बरतन है, जिससे ताप बाहर नहीं निकलता और बाहर का ताप भी अन्दर नहीं आ सकता। अतः, इसमें रखी हुई गरम वस्तु बहुत समय तक गरम और ठंढी वस्तु बहुत समय तक ठंढी रहती है। इसमें काँच की दो दीवारें होती हैं, जिन पर भीतर से चाँदी की कलई रहती है। दीवारों के

बीच से हवा निकालकर वायुशून्य (Vacuum) कर देते हैं। अन्दर की दीवार की बाहरी सतह और बाहर की दीवार की भीतरी सतह पर चाँदी की कलई लगा देते हैं। इससे अन्दर की किरणें विकिरण द्वारा बाहर नहीं निकलतीं, बल्कि परावर्त्तित होकर बाहर लौट जाती हैं, अन्दर प्रवेश नहीं करतीं। अतः, विकिरण की क्रिया बन्द हो जाती है। चूँकि दोनों दीवारों के बीच की जगह वायु-शून्य रहती है, इसलिये परिचालन या परिवाहन द्वारा ताप का संचार नहीं होता (क्योंकि इनके लिए किसी माध्यम की आवश्यकता होती है)।

वायु-व्यवस्थापन (Air-Conditioning) :—गरमी के दिनों में गरम मुल्कों में तापक्रम इतना बढ़ जाता है कि रहना मुश्किल हो जाता है। इस तरह जाड़े के मौसम में बहुत ठंढक पड़ने से वातावरण बिलकुल आरामदेह मालूम नहीं होता। वायु-व्यवस्थापना द्वारा हम किसी भी मौसम में अपने लिए उपयुक्त और आरामदेह (वातावरण) तैयार कर लेते हैं। यद्यपि आरामदेह वातावरण की शर्त्तें मनुष्य और मौसम के अनुसार बदलती रहती हैं, निम्न-लिखित शर्त्तें वायु-व्यवस्थापना के लिए करीब-करीब पूरी होनी चाहिए।

(१) आपेक्षिक आर्द्रता ३५% से ६५% तक होनी चाहिए। (२) जाड़े के दिनों में तापक्रम ६०°F से ७०°F तक रहना अच्छा है और (३) गरमी के दिनों में ६५°F से ७५°F तापक्रम आरामदेह होता है। (४) संवातन का अच्छा इन्तजाम होना चाहिये। हवा में कोई गन्ध नहीं होनी चाहिए। गरमी के दिनो में वायु-व्यवस्थापन के लिये हवा को ठण्ढा करना पड़ता है। इसके लिए प्रशीतक (Refrigerator) को इस्तेमाल करते हैं। चूषक-पम्प के द्वारा हवा खींची जाती है और छानकर प्रशीतक के एक सिरे से दूसरे तक पहुँचाई जाती है। हवा की नमी को कम कर देते हैं क्योंकि गरमी के दिनों में नमी ज्यादा होती है। चूषक-पम्प और प्रशीतक के ठण्ढा होने की दर आप-से-आप नियंत्रित (Controlled) होती है। जाड़े के दिनों में विद्युत-तापक या और कोई गरम करनेवाले यंत्र द्वारा हवा को यथोचित तापक्रम तक गरम करते हैं। चूषक-पम्प द्वारा हवा खींचकर छान लेते हैं। फिर उसे गरम कर कमरे के भीतर धारा बहाते हैं। हवा की नमी को बढ़ाते हैं क्योंकि जाड़े के दिनों में हवा में नमी कम रहती है। हवा के गरम होने की दर आप-से-आप नियन्त्रित होती रहती है।

अभ्यास

१ किन-किन तरीकों से ताप का संचार होता है। परिचालन और परिवाहन में क्या भेद है ? उदाहरण द्वारा समझाओ।

1. What are the different modes of transmission of heat ? Distinguish between conduction and convection. Illustrate the difference by examples.

२ ठंढे दिनों में एक लकड़ी और लोहे का टुकड़ा हाथ से छूने पर भिन्न-भिन्न तापक्रम पर मालूम पड़ते हैं, लेकिन थर्मामीटर से नापने पर उनका तापक्रम एक ही होता है। इसका कारण समझाओ।

2. In cold seasons a piece of wood and a piece of iron appear to be at different temperatures when touched by hand, but a thermometer gives the same reading for their temperature. Explain the reason.

३ कोई गर्म वस्तु किन-किन तरीकों से अपना ताप छोड़ती है। ऐसा कौन-कौन उपाय किया जा सकता है कि गर्मी न निकले ?

3. What are the various ways in which a hot body loses its heat ? What methods may be adopted to reduce the loss of heat ?

४ डेवी के सेफ्टी लैम्प की क्रिया समझाओ।

4. Explain the working of a Devy's Safety Lamp ?

५ हमलोग सूर्य से ताप कैसे पाते हैं ? विस्तारपूर्वक समझाओ।

5. How do we get heat from the sun ? Explain fully.

६ जब लालटेन जलती है तो वायु का संवातन कैसे होता है ? स्पष्टरूप से समझाओ।

6. Explain clearly how the ventilation of air is maintained in a burning lantern ?

७ थर्मस फ्लास्क का वर्णन करो। इसमें गर्म चीजें गर्म और ठंढी चीजें ठंढी क्यों रहती हैं ?

7. Describe a Thermos Flask. Why do hot things remain hot and cold things cold when they are placed in it ?

८ बदली की रात स्वच्छ रात्रि की अपेक्षा क्यों गर्म मालूम पड़ती है।

8. Why is a cloudy night warmer than a clear one ?

९ ठंढे देशों में काँच-घर की दीवारें काँच की बनी होती हैं, क्यों ?

9. Explain why the walls of a green house in cold countries are made of glass ?

१० वायु-व्यवस्थापन के सिद्धान्त को समझाओ।

10. Explain the principle of air-conditioning.

११ दो थर्मामीटरों की घुण्डियाँ पुती हुई हैं—एक कालिख से और दूसरी चांदी से। धूप में रखने पर उनके पठनों की तुलना करो।

11. The bulbs of two thermometers are coated, one with soot and the other with silver. Compare there readings when they are placed in the sun.

पाँचवाँ अध्याय

दशा-परिवर्त्तन

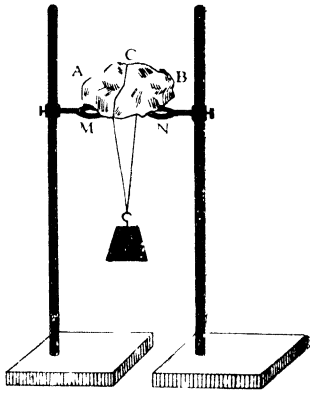
(Change of State)

ताप के प्रभाव से वस्तुओं की दशा में परिवर्त्तन होता है। यदि हम बर्फ को गर्म करें, तो वह पिघलकर जल हो जाता है और फिर गर्म करने पर वह भाप बन जाता है। इस तरह वस्तु ठोस से द्रव और द्रव से भाप में बदल जाती है।

द्रवणांक (Melting point)—हरएक वस्तु गर्म करने पर ताप के प्रभाव से किसी खास तापक्रम पर पिघलती है। उस निश्चित तापक्रम को वस्तु का द्रवणांक कहते हैं। जब ठोस वस्तु पिघलना शुरू करती है, तो उसका तापक्रम स्थिर रहता है और जब तक वह पूरी पिघल नहीं जाती, उसका तापक्रम बढ़ता नहीं है। दिया हुआ ताप वस्तु के दशा-परिवर्त्तन (ठोस से द्रव पदार्थ में) करने में इस्तेमाल होता है, उसका तापक्रम बढ़ाने में नहीं। किसी वस्तु की एक ग्राम मात्रा को उसके द्रवणांक पर पिघलाने के लिए जितने ताप की आवश्यकता होती है, उसको उस वस्तु के पिघलाने का गुप्त ताप (Latent Heat) कहते हैं। शुद्ध बर्फ के लिए यह ८० कैलॉरी है। बर्फ ०°C पर, मोम ५५°C पर, ताँबा १०८०°C पर और लोहा करीब १५३०°C पर पिघलता है। किसी वस्तु का द्रवणांक वायुभार (Atmospheric pressure) पर भी थोड़ा-सा निर्भर करता है।

बाटमले का प्रयोग (Bottomley's Experiment)—बर्फ का एक बड़ा टुकड़ा लेकर उसे दो आधारों पर रख दो। बर्फ के टुकड़े को धातु के एक पतले तार से लपेट कर तार के दोनों सिरों को नीचा करके उन्हें एक भारी वज़न या बाट में बाँध दो। कुछ समय के बाद तार बर्फ को

चीरता हुआ नीचे आ गिरता है, लेकिन बर्फ दो टुकड़े में बँट नही जाता। इसका कारण यह है कि तार के दबाव से उस जगह का बर्फ पिघल कर पानी हो जाता है और तार आसानी से नीचे चला जाता है। तार के चले जाने से दबाव भी हट जाता है और पिघला हुआ पानी जमकर फिर बफ बन जाता है। इस तरह तार के आर-पार हो जाने पर भी बर्फ के दो टुकड़े नही होते। दोनों टुकडे जमकर एक हो जाते हैं। इस क्रिया को पुनर्घनी भवन (Regelation) कहते हैं। इसी तरह बर्फ का चूर्ण कर मुट्ठी में दबाने से चूर्ण एक साथ सटकर ढेला बन जाते हैं। इससे साबित होता है कि दबाव बढ़ाने से बर्फ का द्रवणाक कम हो जाता है।



चित्र ६४

हिम-मिश्रण (Freezing Mixtures) :—यदि हम बर्फ और नमक को मिला दे तो मिश्रण का तापक्रम बर्फ के तापक्रम (o°C) से नीचे चला जाता है। ऐसे मिश्रण को हिम-मिश्रण कहते हैं। जब रासायनिक नमक (Chemical salts) बर्फ में मिलाये जाते है, तो वे बर्फ से सटे जल में घुल जाते हैं और पानी से ताप को सोख लेते हैं। इससे घोल ठंढा हो जाता है और जल जम कर बर्फ हो जाता है। इस क्रिया में वह मिश्रण से ताप लेता है जिससे उसका तापक्रम घट कर नीचे चला जाता है।

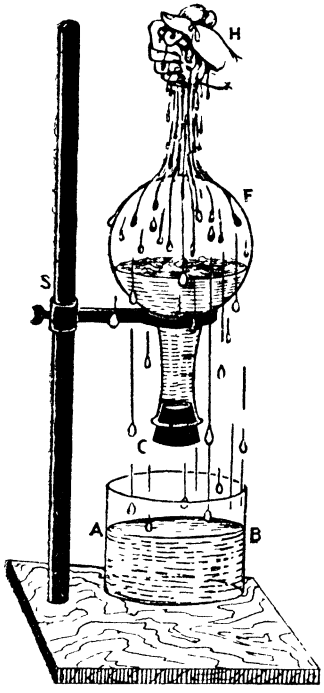
कुछ हिम-मिश्रण :—

पदार्थ	भाग वजन से	तापक्रम
१. बर्फ और साधारण नमक	९ : १	—२०°C
२. बर्फ और कैल्शियम क्लोराइड	३ : २	—५२°C
३. कार्बन डाइ-ऑक्साइड और ईथर	४ : १	—७७°C

वाष्पीकरण और क्वथनांक (Evaporation and Boiling point) :—यदि हम किसी द्रव पदार्थ को गर्म करें तो उसका तापक्रम

बढ़ेगा और एक तापक्रम आने पर द्रव भाप के रूप में बदलने लगेगा। जब तक सारा द्रव भाप के रूप में बदल नहीं जाता, तबतक तापक्रम स्थिर रहता है। उस स्थिर तापक्रम को द्रव का क्वथनांक (Boiling point) कहते हैं और एक ग्राम द्रव को उसी तापक्रम पर भाप मे बदलने मे जितना ताप लगता है, उसे **द्रव के वाष्पीकरण का गुप्त ताप** (Latent heat of Evaporation) कहते हैं। पानी के लिए यह गुप्त ताप ५३७ कैलॉरी प्रतिग्राम है।

द्रवों का क्वथनांक वायुमंडल के दबाव पर बहुत निर्भर करता है। प्रामाणिक दबाव (Standard pressure) पर जल का क्वथनांक १००°C, पारे का ३५७°C और स्पिरिट का ७८°C है।



चित्र ६२

एक फ्लास्क में पानी रखो और गर्म करो। जब पानी उबलने लगे तो फ्लास्क को अच्छी तरह काग से बन्द कर दो। फिर उसे उलट कर एक स्तम्भ से बाँध दो। इसके बाद ठंढे पानी से कपड़े को भिगाकर फ्लास्क की पेंदी पर निचोड़ो। फ्लास्क के भीतर का पानी फिर खौलने लगेगा। कारण यह है कि फ्लास्क के भीतर का जल-वाष्प पेंदी के ऊपर ठंढा पानी देने से द्रवीभूत हो जाता है और इसलिये फ्लास्क के अन्दर दबाव भी कम हो जाता है। चूँकि कम दबाव पर क्वथनांक भी कम हो जाता है, इसलिये फ्लास्क के अन्दर का पानी खौलने लगता है।

दबाव बढ़ने से द्रवों का क्वथनांक भी बढ़ जाता है। ऊँचे स्थानों पर जल कम तापक्रम पर खौलता है।

जल-चक्र—जल की दशा में बराबर परिवर्त्तन होता रहता है। पहाड़ों पर स्थित बर्फ पिघल कर द्रव बनता है और नीचे मैदानों में आता है और आखिर में

नदी-नालों से होकर समुद्र में मिल जाता है। सूर्य की गर्मी से समुद्र का जल वाष्प होकर ऊपर उठता है और बादल बनकर पहाड़ों पर वर्षा करता है। फिर यह पानी वहाँ अधिक ठंढक पड़ने से जमकर बर्फ बन जाता है। जल की दशा का यह परिवर्त्तन-चक्र प्रकृति में बराबर चलता रहता है। इसे जल-चक्र (Water-cycle) कहते हैं।

जब जलवाष्प में बदलता है, तो जल से ताप लेता है जिससे उसका तापक्रम घट जाता है। एक ग्राम जलवाष्प बनने में ५३७ कैलॉरी ताप लेना है। इसलिए, जिस बरतन में जल रखा रहता है उसका तापक्रम वाष्पीकरण होने से घटता जाता है। इस तरह सुराही का पानी या खस की भीगी हुई टट्टी ठण्ढी होती है। पंखा हाँकने पर हम ठण्ढ का अनुभव करते हैं। कारण यह है कि हमारी देह का पसीना सूखकर भाप बन जाता है और इस क्रिया में जितने गुप्त ताप की जरूरत होती है, वह हमारी देह से ही खींचता है, इसलिए हमारी देह का तापक्रम घटता है और हम ठण्ढ का अनुभव करते हैं।

बादल या मेघ (Cloud) :—पानी जब वाष्प बन जाता है, तो ऊपर उठ जाता है। कभी-कभी धूल के कणों पर ये वाष्प द्रवित होकर जल की छोटी-छोटी बूँदें बन जाते हैं। इनके समूह को बादल कहते हैं। ठण्ढा होने पर सूक्ष्म जल-कण बड़े होने लगते हैं क्योंकि द्रवीकरण की क्रिया होने लगती है। अन्त में बड़ी बूँदें वर्षा के रूप में नीचे गिरने लगती हैं।

कुहासा (Mist)—विकिरण के कारण जमीन और उसकी समीपवर्त्ती चीजें ठण्ढी हो जाती हैं, जैसे आस-पास की हवा। हवा में वर्त्तमान पानी का भाप द्रवीभूत होकर धूल के कणों पर बैठ जाता है। गहरे कुहासे को कुहरा (Fog) कहा जाता है। शहरों में अधिक कुहासा होता है क्योंकि वहाँ धूल-कण और धुआँ अधिक होता है, जिनपर जल-वाष्प जमते हैं।

ओस (Dew)—दिन में सूर्य की गर्मी से नदी, पोखरों और कुओं का जल वाष्प बनकर ऊपर उठता है और हवा में मिल जाता है जिससे हवा की नमी (Humidity) बढ़ जाती है। रात के समय पृथ्वी विकिरण द्वारा अपना ताप खो देती है और जमीन तथा निकटवर्त्ती हवा भी ठंढी हो जाती है। इससे हवा का तापक्रम ओस-विन्दु से नीचे चला जाता है। (जिस तापक्रम पर वाष्प द्रवीभूत होकर जल बन जाता है उसे ओस-विन्दु (Dew-point)

कहते हैं)। हवा में भाप की जितनी मात्रा थी, वह कम तापक्रम पर भाप के रूप में नहीं रह सकती और द्रवीभूत होकर जल-कणों के रूप में घास और पेड़-पौधों की पत्तियों पर गिर जाती है जिसे ओस-कण कहते हैं। पेड़ के पत्तों पर ज्यादा ओस गिरती है। पेड़-पौधे साँस छोड़ते समय जल-वाष्प भी छोड़ते हैं और उनके समीप की हवा में नमी ज्यादा रहती है। अतः तापक्रम ओस-विन्दु से नीचे जाता है और पौधो पर ज्यादा ओस जमा हो जाती है।

जब आकाश में बादल रहते हैं तो ओस कम गिरती है क्योंकि बादल रहने से विकिरण की क्रिया में रुकावट होती है और जमीन और उसकी निकटवर्त्ती हवा का तापक्रम ओस-विन्दु से नीचे नहीं जाता। हवा बहने से भी ओस गिरती है क्योंकि हवा के बहने से वाष्पीकरण की क्रिया भी चलती रहती है।

पाला (Frost)—जाड़े के दिनों में अनेक जगहों में वायुमंडल का तापक्रम हिमांक (Freezing point) से कम हो जाता है और जमीन पर जहाँ-तहाँ पड़ा पानी जम जाता है। चट्टानों की दरारों में इकट्ठा पानी जब जमता है तो उसका आयतन बढ़ता है और वह दरारों को फाड़ देता है। इस तरह चट्टानें टूट कर ढेर बन जाती हैं।

तुषार (Snow)—तुषारपात बहुत ठंढे मुल्कों में होता है। जाड़े के दिनों मे विकिरण द्वारा ताप इतना अधिक निकल जाता है कि वायुमंडल का तापक्रम हिमांक (o°C) से कम हो जाता है। ऐसी हालत में वायु का जल-वाष्प पहले द्रवीभूत होता है और फिर जमकर बर्फ का कण बन जाता है। इन बर्फ-कणों को तुषार कहा जाता है। यह धुनी हुई रुई के समान होता है और इसमें हिम के छोटे-छोटे कण रहते हैं।

ओला (Hail)—वर्षा की बूँदें जब गिरती हैं, तो जब-तब इन्हें वायुमंडल के ऐसे भागों से होकर जाना पड़ता है, जहाँ तापक्रम हिमांक से कम रहता है। ये बूँदें जमकर बर्फ बन जाती हैं और पीछे उनके साथ में आनेवाली दूसरी बूँदें भी जम जाती हैं। इस तरह इनका आकार बढ़ता जाता है और, जब ये बड़ी होकर जमीन पर गिरती हैं तो इन्हें ओला कहते हैं।

अभ्यास

१. काँच के गिलास में जब बर्फ का पानी रखते हैं, तो बाहर से धुँधला क्यों दिखाई देता है ?

1. Why does a glass tumbler 'cloud over' on the outside when ice-cold water is put in it ?

२. द्रवीकरण और वाष्पीकरण के गुप्त ताप की परिभाषा बताओ। हिमांक और क्वथनांक से क्या समझते हो ?

2. Define latent heat of fusion of ice and vaporisation of water. What do you understand by the freezing and boiling point of a liquid ?

३. पुनर्घनीभवन क्या है ? प्रयोग द्वारा समझाओ।

3. What is Regelation ? Explain it by an experiment.

४. इनपर टिप्पणी लिखो :—ओस, ओला, पाला और कुहासा।

4. Write notes on—Dew, Hail, Frost and Mist.

५. इनके कारण बताओ—

(क) सुराही का पानी गर्मी के दिनों में ठंढा रहता है।
(ख फर्श धोने पर कमरे ठंढे मालूम पड़ते हैं।

5. Give reasons for the following—

(a) In summer season, Water kept in a pitcher becomes cold.

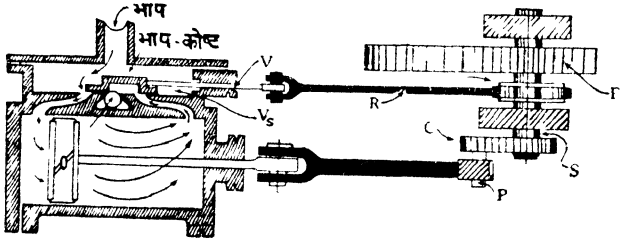
(b) The room becomes cool when the floor is washed with water.

छठा अध्याय

भाप का इंजिन
(Steam Engine)

अन्य शक्तियों की तरह ताप भी एक शक्ति है, जिसका रूपान्तर दूसरी शक्तियों में होता है। ताप का रूपान्तर यांत्रिक शक्ति में किया जाता है, जिससे कार्य (work) होता है। भाप के इंजिन में यही रूपान्तर होता है। इसका आविष्कार जेम्स वॉट (James watt) ने १७६८ ई० में किया था। भाप के इंजिन में निम्नलिखित मुख्य भाग होने चाहिये—

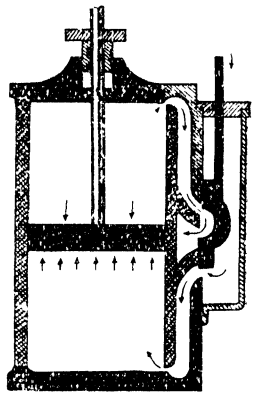
(१) बॉयलर (Boiler) :—इसमें भाप बनती है। अधिक शक्तिवाले इंजिन में ज्यादे दबाव पर भाप बनाई जाती है, जिसका तापक्रम बहुत ज्यादे



चित्र ६६

रहता है। नली द्वारा बॉयलर से भाप एक कमरे में पहुँचाई जाती है जिसे भाप-कोष्ठ (Steam chest) कहते हैं। नली में एक कपाट (valve) होती है जो भाप के निकास को नियंत्रित करती रहती है। भाप-कोष्ठ इंजिन के बेलन के ऊपर एक आयताकार कमरा होता है जिसमें तीन निकास रहते हैं। नीचे का द्वार चूषक-नली (Exhaust pipe) से मिला रहता है। अगल-बगल के दो निकासों में खिसकनेवाले कपाट Vs (Slide valves) लगे रहते हैं, जो एक के बाद एक बन्द होते हैं और खुलते हैं।

(२) खिसकनेवाले कपाट और पिस्टन (Sliding valves and the piston) :—ये कपाट ऐसे बने रहते हैं कि जब एक खुलता है तो दूसरा बन्द होता है और दूसरा खुलता है तो पहला बन्द होता है। इन कपाटों से भाप निकल कर बारी-बारी से बेलन की ओर जाती है और पिस्टन पर जोर देती है। बेलन बहुत मजबूत होता है और भाप-कोष्ठ से दो संचारकों के जरिये मिला रहता है। पिस्टन बेलन के अन्दर काम करती है। कूपंर पिन P (Crank pin) से चलने-वाली छड़ कूपंर में जुड़ी रहती है। कूपंर एक धुरा-दंड S (shaft) पर स्थित रहता है। कूपंर C (Crank) के द्वारा पिस्टन की इधर-उधर चाल (To-and-fro motion) धुरादंड की वृत्ताकार गति (Circular motion) में बदल जाती है।



चित्र ६७

(३) गतिपालक चक्र (Fly-wheel) F—यह एक भारी और बड़ा चक्र है जो धुरा-दंड (Shaft) पर स्थित है। इसकी घूर्ण-जड़ता (Moment of Inertia) बहुत अधिक होती है। यह धुरा-दंड की चाल की विषमता को दूर करता है, जिससे उसका वेग समान हो जाता है।

(४) नियंत्रक (Governor)—इंजिन की गति को नियमित करने के लिये ये नियंत्रक लगे रहते हैं और स्वयं-क्रियाशील होते रहते हैं। इस नियंत्रक में घूमनेवाली दो गेंदें लगी रहती हैं। जब इंजिन की चाल घटती या बढ़ती है ये गेंदें नीचे आती या ऊपर उठती है। इन गेंदों का गिरना और उठना एक अवरोध कपाट को खोलता और बन्द करता है जिससे भाप का निकास नियंत्रित होता है और इस तरह गति भी नियंत्रित हो जाती है।

क्रिया (Principle of Action)—बॉयलर से भाप निकल कर भाप-कोष्ठ (Steam chest) में पहुँचती है। वहाँ से वह बेलन में जाती है। तब खिसकनेवाले कपाट Vs (Sliding valve) से चूषक-द्वार बन्द हो जाता है। भाप फैलना चाहती है और अपने दबाव से पिस्टन को आगे ठेलती है। पिस्टन चलने से कूपंर C (Crank) का धुरा-दंड (Shaft)

घूमता है। जब पिस्टन अगले छोर पर चला जाता है, तो निचला द्वार खिसकने वाले कपाट से ढँक जाता है। तब भाप ऊपरी द्वार से प्रवेश करती है और पहलेवाली क्रिया दुहराई जाती है, लेकिन विपरीत दिशा में। कूपर के जरिये पिस्टन की आगे-पीछे की चाल वृत्ताकार गति में बदल जाती है। भारी चक्र (Fly-wheel) गति की विषमता को सम बना देता है। नियंत्रक द्वारा भाप का निकास स्वयं कम या ज्यादे होता रहता है। जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, इससे इंजिन की चाल नियंत्रित होती रहती है।

आन्तरिक दहन इंजिन
(Internal combustion Engine)

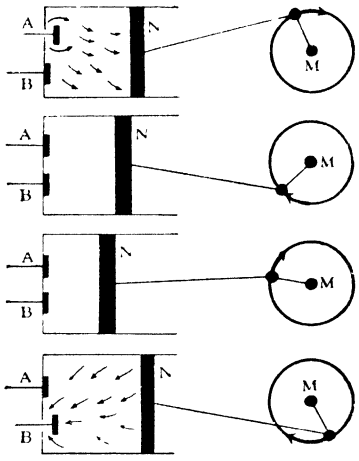
विमानों और मोटरगाड़ियों में इस्तेमाल होनेवाले इंजिन आन्तरिक दहन इंजिन होते है। इनमें ईंधन बॉयलर के अन्दर नहीं जलता बल्कि बेलन के अन्दर ही जलता है। इस तरह बॉयलर नहीं रहने से ये इंजिन भाप के इंजिनों की अपेक्षा कम जगह लेते हैं। इनकी ताकत कम होती है, लेकिन चाल भाप के इंजिन से अधिक होती है।

भाप के इंजिन की तरह आन्तरिक दहन इंजिन में बेलन और पिस्टन होते हैं। भाप के इंजिन में भाप के फैलने से दबाव उत्पन्न होता है जो पिस्टन को ठेलता है। आन्तरिक दहन इंजिन में हवा के साथ भाप मिलती है और उसके जलने से विस्फोटक बल (Explosive force) पैदा होता है जो पिस्टन को चलाता है। भाप किसी तेल की होती है, जो हवा के साथ मिलकर विस्फोटक मिश्रण (Explosive Mixture) बनती है। इस इंजिन में ईंधन कोई गैस रहती है जैसे कोल गैस (Coal gas) या कोई द्रव रहता है, जैसे पेट्रोल या अल्कोहल।

क्रिया (Principle of Action)—इन इंजिनों में एक क्रिया चक्र पूरा करने में चार मार (Srokes) की आवश्यकता पड़ती है। दो मार-वाले भी इञ्जिन होते हैं जो कम स्थान लेते हैं और उनका वजन भी कम होता है। वायुयान और मोटर गाड़ियों में इस्तेमाल होनेवाले इञ्जिन चार मारवाले होते हे। पहली मार में पिस्टन बाहर की ओर जाता है और बेलन के अन्दर हवा और गैस का विस्फोटन-मिश्रण खुले हुए कपाट द्वारा खींच लेता है। दूसरी मार में पिस्टन भीतर की ओर आता है। उस समय कपाट (Valve) बन्द हो जाता है, जिससे विस्फोटन मिश्रण पर दबाव पड़ता है।

तीसरी मार क्रियात्मक मार (Working Stroke) होती है। इसके पहले बिजली की चिनगारी से मिश्रण जल जाता है और विस्फोटन होता है। विस्फोटन होने से गैस तेजी से फैलती है, जिससे पिस्टन बाहर की ओर ठेला जाता है। उस समय कपाट बन्द रहता है।

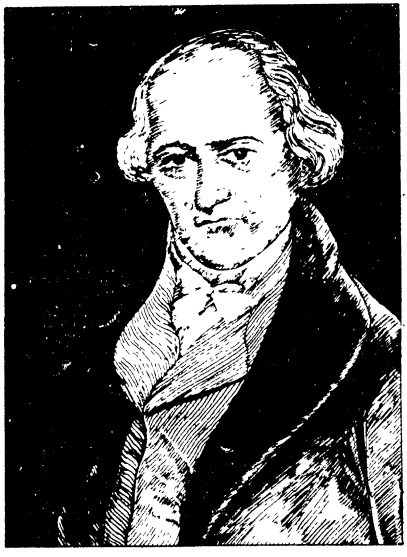
चौथी मार में पिस्टन भीतर की ओर आता है। उस समय चूषक-कपाट B. (Exhaust Valve) खुला रहता है। उससे होकर बेलन की गैसें बाहर निकाल दी जाती हैं। इस पूरी क्रिया में ग्रैस एक ही बार जलती है और पिस्टन दो अगली और दो पिछली मार में एक ही बार कार्य करता है।



चित्र ४८

जेम्स वाट (James Watt) (१७३६-१८१९) :— इन्होंने पहले-पहल इञ्जिन का आविष्कार किया। इनका जन्म इंगलैंड में सन् १७३६ ई० में हुआ था। इन्होंने ग्लासगो विश्वविद्यालय में मिस्त्री का काम करना शुरू किया। इनकी बुद्धि और चतुराई से विश्वविद्यालय के प्रोफेसर दंग रह गये।

कहा जाता है कि वाट ने एक बार केतली से निकलते हुए वाष्प के फैलने से उत्पन्न ताकत को देखा। इस ताकत का उपयोग कर उन्होंने इंजिन बनाने की बात सोची। आखिर में अपनी प्रतिभा का इस्तेमाल कर ये अपनी धुन में सफल



जेम्स वॉट

हुए। यांत्रिक कार्य (Mechanical Work) की दर बताने के लिए इन्होंने अश्व-सामर्थ्य (Horse Power) शब्द का प्रयोग किया। घोड़ा औसतन् एक सेकेन्ड में ५५० फुट-पौंड कार्य करता है। विद्युत सामर्थ्य (Electric Power) की ईकाई वॉट (Watt) है, जो एक अश्व-सामर्थ्य का $\frac{1}{७४६}$ भाग है।

इस विद्युत-इकाई (वॉट) का नाम जेम्स वॉट के नाम पर ही पड़ा।

अभ्यास

१. ताप एक शक्ति का रूप है—इससे तुम क्या समझते हो।

1. What do you understand by saying that heat is a form of energy ?

२. भाप के इञ्जिन के भिन्न-भिन्न भागों का वर्णन करो।

2. Describe the different parts of a steam engine.

३. भाप के इञ्जिन के चलने की क्रिया को समझाओ।

3. Explain the principle of working of a steam engine.

४. आन्तरिक दहन इञ्जिन और भाप के इञ्जिन में क्या फर्क है, समझाओ।

4. Explain the difference between the internal combustion engine and steam engine.

५. अच्छी तरह समझाओ कि आन्तरिक दहन इञ्जिन कैसे कार्य करता है ?

5. Explain fully the working of an internal combustion engine.

प्रकाश विज्ञान

(LIGHT)

पहला अध्याय

प्रकाश का गमन

(Propagation of Light)

प्रकाश (Light) :—जिस तरह विद्युत या ताप एक तरह की शक्ति है, उसी तरह प्रकाश भी एक तरह की शक्ति (Energy) है। अन्य शक्तियों के समान यह भी अविनाशी है और यांत्रिक (Mechanical), रासायनिक (Chemical) और विद्युतीय (Electrical) आदि शक्तियों में इसका रूपान्तर हो सकता है। प्रकाश स्वयं अदृश्य (Invisible) है। लेकिन वस्तुओं को देखने के लिए इसकी जरूरत पड़ती है। जब प्रकाश-किरणें किसी वस्तु पर पड़ती हैं, तो वस्तु की सतह से टकराकर हमारी आँख में प्रवेश करती हैं। वे हमारी आँख के पीछे रेटिना या पर्दा (Retina) पर वस्तु का प्रतिविम्ब (Image) बनाती हैं और वहाँ से नाड़ियों द्वारा अनुभूति (Sensation) हमारे दिमाग में होती है जिससे हम किसी पदार्थ को देखते हैं। अतः, किसी पदार्थ को देखने के लिये यह जरूरी है कि उस पदार्थ से प्रकाश निकले या दूसरी वस्तु से निकलकर उस पदार्थ से टकराकर हमारी आँख में प्रवेश करे।

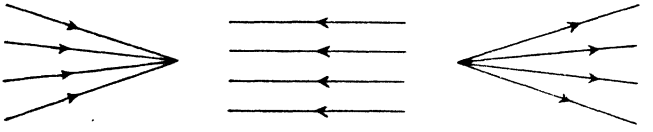
दमकने और न दमकनेवाले पदार्थ (Luminous and Non-luminous Bodies) :—हम पदार्थों को दो श्रेणियों में बाँट सकते हैं—एक स्वयं दमकनेवाले पदार्थ हैं और दूसरे न दमकनेवाले। सूर्य, जलती हुई बत्ती दमकनेवाले पदार्थ का उदाहरण हैं। न-दमकनेवाले पदार्थ खुद प्रकाश

नहीं देते, लेकिन जब उन पर प्रकाश पड़ता है, तो वे दिखाई पड़ते हैं, जैसे कागज, मिट्टी, लकड़ी, शीशा इत्यादि।

न-दमकनेवाले पदार्थों को हम तीन भागों में बाँट सकते हैं—**पारदर्शक** (Transparent), **अल्प-पारदर्शक** (Translucent) और **अपारदर्शक** (Opaque)। जिन पदार्थों से प्रकाश की किरणें आर-पार चली जाती हैं वे पारदर्शक पदार्थ कहे जाते हैं, जैसे काँच, हवा, अल्पमात्रा में पानी। जिन पदार्थों से होकर प्रकाश की किरणें अल्प मात्रा में पार करती हैं, वे **अल्प-पार-दर्शक** कहे जाते हैं। वे अधिकतर प्रकाश को सोख लेते हैं या छिटका देते हैं। घिसा हुआ काँच (Ground-Glass), तेल या ग्रीज लगा हुआ कागज, तथा पतला कागज इसके उदाहरण हैं। अपार-दर्शक पदार्थ वे हैं जिनसे होकर प्रकाश आर-पार बिल्कुल नहीं जा सकता, जैसे पत्थर, मिट्टी, लकड़ी आदि।

जिन पदार्थों के गुण और बनावट हर एक भाग मे समरूप होते हैं, उन्हें **समसर्वत्र** (Homogeneous) पदार्थ कहते हैं। इसके विपरीत जिन पदार्थों के गुण जगह-जगह पर भिन्न होते हैं, उन्हें **असम-सर्वत्र** (Inhomogeneous) पदार्थ कहते हैं।

किरण (Ray)—प्रकाश की किरणें अदृश्य होती हैं। ये किरणें इतनी पतली और बारीक होती हैं कि हम इनमें से किसी एक को अलग नहीं कर सकते। अतः, किसी बत्ती से निकलनेवाली किरणों के समूह को किरणमाला या **किरणपुञ्ज** (Beam or Pencil of Rays) कहते हैं। किरण अकेली



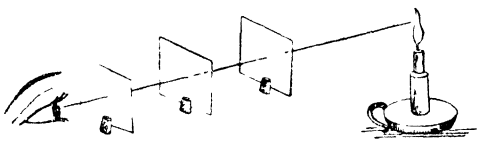
चित्र ९९, १००, १०१

होती है, लेकिन किरणपुञ्ज किरणों का एक गुच्छा है। किरणमाला समानान्तर (Parallel), अपसृत (Divergent) और संसृत (Convergent) हो सकती है। सामानान्तर किरणें आगे-पीछे बढ़ाये जानेपर एक दूसरे से नहीं मिलतीं। जब प्रकाश का उद्गम (Source) बहुत दूर रहता है, जैसे तारे, सूर्य, तो उनसे आती हुई जमीन पर किरणें करीब-करीब समानान्तर होती हैं। जब किरणें किसी प्रदीप से निकलकर फैलती जाती हैं तो उन्हें अपसृत

किरणें कहते हैं। इन किरणों की आपसी दूरी बढ़ती जाती है, जैसे-जैसे प्रकाश आगे बढ़ता जाता है। जब किरणें किसी एक विन्दु पर मिलती है तो वे संस्रत किरणें कहलाती हैं। जैसे-जैसे ये किरणें आगे बढ़ती जाती हैं, इनकी आपसी दूरी धीरे-धीरे कम होती जाती है और अन्त में ये एक विन्दु पर जाकर मिल जाती है (चित्र ९९, १००, १०१)।

प्रकाश का गमन (Propagation of Light)—प्रकाश के गमन के लिये किसी माध्यम (Medium) की जरूरत नहीं है। तारों से प्रकाश शून्य (Vacuum) होकर करोड़ों मील की दूरी तय कर हमारे पास पहुँचता है। प्रकाश की किरणों की विशेषता यह है कि ये सीधी रेखा में गमन करती हैं। इसको कई तरह से साबित किया जा सकता है।

(१) कूट के बने तीन टुकड़े लो और उनके अन्दर समान दूरी पर तीन छेद कर दो। इन तीनों टुकड़ों को लम्ब रूप से खड़ा करो।



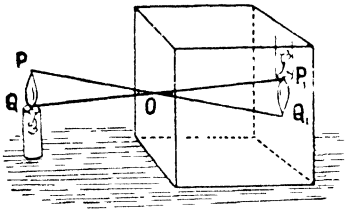
चित्र १०२

इन टुकड़ों की एक ओर अपनी आँख रखो और दूसरी ओर जलती हुई मोमबत्ती रखो। यदि आँख और तीनों छिद्र एक ही सीधी रेखा में होंगे तो मोमबत्ती की लौ दिखाई पड़ेगी। यदि इनमें से किसी को जरा भी इधर-उधर खसका दें, तो लौ नहीं दिखाई देगी। इससे साबित होता है कि प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में गमन करती है।

(२) घर के छत को किसी छिद्र से आनेवाली सूर्य की किरणों को देखो। प्रकाश की किरणें स्वयं अदृश्य है, लेकिन उनके रास्ते के धूल-कण उनकी वजह से स्पष्ट रूप से दिखलाई देंगे। यदि हम अपनी आँख को किरण-पथ में रखें, तो देखेंगे कि आँख, छत के छिद्र और सूर्य एक ही सीधी रेखा में है। आँख को जरा-सा भी हटा लेने पर सूर्य दिखलाई नहीं पड़ता। इससे भी साबित होता है कि प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में चलती हैं।

(३) सूची-छिद्र कैमरा (Pin-hole Comera) प्रकाश के सीधी रेखा में गमन करने के सबूत का एक अच्छा उदाहरण है। यह एक खोखला बक्स है, जिसके अन्दर की दीवारें काले रंग से पुती रहती हैं। इसके सामने की

दीवार पर एक छोटा छेद होता है और पीछे की दीवार पर भीतर घिसे हुए काँच (Ground Glass) का एक पर्दा लगा रहता है। यदि कैमरे के सामने एक जलती मोमबत्ती रखी जाय, तो घिसे हुए काँच पर मोमबत्ती का उल्टा प्रतिविम्ब बना हुआ दिखाई पड़ेगा। मोमबत्ती की लौ के सिरो से प्रकाश की किरणे सीधी रेखा में चलती हुई दिखाई गई है। लौ के निचले हिस्से से चलती हुई किरणे छेद से प्रवेश कर पर्दे के ऊपरी भाग पर पड़ती हे और लौ के ऊपरी हिस्से से किरणें निकलकर छेद से होती हुई पर्दे के निचले भाग पर पड़ती है। इस तरह, मोमबत्ती की लौ का उल्टा प्रतिविम्ब बनता है। इसी प्रकार, किसी दूसरे पदार्थ का भी उल्टा प्रतिबिम्ब बनेगा।



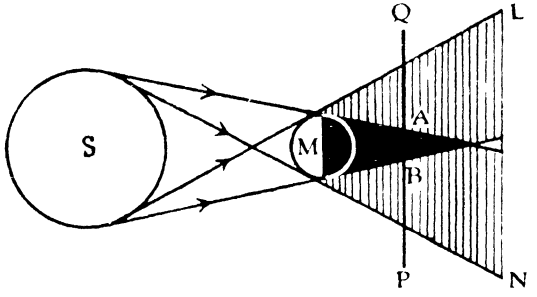
चित्र १०३

यदि सामनेवाली दीवार पर अनेक छिद्र कर दिये जायं तो पिछले पर्दे पर किसी वस्तु के उतने प्रतिविम्ब बनेंगे, जितने छिद्र होगे। ये विम्ब एक दूसरे पर पड़ेंगे और इसलिये कोई भी विम्ब (Image) स्पष्ट नहीं मालूम होगा। यदि एक बड़ा छेद कर दें, तो भी विम्ब साफ नहीं बनेगा, क्योंकि बड़े छेद को हम अनेक छोटे छेदों का समूह मान सकते हैं।

(४) छाया का बनना और ग्रहण का लगना प्रकाश के सीधी रेखा में चलने का सबूत है।

छाया (Shadow) :—जब किसी बत्ती के सामने अपारदर्शक पदार्थ (Opaque Bodies) जैसे लकड़ी, पत्थर आदि रख दें, तो प्रकाश की किरणें उस पदार्थ के आर-पार नहीं जाती। इसलिए, पदार्थ के पीछे अंधेरा हो जाता है, जो उस वस्तु की छाया कहलाती है। छाया के बनने की वजह यह है कि प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में चलती हैं और वस्तु के कोने से मुड़ नहीं सकतीं।

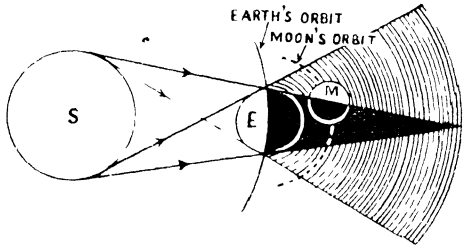
प्रच्छाया और उपच्छाया (Umbra and Penumbra) :— मान लो कि प्रकाश के एक गोले के सामने एक अपारदर्शक वस्तु रखी है। प्रकाश के गोले के दोनों सिरों से निकलती हुई किरणें अपारदर्शक वस्तु के



चित्र १०४

आखिरी छोरों को स्पर्श करती हुई जाती है। यदि वस्तु से थोड़ी दूर पर एक पर्दा रखें, तो दो प्रकार की छाया पर्दे पर दिखाई देगी। एक घनी छाया होती है जिसे प्रच्छाया (Umbra) कहते हैं, और दूसरी हल्की और धुँधली छाया है, जिसे उपच्छाया (Penumbra) कहा जाता है (चित्र १०४)।

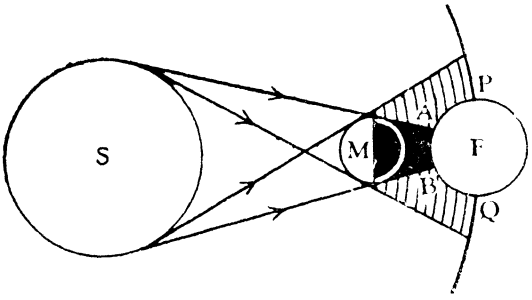
ग्रहण (Eclipses)—जब आकाश में किसी ग्रह या उपग्रह (Satellite) की छाया किसी दूसरे ग्रह या उपग्रह पर पड़ती है तो ग्रहण



चित्र १०५

लगता है। जब पृथ्वी की छाया चन्द्रमा पर पड़ती है, तो चन्द्रग्रहण (Lunar Eclipse) लगता है। ऐसे समय में पृथ्वी, सूर्य और चन्द्रमा के बीच में रहती है और सूर्य से निकलती हुई किरणें पृथ्वी की रुकावट के कारण चन्द्रमा पर नहीं पड़तीं। अतः जब चलते-चलते चन्द्रमा (जो पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करता है) पृथ्वी की छाया में पहुँचता है, तो वह दिखलाई नहीं

पड़ता है और हम इसको चन्द्रग्रहण कहते हैं। यदि चन्द्रमा का कुछ भाग उपच्छाया और कुछ भाग प्रच्छाया में पड़े तो ऐसे ग्रहण को 'आंशिक ग्रहण' (Partial Eclipse) कहते है। हर पूर्णिमा को चन्द्रग्रहण नहीं लगता, क्योंकि हर महीने चन्द्रमा पृथ्वी की छाया में नहीं आता।



चित्र १०६

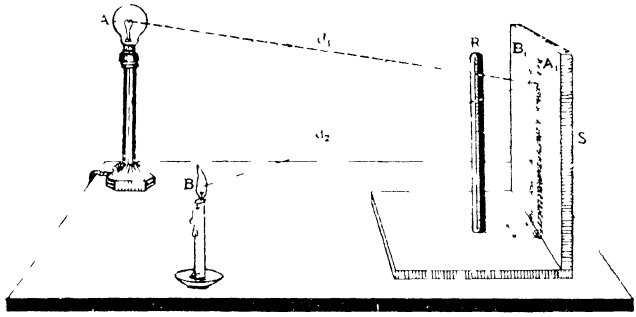
सूर्य ग्रहण (Solar Eclipse)—जब चन्द्रमा सूर्य और पृथ्वी के बीच में आ जाता है तब उसकी छाया पृथ्वी पर पड़ती है और सूर्यग्रहण होता है, क्योंकि पृथ्वी के जिस भाग पर छाया पड़ती है उस भाग से सूर्य दिखाई नहीं पड़ता। चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करता रहता है और जब सूर्य और पृथ्वी के सामने से चलते-चलते दूर हो जाता है तो फिर सूर्य दिखलाई पड़ता है और सूर्य-ग्रहण समाप्त हो जाता है। जब चन्द्रमा की प्रच्छाया पृथ्वी पर पड़ती है, तो पूर्ण सूर्य-ग्रहण (Total Solar Eclipse) लगता है और जब उपच्छाया पड़ती है तो आंशिक सूर्य-ग्रहण (Partial Solar Eclipse) होता है। हर अमावस्या को सूर्य-ग्रहण नहीं होता, क्योंकि हर महीने अमावस्या को चन्द्रमा, सूर्य और पृथ्वी के बीच में नहीं आता।

प्रकाश की तीव्रता (Intensity of Illumination) :—प्रकाश एक शक्ति है। हम इसकी मात्रा की नाप कर सकते हैं। इसके लिए हमें एक इकाई चुननी होगी। किसी बिन्दु पर प्रकाश की तीव्रता से मतलब यह होता है कि उस बिन्दु पर प्रकाश की किरणों की लम्ब-दिशा में एक पर्दा रखें तो पर्दे के इकाई-क्षेत्र पर प्रकाश की जो मात्रा पड़ती है, वह उसकी तीव्रता है। यदि पर्दे को प्रकाश के उद्गम (Source) से एक सेन्टीमीटर (cm.) की दूरी

पर प्रकाश की किरणों के लम्बवत् रखें तो इकाई क्षेत्र पर प्रकाश की जितनी मात्रा पड़ती है, वह उस उद्गम का प्रदीपन-सामर्थ्य (Illuminating Power) कहलाती है।

किसी विन्दु पर प्रदीपन (Illumination) उद्गम से उस विन्दु की दूरी के वर्ग के उत्क्रमानुपाती होता है।

प्रकाश की मात्रा नापने के लिए एक प्रामाणिक मोमबत्ती को इकाई मानते हैं। यह मोमबत्ती एक विशेष प्रकार की होती है। यह एक खास मोम (Spermaceti wax) की बनी रहती है, इसका व्यास $\frac{7}{8}$ इंच और वजन $\frac{1}{6}$ पौंड होता है और एक घण्टे में १२० ग्रेन (१६ ग्रेन = १ ग्राम लगभग) जलती है। जर्मनी में हेफनर (Hefner) लैम्प को प्रमाण-दीप मानते हैं।



चित्र १०७

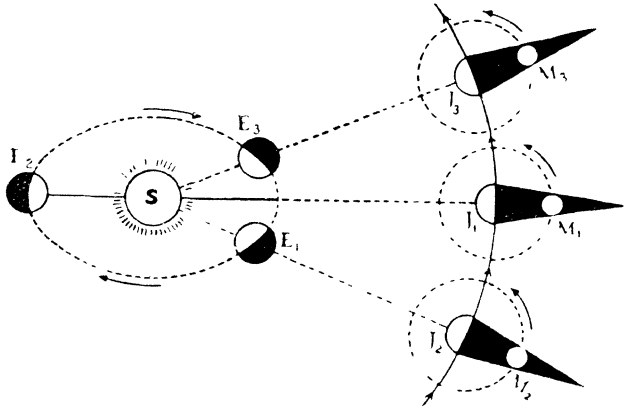
प्रकाश की तीव्रता और प्रदीपन-सामर्थ्य दीप्तिमापक (Photometer) की सहायता से नापते हैं। इसके लिए रमफोर्ड का दीप्तिमापक लो। इसमें एक पर्दा होता है और पर्दे के आगे एक छड़ उदग्र दिशा में खड़ी रहती है। फिर एक मोमबत्ती या दीप लो या दो दीप रखो जिनके दीप-सामर्थ्य (Illuminating Power) की तुलना करनी है। दोनो दीपों से पर्दे पर छड़ की दो छायाएँ बनती है। दोनो दीपों की दूरी इस तरह नियंत्रित की जाती है कि दोनों परछाइयाँ एक-सी अँधेरी हो जायँ। ऐसी अवस्था में पर्दे पर दोनों दीपों की प्रकाश-तीव्रता समान है। यदि पहले दीप का दीप-सामर्थ्य P_1 है और दूसरे का P_2 और उनकी दूरी पर्दे से क्रमशः d_1 और d_2 है, तो पहले दीप की प्रकाश-तीव्रता $\frac{P_1}{d_1^2}$ है और दूसरे की $\frac{P_2}{d_2^2}$। चूँकि संतुलित अवस्था में

दोनों तीव्रता समान है, इसलिए $\frac{P_1}{d_1^2} = \frac{P_2}{d_2^2}$ या $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$

इस तरह दोनों दीपों के दीप-सामर्थ्यों की तुलना की जाती है। यदि किसी दीप का सामर्थ्य प्रमाण दीप के सामर्थ्य के १० गुणा है, तो उस दीप का प्रकाश-सामर्थ्य १० कैन्डल-पावर (Candle Power) का है। प्रमाण-दीप से एक फुट की दूरी पर प्रकाश की जितनी तीव्रता होती है, उसे फुट-कैंड्ल (Foot-Candle) कहते है।

प्रकाश का वेग
(Velocity of Light)

पहले-पहल वैज्ञानिक रोमर (Roemer) ने इस बात का पता लगाया कि प्रकाश एक सीमित गति (Finite velocity) से चलता है। प्रकाश एक सेकेंड में १,८६००० मील चलता है। हमारे देश से अमेरिका (दूरी करीब १२००० मील) जाने में उसे केवल $\frac{१}{८}$ सेकेंड लगेगा। रेडियो की तरंगें (Radio waves) भी इसी वेग से एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाती है।



चित्र १०८

प्रकाश के वेग की नाप रोमर ने की। सूर्य से कुछ दूरी पर जुपिटर नामक एक ग्रह है, जो सूर्य के चारो ओर घूमता है। इस जुपिटर ग्रह के बहुत उपग्रह (Satellite) है, जो जुपिटर के चारों ओर घूमते रहते है। जब उपग्रह अपने परिभ्रमण में जुपिटर की छाया में आ जाता है, तो वह ग्रहण (Eclipse) में

आ जाता है। सूर्य की किरणें जुपिटर पर आकर रुक जाती हैं और इस तरह जुपिटर के पीछे छाया बन जाती है। रोमर ने ज्योतिषीय दूरबीन (Astronomical Telescope) से जुपिटर के भीतरी उपग्रह का अवलोकन किया। जब पृथ्वी और जुपिटर संयोग (Conjunction) में आये (यानी सूर्य, पृथ्वी और जुपिडर एक ही सीधी रेखा में आये) तो उसने विराम-घड़ी (Stop-watch) से दो ग्रहणों के बीच का समय निकाला। जैसे जैसे पृथ्वी जुपिटर से दूर चलता गई, ग्रहणों के बीच का समय बढ़ता गया। छः महीने बाद पृथ्वी और जुपिटर विपरीत (Opposition) में हो गये, तो दो ग्रहणों के बीच का समय अधिकतम हो गया। इसका कारण यह है कि ग्रहण नियमित समय पर लगता है लेकिन वहाँ से प्रकाश को जमीन पर आने या बन्द होने में समय लगता है, क्योंकि प्रकाश एक सीमित गति से चलता है। जब पृथ्वी जुपिटर से अधिकतम (Maximum) दूरी यानी विपरीत स्थिति (Opposition) में रहती है तो प्रकाश को पृथ्वी पर आने में सबसे अधिक समय लगता है। पृथ्वी के कक्ष का व्यास १९१×१०^६ मील है। रोमर ने अवलोकन किया कि प्रकाश को इतनी दूरी तय करने में १६ मिनट ३६ सेकेंड (१६·६ मिनट) समय लगा। इसलिये प्रकाश का वेग $= \frac{१९१ \times १०^६}{१६·६ \times ६०} =$ १९१४१५ मील/सेकेंड = १९२,००० मील प्रति सेकेंड (करीब)। इस विधि में बहुत-से भूल के जरिये (Sources of Errors) हैं। बाद में दूसरी विधि से प्रकाश का वेग नापा गया और वह १,८६००० मील प्रति सेकेंड निकला।

ओलस रोमर (Olaus Roemer) (१६४४–१७१०)—इनका जन्म डेनमार्क में १६४४ ई० में हुआ था। ये गणित और विज्ञान के अच्छे विद्वान थे। इन्होंने पेरिस की वेधशाला (Observatory) में जुपिटर के उपग्रहों का करीब १० साल तक अध्ययन किया। इन्होंने इस बात की खोज की कि प्रकाश एक विशेष गति से चलता है और उस गति को इन्होंने नापा भी। शुरु में इनके विचारों की आलोचना हुई, लेकिन बाद में इनके परिणाम ठीक निकले। बाद में ये फिर डेनमार्क गये और वहाँ की वेधशाला के डाइरेक्टर हो गये। इन्होंने ज्योतिषीय नापों (Astronomical Measurements) में दूरबीन का विशेष प्रयोग किया। इन्होंने मध्याह्न-वृत्त (Meridian Circle) का आविष्कार किया।

अभ्यास

१. पारदर्शक, अपारदर्शक, दमकनेवाले और न दमकनेवाले पदार्थों की परिभाषा बताओ।

1. Define the terms transparent, opaque, luminous and non-luminous bodies.

२. प्रच्छाया और उपच्छाया के भेद बताओ। एक गोलाकार रुकावट के कारण प्रच्छाया और उपच्छाया का बनना समझाओ।

2. Distinguish between Umbra and Penumbra. Indicate the formation of Umbra and Penumbra due to a spherical object.

३. सूची छिद्र कैमरा से प्रतिविम्ब की बनावट समझाओ।

3. Explain the formation of images by a pinhole camera.

४. प्रकाश क्या है ? पदार्थ किस तरह दिखाई पड़ते हैं, समझाओ।

4. What is light ? Explain how objects are visible ?

५. प्रदीपन-तीव्रता और प्रदीपन-सामर्थ्य से तुम क्या समझते हो ? उनके सम्बन्ध बताओ।

5. What do you mean by intensity of illumination and illuminating power ? State the relation between them.

६. एक दीप्तिमापक का वर्णन करो। इससे दो दीपों के प्रदीपन-सामर्थ्य की तुलना कैसे करते हैं।

6. Describe a photometer. How are the illuminating powers of two lamps compared by this ?

७. सूर्यग्रहण और चन्द्रग्रहण कैसे लगते हैं, समझाओ।

7. Explain, how are solar and lunar eclipses caused ?

८. प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में गमन करती हैं। इसे प्रयोग द्वारा साबित करो।

8. Prove experimentally that light rays travel in straight lines

९. रोमर ने प्रकाश का वेग कैसे नापा था ? संक्षेप में वर्णन करो।

9. How did Roemer measure the velocity of light ? Describe the method in brief.

१०. रोमर की जीवनी पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखो।

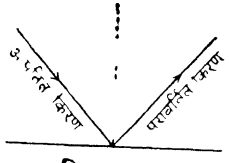
10. Write a short note on the life of Roemer.

दूसरा अध्याय

प्रकाश का परावर्तन
(Reflection of Light)

जब प्रकाश की किरणें एक माध्यम से चलकर दूसरे माध्यम पर पड़ती हैं तो निम्नलिखित बातें हो सकती हैं :—

(१) प्रकाश की किरणें उसी माध्यम मे लौट आती हैं, जिस माध्यम से वे आई है। इसको परावर्तन (Reflection) कहते हैं। पहले माध्यम से आती हुई किरणो को आपतित किरणे (Incident Lights) और दूसरे माध्यम से पहले माध्यम मे लौटी हुई किरणो को परावर्तित किरणे (Reflected Lights) कहते हैं (चित्र १०९)।

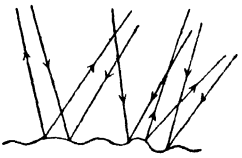


चित्र १०९

(२) प्रकाश का कुछ अंश दूसरे माध्यम द्वारा शोषित होता है।

(३) दूसरे माध्यम में भी प्रकाश की किरणे प्रवेश करती हैं। इसको प्रकाश का आवर्तन (Refraction of Light) कहते हैं। दूसरे माध्यम में जो किरणे प्रवेश करती है उन्हें आवर्तित किरणें (Refracted Light) कहते हैं।

(४) जब-तब ऐसा होता है कि परावर्तन की सतह (Reflecting Surface) समतल नही रहने से प्रकाश की किरणें उस सतह से सब दिशाओ में बिखर जाती है। इसको प्रकाश का बिखरना (Diffusion of Light) कहते हैं (चित्र ११०)।

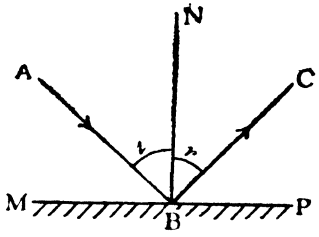

चित्र ११०

जिन वस्तुओं की सतह समतल रहती है और जिन पर पालिश लगी रहती है, उनसे प्रकाश की किरणें परावर्तित होती हैं। वहाँ वर्तन (Refraction) या शोषण (Absorption) कम होता है। उस समतल सतह को जहाँ परावर्तन (Reflection) अधिक होता है, दर्पण कहते है। साधारण दर्पण में पीछे की ओर पारे की कलई की रहती है।

परावर्तन के नियम (Laws of Reflection) :—परावर्तित किरणें दो नियमों का पालन करती हैं, जिन्हें परावर्तन के नियम कहते हैं।

(१) आपतित किरण, परिवर्तित किरण और परावर्तक सतह (Reflecting Surface) पर स्थित आपतन विन्दु पर अभिलम्ब तीनों एक ही तल (Plane) में होते हैं।

(२) आयतन कोण और परावर्तन कोण बराबर होते हैं। चित्र में A B आपतित किरण है और B C परावर्तित किरण है। B N रेखा आपतन विन्दु B पर अभिलम्ब है। कोण A B N को आपतन कोण ($\angle i$) और कोण C B N को परावर्त्तन कोण ($\angle r$) कहते है। परावर्त्तन के नियम के



चित्र १११

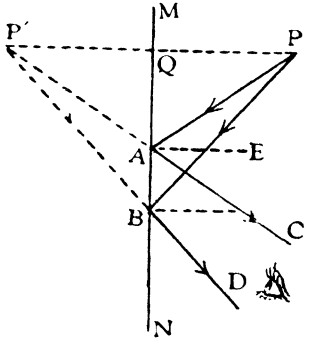
मुताबिक $\angle$ A B N = $\angle$ C B N के और सरल रेखाएँ A B, B C और B N एक ही तल में हैं।

वास्तविक और अवास्तविक प्रतिविम्ब (Real and Virtual Images) :—यदि किसी दर्पण के सामने किसी वस्तु को रखा जाय तो उस वस्तु का प्रतिविम्ब (Image) दर्पण में बनेगा। प्रतिविम्ब दो प्रकार के

होते हैं—वास्तविक (Real) और अवास्तविक (Virtual)। समतल दर्पण में बननेवाले विम्ब अवास्तविक होते हैं। ये विम्ब पर्दे पर उतारे नहीं जा सकते हैं। जो विम्ब पर्दे पर उतारे जा सकते हैं उन्हें वास्तविक विम्ब कहते हैं और ये किरणों के वास्तव में मिलने से बनते हैं। किन्तु अवास्तविक विम्ब किरणों के काल्पनिक मिलन बिन्दु पर बनते हैं। इन प्रतिविम्बों का वास्तविक अस्तित्व नहीं है और इसलिये इन्हें पर्दे पर उतारा नहीं जा सकता।

किसी नदी या पोखरा के तल में बहुत-से प्रतिविम्ब दिखाई देते हैं। वे समतल दर्पण (पानी की सतह यहाँ दर्पण का काम करती है) के विम्ब हैं और अवास्तविक (Virtual) हैं। पानी की सतह शान्त नहीं रहने पर किरणें परावर्तित नहीं होतीं बल्कि बिखर जाती हैं, प्रतिबिम्ब नहीं बनता।

परावर्त्तन के नियमों की जाँच करना (Verification of the Laws of Reflection) :—प्रयोग : एक ड्राइङ्ग-बोर्ड लो और उस पर एक पन्ना कागज बिछाकर उसके चारों कोनों पर ड्राईंग-पिन गाड़ दो जिससे कागज ड्राइङ्ग-बोर्ड पर अच्छी तरह सट जाय। कागज पर M N एक रेखा खींचो और दर्पण को इस तरह रखो कि उसका पिछला भाग उस रेखा पर पड़े और दर्पण कागज पर लम्ब रूप से रहे। कागज पर दो पिन गाड़ दो (P और A)। दर्पण में दिन का प्रतिविम्ब दिखाई पड़ेगा। एक तीसरी आलपिन C इस तरह गाड़ो कि P और A का प्रतिविम्ब और C एक ही सीधी रेखा में हों। पिन ऐसे गाड़ना चाहिए कि वे कागज पर लम्ब हों। P A आपतित किरण हुई और C A परावर्तित किरण। पिन A समतल दर्पण से सटा हुआ है। इसी तरह दर्पण की सतह से सटाकर A से कुछ दूर एक दूसरा पिन B गाड़ दो। P B दूसरी आपतित किरण हुई। फिर एक ऐसा पिन D गाड़ो कि P और B का प्रतिविम्ब और D तीनों एक ही सीधी रेखा में हों। B D परावर्तित किरण हुई। दर्पण को हटाओ। A C और B D रेखाओं को

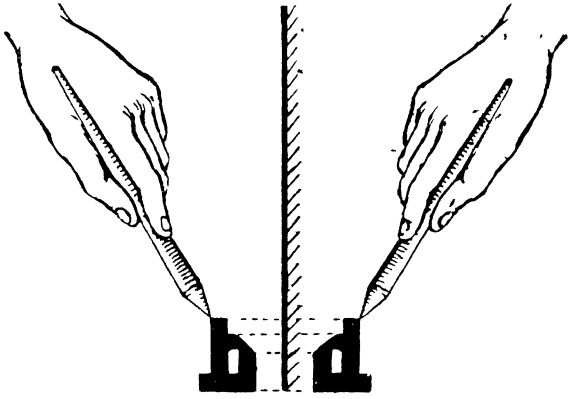


चित्र ११२

पीछे की ओर बढ़ाओ कि वे मिलें। उनका मिलन-विन्दु P' विन्दु P का प्रतिबिम्ब है। A विन्दु पर A E लम्ब खींचो। ∠ P A E आपतन कोण हुआ और ∠ E A C परावर्तन कोण है। नापने पर ये दोनों कोण बराबर है। इसी तरह दूसरे विन्दु B पर लम्ब खीचकर आपतन और परावर्तन कोण बराबर साबित करो। फिर रेखा P A, A E और A C एक ही धरातल (कागज की सतह) में है। इस तरह परावर्त्तन के नियमों का सत्यापन हुआ।

टिप्पणी—दर्पण के सामनेवाली सतह से किरणों का पूर्ण परावर्त्तन नहीं होता। पूर्ण परावर्त्तन पीछे की सतह से होता है, जिस पर पारे की कलई की होती है। सामने की सतह से वर्त्तन (Refraction) भी होता है। इस कारण परावर्त्तक सतह (Reflecting surface) दर्पण के सामनेवाली सतह से कुछ दूर पर होती है।

पार्श्विक विपर्यय (Lateral Inversion)—किसी समतल



चित्र १११

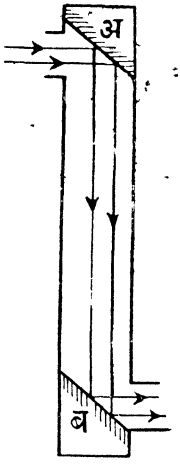
दर्पण में यदि दाहिने हाथ का प्रतिविम्ब देखो तो वह बायाँ हाथ मालूम होगा। यदि दर्पण के सामने किसी अक्षर जैसे 'प' का प्रतिविम्ब देखो तो वह उलटा

मालूम होगा जैसा चित्र में दिखलाया गया है। इसको **पार्श्विक विपर्यय** कहते हैं। वस्तु समतल दर्पण से जितनी दूर होती है, उसका प्रतिविम्ब दर्पण की सतह से उतना ही पीछे मालूम पड़ता है, यानी समतल दर्पण की सतह से वस्तु की दूरी और विम्ब की दूरी बराबर होती है।

छापेखाने के टाइप के अक्षर उलटे बने रहते हैं। यदि समतल दर्पण के सामने उन्हें रखें तो वे सीधे मालूम पड़ते है और उन्हें हम पहचान सकते हैं।

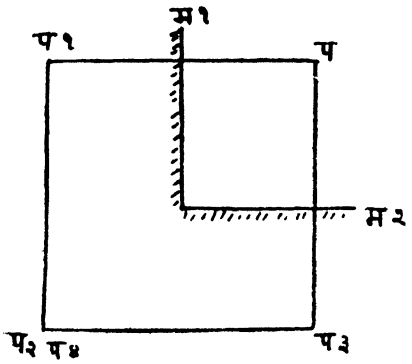
परावर्त्तन के उपयोग

साधारण पेरिस्कोप (Simple periscope) :—यह पनडुब्बी जहाज में लगा रहता है और परावर्त्तन के सिद्धान्त पर काम करता है। इसकी बनावट ऐसी होती है कि इसकी नली की धुरी से ४५° का कोण बनाते हुए दो दर्पण 'अ' और 'ब' रखे रहते हैं। प्रकाश की किरणें नली से यंत्र में प्रवेश करती हैं और दर्पण अ पर ४५° का आयतन कोण बनाती हैं। इसलिये परावर्तित किरणें भी लम्ब से ४५° का कोण बनाती हुई परावर्त्तित होती हैं। इस तरह आपतित और परावर्तित किरणें एक दूसरे पर लम्ब हो जाती हैं। फिर परावर्तित किरण दूसरे दर्पण ब पर आयतन होती है और परावर्तन के बाद ९०° से घूम जाती है और देखनेवाले की आँख में प्रवेश करती हैं। पनडुब्बी जहाज में लगे हुए पेरिस्कोप का ऊपरी भाग पानी की सतह के ऊपर होता है और निचली नली से देखनेवाला पानी के भीतर से देखता है। इस तरह इसकी मदद से पानी के भीतर जहाज पर बैठा हुआ आदमी पानी की सतह की चीजें देखता है। इसी तरह भीड़ के ऊपर पेरिस्कोप के ऊपरी दर्पण को रखकर आदमी उस ओर की चीज देख लेता है।



चित्र ११४

यदि दो समतल दर्पणों को इस तरह रखें कि उनकी सतह एक दूसरे से अ° का कोण बनावें और उनके बीच कोई वस्तु रखें तो अनेक प्रतिविम्ब



चित्र ११५

दिखाई देंगे। प्रतिविम्बों की संख्या

$$=\left(\frac{३६०^{\circ}}{अ^{\circ}}-१\right)।$$

इस तरह दो दर्पण एक दूसरे पर लम्ब हों तो $अ^{\circ}=९०^{\circ}$ और प्रतिविम्ब संख्या =

$$\left(\frac{३६०^{\circ}}{९०}-१\right)=३ \text{ होगी।}$$

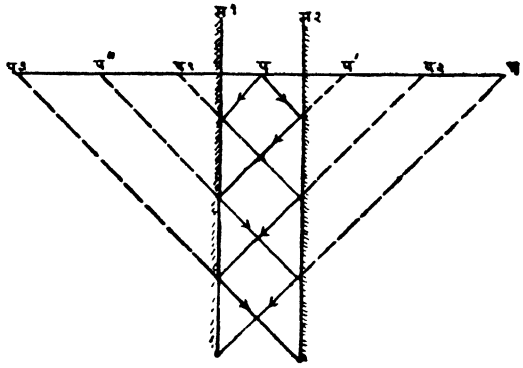
यदि $अ^{\circ}=३०^{\circ}$, तो प्रतिविम्ब

संख्या $=\left(\frac{३६०}{३०}-१\right)=११$।

यदि $अ^{\circ}=२५^{\circ}$ तो विम्ब-संख्या

$$=\left(\frac{३६०}{२५}-१\right)=\left(१४\frac{२}{५}-१\right)=१३\frac{२}{५}।$$

यह पूर्णांक नहीं है तो विम्बों की संख्या इसके बाद की पूर्णांक संख्या, यानी १४ होगी। यदि दो दर्पणों की सतहें समानान्तर हों, यानी उनके बीच का



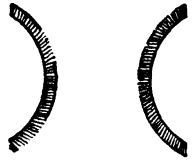
चित्र ११६

कोण $अ=०^{\circ}$ (शून्य) हो तो प्रतिविम्बों की संख्या $=\frac{३६०^{\circ}}{०}-१=\alpha$

अनन्त होगी, जैसा कि चित्र में दिखलाया गया है। पीछेवाले प्रतिविम्ब धुंधले मालूम पड़ते हैं, क्योंकि परावर्तन के बाद प्रकाश की मात्रा कम होती जाती है।

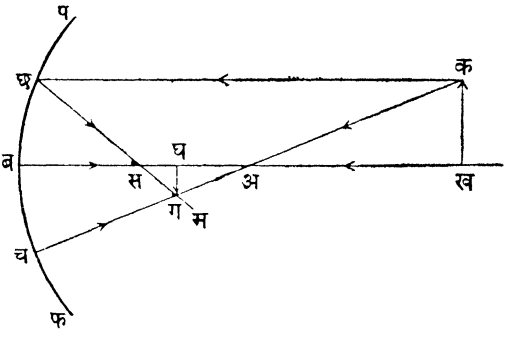
बहुरूपदर्शक या केलिडोस्कोप (Kaleidoscope)—यह खिलौना इसी सिद्धान्त पर काम करता है। इसमें एक बेलनाकार नली होती है, जिसमें तीन समतल दर्पण एक दूसरे से ६०° का कोण बनाते हुए रखे रहते हैं। दो दर्पणों के बीच रंगीन काँच के कुछ टुकड़े रहते हैं। नली के दोनों सिरे काँच द्वारा बन्द रहते हैं। नली को घुमा-घुमाकर देखने से कई रंगीन प्रतिविम्ब मालूम पड़ते हैं। ये प्रतिविम्ब रंगीन काँच के टुकड़ों के हैं और आनत दर्पणों में परावर्त्तन की वजह से बनते हैं।

गोलाकार दर्पणों पर प्रकाश का परावर्त्तन (Reflection of light at spherical mirrors)—गोलाकार दर्पण दो तरह के होते हैं—एक **नतोदर दर्पण** (Concave mirror) और दूसरा **उन्नतोदर दर्पण** (Convex mirror)। जब पालिश की हुई सतह भीतर की ओर दबी रहती है, तो उस दर्पण को नतोदर कहते हैं और यदि पालिश की हुई सतह ऊभरी हुई (Bulging) होती है तो दर्पण उन्नतोदर कहलाता है।



चित्र ११७

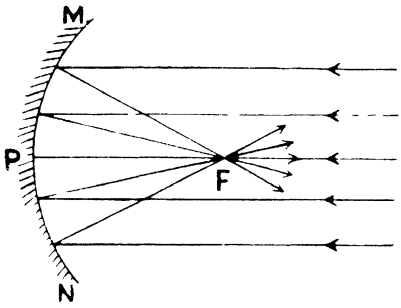
मान लो कि प ब फ एक नतोदर दर्पण है। अ इस गोल सतह (प फ ब) का केन्द्र है। इसे दर्पण का वक्रता-केन्द्र *(Centre of Curvature)* कहते हैं। वक्रता-केन्द्र से जाती हुई क्षैतिज रेखा को प्रधान अक्ष (Principal Axis) कहते हैं।



चित्र ११८

प्रधान अक्ष दर्पण से जिस विन्दु पर मिलता है, उसे दर्पण का ध्रुव (Pole)

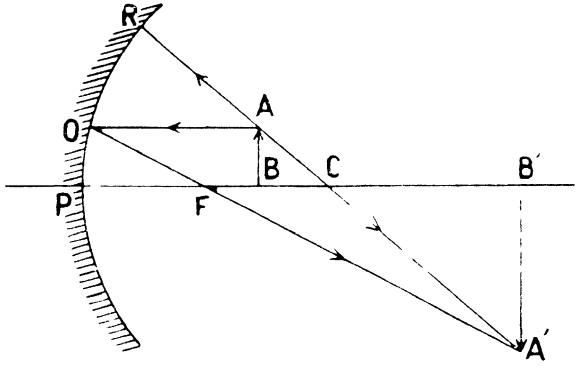
कहा जाता है। प्रधान अक्ष ब ख के समानान्तर किरणें जब दर्पण पर आपतित होती है, तब परावर्तन के बाद एक खास विन्दु पर मिलती है, जिसे दर्पण की प्रधान नाभि (स) (Principal Focus) कहते हैं। ध्रुव से प्रधान नाभि की दूरी को नाभ्यन्तर (Focal Length) कहा जाता है (ब स)।



चित्र ११९

दर्पण की सतह किसी गोले (Sphere) का अंश है। उस गोले की त्रिज्या को वक्रता-त्रिज्या (Radius of Curvature) (ब अ) कहते है। वक्रता-त्रिज्या नाभ्यन्तर की दूनी होती है।

यदि वक्रता-केन्द्र पर कोई वस्तु (Object) रखी जाय, तो उसका प्रतिविम्ब वस्तु के बराबर होता है। नतोदर दर्पण में यदि नाभि और वक्रता केन्द्र के बीच में वस्तु रखें, तो प्रतिविम्ब वस्तु से बड़ा होगा तथा वह



चित्र १२०

उल्टा (Inverted) और वास्तविक (Real) होगा। उसका स्थान केन्द्र और अनन्त (Infinity) के बीच होगा। नाभि पर वस्तु रखने से विम्ब अनन्त पर बनेगा और वस्तु से अनन्त गुणा बड़ा होगा। नाभि और ध्रुव के बीच वस्तु रहने से विम्ब दर्पण के पीछे बनेगा। वह सीधा और अवास्तरिक

(Virtual) होगा। इसी तरह केन्द्र पर वस्तु रहने से विम्ब केन्द्र पर ही बनेगा। वह उल्टा और वास्तविक होगा। जब वस्तु केन्द्र और अनन्त के बीच होगी तो विम्ब केन्द्र और नाभि के बीच में बनेगा। वह वस्तु से छोटा, उल्टा और वास्तविक होगा। बिम्ब और वस्तु के आकार के अनुपात को विशालन (Magnification) कहते हैं। नतोदर दर्पण को विशालक-काँच (Magnifying Glass) जैसा इस्तेमाल करते हैं। इसके लिए वस्तु नाभि और वक्रता-केन्द्र के बीच में रहनी चाहिए। उन्नतोदर दर्पण (Convex Mirror) में किसी वस्तु का विम्ब अवास्तविक, सीधा और वस्तु से छोटा होता है। इस दर्पण में दूर की वस्तुओं का प्रतिविम्ब स्पष्ट मालूम पड़ता है। इसलिए मोटर गाड़ियों में ड्राइवर के आगे एक उन्नतोदर दर्पण रहता है जिससे वह गाड़ी के पीछे की वस्तुओं को आसानी से देख ले।

गोले दर्पणों में दर्पण के ध्रुव से वस्तु की दूरी u और विम्ब की दूरी v और नाभ्यंतर f में निम्नलिखित सम्बन्ध है।

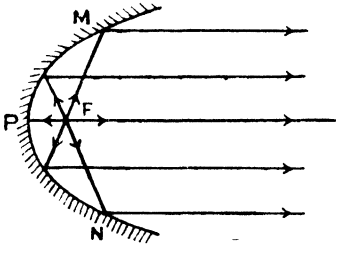
$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

यह साबित किया जा सकता है कि $\frac{\text{विम्ब का आकार}}{\text{वस्तु का आकार}}$

$$= \frac{\text{दर्पण के ध्रुव से विम्ब की दूरी}}{\text{ध्रुव से वस्तु की दूरी}} = \frac{v}{u}$$ ।

इसे दर्पण की विशालन-शक्ति (Magnifying power) कहते हैं।

दर्पण के कुछ उपयोग:—हजामत बनाने के लिए नतोदर दर्पण व्यवहार करते हैं। सुविधाजनक दूरी पर रखने पर चेहरे का विम्ब इसमें बड़ा दिखलाई पड़ता है। डाक्टर लोग गला, नाक या कान आदि के भीतरी भागों को जाँच करने के लिए नतोदर दर्पण का उपयोग करते हैं और इससे प्रकाश को एक खास जगह, जहाँ जाँच करना होता है, केन्द्रीभूत करते हैं।



चित्र १२१

नतोदर के जरिये माया दीप (Magic Lentern) और टार्च (Torch) में

प्रकाश की किरणों को केन्द्रीभूत कर समानान्तर बनाया जाता है। एक-केन्द्रीय दर्पण (Parabolic mirrors) का प्रयोग मोटरगाड़ी की बत्ती और सर्चलाइट (Search Light) में प्रकाश की किरणों के परावर्तन के लिए होता है। इसे एककेन्द्रीय परावर्तक (Parabolic Reflector) कहते हैं। इससे प्रकाश की किरणें परावर्तित होकर समानान्तर हो जाती हैं और दूर तक फैल जाती हैं।

अभ्यास

१. परावर्तन के कौन-कौन नियम हैं? इन्हें सत्यापन कैसे किया जाता है?

1. What are the laws of reflection? How are these verified experimentally?

२. पार्श्विक विपर्यय, प्रधान अक्ष, नाभि और नाभ्यन्तर की परिभाषा समझाकर लिखो।

2. Explain lateral Inversion, Principal Axis, Focus and Focal Length.

३. वास्तविक और अवास्तविक बिम्ब में क्या अन्तर है?

3. What is the difference between a real and a virtual image.

४. परिदर्शक और बहुरूपदर्शक किस सिद्धान्त पर काम करते हैं, समझाओ।

4. Explain the principle of a working of Periscope and Kaleidoscope.

५. नतोदर दर्पण से किन-किन हालतों में वास्तविक और कब अवास्तविक बिम्ब बनते हैं?

5. Under what conditions the images formed by a concave mirror are real and when these are virtual?

६. दर्पण के कुछ उपयोग बताओ।

6. Point out some uses of mirrors.

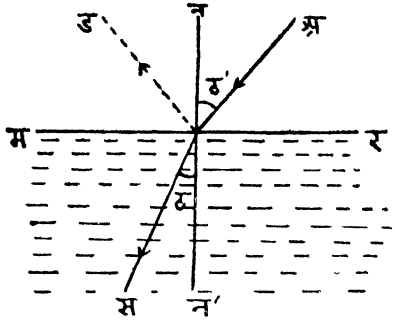
७. यदि दो समतल दर्पणों के बीच के कोण ०°, २५°, ३०°, ४०°, ५०°, ६०°, ९०°, १२०° हों तो कितने बिम्ब बनेंगे?

7. Howmany images will be formed if the angle between two plane mirrors are 0°, 25°, 30°, 40°, 50°, 60°, 90°, and 120°?

तीसरा अध्याय

प्रकाश का आवर्तन
(Refraction of Light)

जब प्रकाश की किरणें एक माध्यम से होकर दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो वे मुड़ जाती हैं। इस घटना को प्रकाश का आवर्तन (Refraction) कहते है। मान लो कि प्रकाश की किरण अ ठ' हवा से होकर जल में प्रवेश करती है। आपतन विन्दु ठ पर लम्ब न न' खीचो। ∠ अ ठ' न आपतन का कोण हुआ। जल में प्रवेश करने पर किरणें लम्ब की ओर मुड़ जाती हैं। ठ स आवर्तित किरण हुई और ∠ स ठ न' आवर्तन-कोण (Angle of Refraction) हुआ। जब किरणें विरल (Rarer) माध्यम से घने (Denser) माध्यम में प्रवेश करती है, तो वे लम्ब की ओर मुड़ती है और जब घने माध्यम से होकर विरल माध्यम में जाती हैं तो लम्ब से दूर भागती हैं।



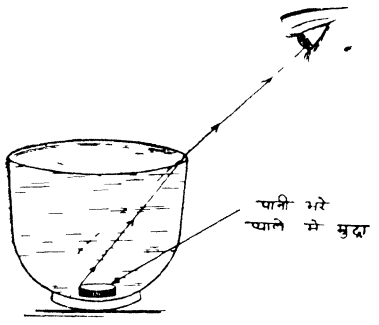
चित्र १२२

आवर्तन के नियम (The Laws of Refraction) :—

(१) आपतित किरण, आवर्तित किरण और आवर्तक सतह (Refracting Surface) के आपतन-विन्दु पर खींचा गया अभिलम्ब एक ही धरातल में स्थित होते हैं।

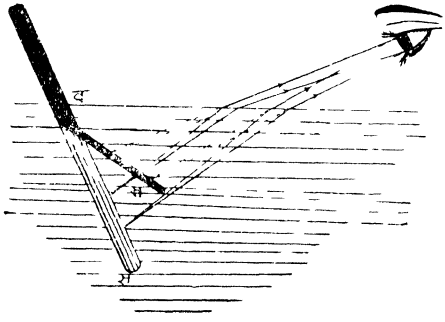
(२) आपतन कोण आवर्तन कोण के बराबर नहीं होता है। बल्कि, एक खास रंग के प्रकाश और दिए गए माध्यमों के लिए आपतन कोण की साइन (Sine) और आवर्तन कोण की साइन का अनुपात एक निश्चित संख्या होती है। इस स्थिराक (Constant) को वर्तनांक (Refractive Index) कहते हैं। इस नियम को स्नेल का नियम (Snell's Law) या साइनों का नियम (Law of Sines) कहते हैं। (समकोण त्रिभुज में लम्ब और कर्ण के अनुपात को साइन θ कहते हैं, θ लम्ब के सामने का कोण है)।

शीशे का वर्तनांक यदि $\frac{3}{2}$ है (यह विभिन्न शीशे के लिए भिन्न-भिन्न होता है) तो जब किरणें शीशे से होकर हवा में निकलती हैं तो वर्तनांक $\frac{2}{3}$ होता है। इसलिए जब किरणें हवा से पानी में जाती हैं तो वर्तनांक $\frac{4}{3}$ होता है, लेकिन जब वे पानी से होकर हवा में निकलती हैं तो वर्तनांक $\frac{3}{4}$ होता है। भिन्न-भिन्न माध्यमों के लिए वर्तनांक भिन्न-भिन्न होता है। खास माध्यम के लिए भी यह प्रकाश के रंग पर निर्भर करता है।



चित्र १२३

आवर्तन पर कुछ मजेदार प्रयोग किये जा सकते हैं। एक खाली कटोरा लो और उसमें एक पैसा रख दो। आँख को इस तरह हटाते जाओ कि पैसा दिखाई न पड़े।

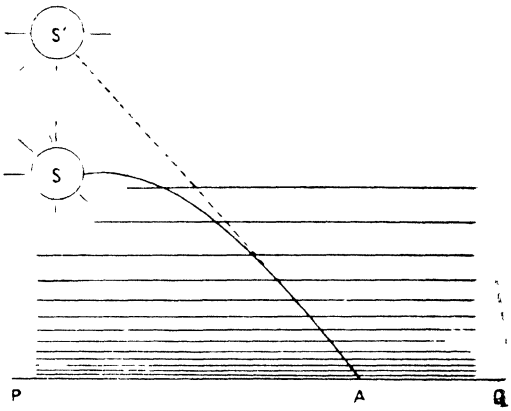


चित्र १२४

ऐसी हालत में पैसे से आता हुआ प्रकाश आँख के ऊपर होकर निकल जाता है। अपनी आँख को उसी हालत में स्थित रखकर बरतन में सावधानी से धीरे-धीरे पानी डालो जिसमें पैसा अपनी जगह से न हटे। पैसा फिर दिखाई पड़ने लगेगा। कारण यह है कि पानी से किरणें निकलकर जब हवा में प्रवेश करती हैं तो वे मुड़ जाती हैं और लम्ब से दूर

भागती है और इस तरह आँख में प्रवेश करती है तब पेंसा दिखाई पड़ने लगता है। इसी तरह पानी से भरे हुए बरतन में सीधी छड़ी डुबाओ। छड़ी मुड़ी हुई मालूम पड़ती है। यह आवर्तन के कारण होता है। छड़ी से आती हुई प्रकाश की किरणें हवा में आने पर मुड़ जाती हैं और वे बढ़ाने पर एक दूसरे बिन्दु से आती हुई मालूम पड़ती हैं, जो प्रतिबिम्ब होता है। पानी के अन्दर स्थित कोई वस्तु ऊपर उठी हुई मालूम पड़ती है और देखने पर पानी की सतह से उनकी दूरी कम मालूम पड़ती है। इसी तरह पानी के भीतर आँख डुबाकर देखने से बाहर हवा में स्थित पेड़ पौधे अधिक ऊँचे मालूम पड़ते हैं।

आकाश में तारों और सूर्य से आनेवाली प्रकाश की किरणों का आवर्तन होता है। इसकी वजह यह है कि वायु का घनत्व सभी ऊँचाइयों पर एक नहीं है। जैसे-जैसे हम ऊपर जाते है, हवा का घनत्व कम होता जाता है और नीचे की हवा अधिक घनी रहती है। जब सूर्य से किरणें नीचे जमीन की ओर आती है तो वायुमण्डल में प्रवेश करने पर वे विरल माध्यम से घने माध्यम की ओर आती है और उनका आवर्तन होता है तथा वे लम्ब से दूर भागती है। जमीन पर आदमी की आँख में पहुँचने पर वे और ऊँची जगह से आती हुई मालूम पड़ती है। इसलिए, सूर्य और तारे जिस दिशा में हमें दिखाई देते है, वह उनकी वास्तविक दिशा नहीं है। वे अधिक ऊँचे मालूम पड़ते हैं। इसी तरह, सूर्योदय के समय जब सूर्य क्षितिज (Horizon) से नीचे ही रहता है, आवर्तन के कारण वह हमें दिखलाई पड़ता है। सूर्यास्त के बाद जब सूर्य वास्तव में क्षितिज से नीचे चला जाता है, आवर्तन की वजह से हमें दिखाई पड़ता है।

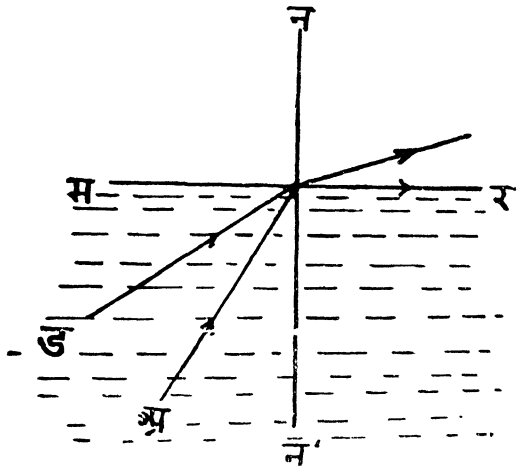


चित्र १२५

हमें तारे टिमटिमाते हुए मालूम पड़ते है। तारों से आनेवाली किरणें

वायुमंडल से गुजरती हैं। वायुमंडल का घनत्व हरदम बदलता रहता है, इसलिए वर्तनांक भी बदलता रहता है। इस कारण, प्रकाश की किरणों का पथ हरदम बदलता रहता है। इस तरह, देखनेवाले की आँख मे पड़नेवाला प्रकाश हरदम बदलते रहने से तारा चमकने के बदले टिमटिमाता हुआ (Twinkling) मालूम पड़ता है।

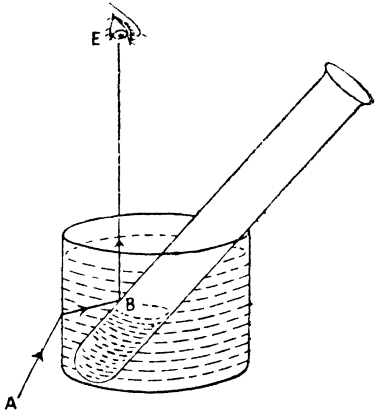
पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Total Internal Reflection)—जब प्रकाश की किरणें घने माध्यम से होकर विरल माध्यम मे प्रवेश करती है तो वे लम्ब से दूर भागती हैं, और आवर्तन कोण आपतन-कोण (Angle of Incidence) से बड़ा होता है। चित्र में किरणें पानी से होकर हवा में प्रवेश करती है। पानी में लम्ब से किरण जो कोण बनाती है, वह आपतन कोण है और आवर्तन के बाद हवा में वे लम्ब से दूर होती जाती हैं।



चित्र १२६

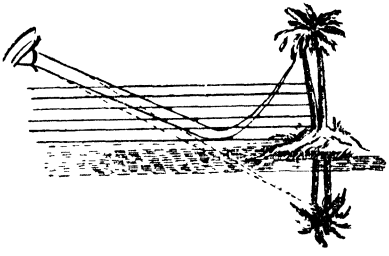
यदि आपतन कोण धीरे-धीरे बढ़ाया जाय, तो एक ऐसी अवस्था आयगी, जब आवर्तन के बाद किरणें दोनों माध्यम को अलग करनेवाली सतहो को छूती हुई जाने लगेंगी। ऐसी हालत में आवर्तन कोण ९०° का होता है और आपतन कोण को चरम कोण (Critical Angle) कहते है। यदि घने माध्यम में आपतन कोण को और बढावें तो किरणों का आवर्तन नही होता और वे उसी घने माध्यम में परावर्तित होकर वापस लौट आती हैं। इस घटना को पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहते है। पूर्ण आन्तरिक परावर्तन होने के लिये शर्त यह होनी चाहिए कि किरणें घने माध्यम से होकर विरल माध्यम में प्रवेश करें और घने माध्यम में आपतनकोण चरम-कोण (Critical Angle) से बड़ा होता हो।

पूर्ण परावर्तन के कुछ उदाहरण (Some Examples of Total Reflection) :—पानी से भरे बरतन में एक परख नली (Test Tube) डालकर तिरछा रखो। नली के जिस भाग में पानी नहीं है, वह चाँदी जैसा चमकता हुआ मालूम पड़ेगा। पानी से जाती हुई किरणें नली के उस भाग से जहाँ हवा है, पूर्ण परावर्तित हो जाती है और देखनेवाले की आँख में प्रवेश करती है। यदि परख नली में पूरा पानी भर दें तो पूर्ण परावर्तन नहीं होता और वह चमक गायब हो जाती है। इसी तरह, शीशे (Glass) के गोले में हवा के जो बुलबुले रहते हैं, वे चाँदी-जैसे चमकते मालूम पड़ते हैं।



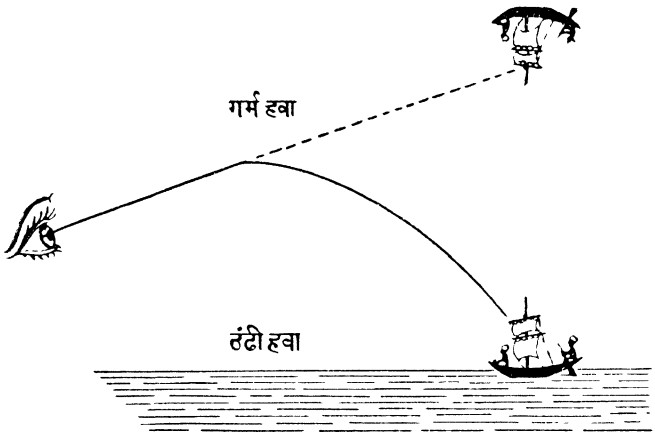
चित्र १२७

मृग-तृष्णा या मरीचिका (Mirage) :—यह भी पूर्ण परावर्तन के कारण होता है। रेगिस्तान में अधिक गरमी पड़ने के कारण जमीन गरम हो जाती है और उसके सम्पर्क की हवा भी गरम होकर हल्की हो जाती है और उसका घनत्व कम हो जाता है। लेकिन ऊपर की हवा कुछ ठंढी रहती है और उसका घनत्व अधिक रहता है। इस तरह किसी पेड़ के ऊपरी भाग से नीचे की ओर आती हुई किरणें घने माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती हैं और जब आपतन कोण चरम कोण से अधिक हो जाता है, तो वे पूर्ण परावर्तित होकर ऊपर की ओर लौट जाती हैं और यात्री की आँख में प्रवेश करती हैं तो उसे पेड़ का उल्टा प्रतिविम्ब जमीन के नीचे मालूम पड़ता है। वह समझता है कि पेड़ के पास तालाब है जिसमें उसका प्रतिविम्ब बनता है,


चित्र १२८

लेकिन उसके नजदीक जाने पर रेगिस्तान के अलावा और कुछ नहीं मिलता। यह घटना मृग-तृष्णा या मृग-मरीचिका (Mirage) कहलाती है।

ठंढे देशों और ध्रुवों पर मृग-तृष्णा दूसरी तरह की होती है। यहाँ जमीन ठंढी होती है और उसके साथ की हवा भी अधिक ठंढी रहती है जिससे उसका



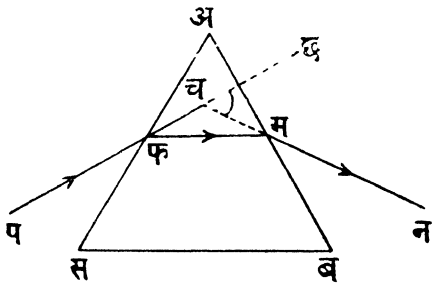
चित्र १२६

घनत्व ऊपर की हवा से अधिक होता है। इसलिये, जब कोई आदमी समुद्र के किनारे खड़ा होकर किसी जहाज को देखता है, तो जहाज से ऊपर की ओर जानेवाली प्रकाश की किरणें घने माध्यम से विरल हवा के माध्यम की ओर जाती हैं और जब आपतनकोण चरमकोण से अधिक हो जाता है तो वे पूर्ण परावर्तन के बाद नीचे की ओर लौट आती है और देखनेवाले की आंख में प्रवेश करती है। हवा में जहाज का लटका हुआ उल्टा प्रतिबिम्ब दिखलाई पड़ता है। इसे भी मरीचिका (Mirage) कहते है।

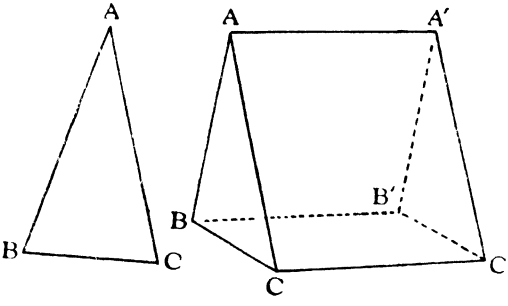
त्रिपार्श्व में प्रकाश का आवर्तन
(Refraction of Light through a prism)

त्रिपार्श्व एक त्रिभुजाकार आधार पर पारदर्शक पदार्थ का बना हुआ ठोस है। इसके तीन पार्श्व (Faces) आयताकार होते है। त्रिपार्श्व का अनुप्रस्थ परिच्छेद (Principal Section) त्रिभुजाकार होता है (चित्र १३१)। अ त्रिपार्श्व का

कोण है और ब स रेखा आधार है। जब प्रकाश की किरणें त्रिपार्श्व की सतह पर आपतित होती है तो आवर्तन के बाद त्रिपार्श्व में वे अपना रास्ता बदल देती है और फिर त्रिपार्श्व से हवा में निकलने पर आवर्तन होता है और वे आधार की ओर मुड़ जाती है। इस तरह किरण प फ विचलित (Deviated) होकर म न की दिशा में जाती है। कोण म च छ को विचलन कोण (Angle of Deviation) कहते हैं। विचलन त्रिपार्श्व के पदार्थ और प्रकाश के रंग पर निर्भर करता है। आपतन कोण के बढ़ने से विचलन घटता है और एक विशेष आपतन कोण पर वह न्यूनतम होता है और फिर आपतन कोण बढ़ाने से विचलन बढ़ता जाता है।

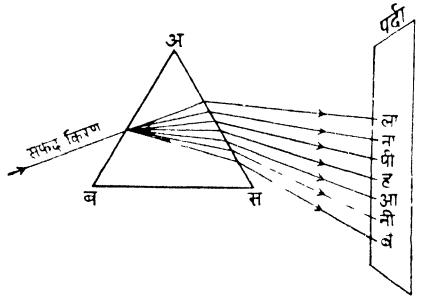


चित्र १३०



चित्र १३१

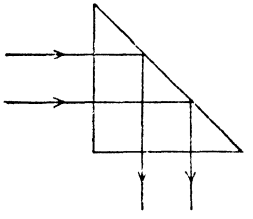
प्रकाश का अपकिरण या विस्तरण (Dispersion of Light)--जब सफेद प्रकाश की किरणें त्रिपार्श्व के एक मुख (Face) पर आपतित होकर दूसरे मुख से निकलती हैं तो वे त्रिपार्श्व के आधार की ओर मुड़ जाती है और सात रंगों में बंट जाती हैं। ये रंग क्रमानुसार निम्नलिखित हैं—लाल (Red), नारंगी (Orange), पीला (yellow)



चित्र १३२

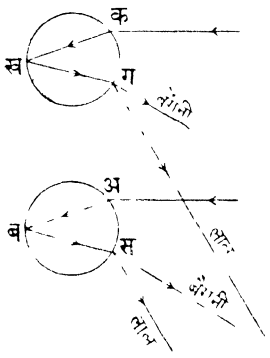
हरा (Green), आसमानी (Blue), नीला (Indigo) और बैंगनी (Violet)। ये क्रम भिन्न-भिन्न रंग के प्रकाश के विचलन के अनुसार लगाए गये हैं—जैसे लाल प्रकाश का विचलन सबसे कम होता है, उससे ज्यादे विचलन नारंगी रंग का होता है और उससे अधिक पीले रंग का। इस तरह बैंगनी रंग का विचलन सबसे अधिक होता है और इस रंग की किरणें त्रिपार्श्व से निकलने पर आधार की ओर सबसे अधिक मुड़ जाती हैं। यदि सात रंगों का क्रम नीचे से लगावें और हरएक रंग को उसके प्रथम अक्षर से ज्ञात करें तो **बैनीआहपीनाला** (VIBGYOR) शब्द बनेगा। रंगीन पट को वर्ण पट (Spectrum) कहते हैं। सफेद प्रकाश सात रंगों से मिलकर बना होता है। त्रिपार्श्व में जाने पर सफेद प्रकाश अपने सात रंगों में अलग-अलग हो जाता है। त्रिपार्श्व खुद रंग नहीं पैदा करता।

यदि त्रिपार्श्व का अनुप्रस्थ परिच्छेद समकोण समद्विबाहु त्रिभुज (Right-angled Isosceles Triangle) हो, तो ऐसे त्रिपार्श्व से प्रकाश की किरणों का पूर्ण परावर्तन होता है, जैसा कि चित्र में दिखलाया गया है। ऐसा त्रिपार्श्व प्रकाश की किरणों की दिशा बदलने के काम में उपयुक्त होता है और परिदर्शक में समतल दर्पण के बदले ऐसे त्रिपार्श्व का प्रयोग होता है।



चित्र १३३

इन्द्र-धनुष (Rainbow)—यह एक रंगीन वर्णपट (Spectrum) है और सूर्य की किरणों का पानी की बूँदों द्वारा आवर्तन और अपकिरण (Refraction and Dispersion) से बनता है। सुबह या शाम में वर्षा होने के समय आकाश में दिखलाई पड़ता है। जब हम अपनी पीठ सूर्य की ओर करके खड़े होते हैं तो वर्षा के समय इन्द्र-धनुष दिखलाई पड़ सकता है। सूर्य की किरणें पानी की बूँदों पर गिरती हैं तो उनका आवर्तन होता है और कभी-कभी उनका आपतन कोण ऐसा होता है कि वे आवर्तन के

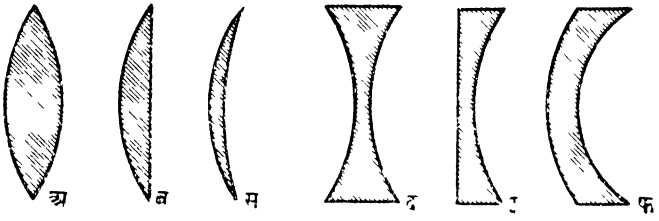


चित्र १३४

बाद बूंदों से बाहर नहीं निकल सकतीं, बल्कि पूर्ण आवर्तन के बाद आवर्तित होकर बूंदों से बाहर आ जाती है। ये बूंदें प्रकाश का अपकिरण करने में त्रिपार्श्व का काम करती हैं और इसी अपकिरण (Dispersion) के कारण हमें इन्द्र-धनुष का सुन्दर रंगीन वर्णपट आकाश में दिखलाई पड़ता है।

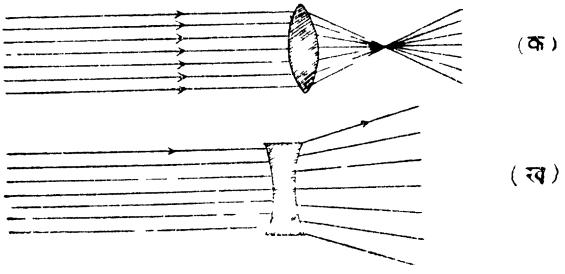
ताल या लेन्स (Lens)

ताल एक पारदर्शक पदार्थ (काँच आदि) का बना होता है और इससे प्रकाश की किरणों का आवर्तन होता है। ताल कई प्रकार के होते हैं—



चित्र १३५

(१) उन्नतोदर ताल (Double convex lens)—इसकी दोनों सतहें उभरी हुई होती हैं (२) समतल उन्नतोदर ताल (Plano-convex lens)—इसकी एक सतह समतल और दूसरी सतह उन्नतोदर होती है। (३) नतोदर-उन्नतोदर ताल (Convexo-concave)—यह एक ओर नतोदर और



चित्र १३६

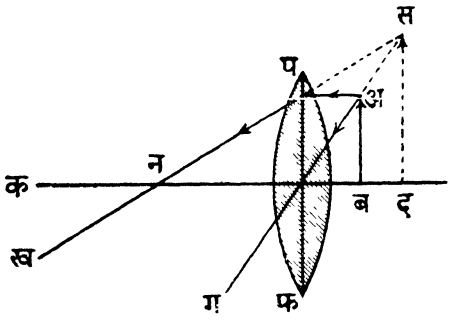
दूसरी ओर उन्नतोदर रहता है। (४) नतोदर ताल (Concave)—इसकी दोनों सतहें नतोदर होती हैं। (५) समतल नतोदर ताल (Plano-concave)—इसकी एक सतह समतल और दूसरी सतह नतोदर होती है। (६)

उन्नतोदर-नतोदर ताल (Convexo-concave)—यह एक ओर उभरा हुआ और दूसरी ओर नतोदर रहता है।

जब समानान्तर किरणें किसी उन्नतोदर ताल पर आपतित होती है, तो वे ताल द्वारा एक विन्दु पर केन्द्रीभूत होती है; जिसे नाभि (Focus) कहते हैं और ताल से इस बिन्दु की दूरी को नाभ्यन्तर (Focal Length) कहते है। यदि हम ताल को कई भागो में बाँट दें तो हरएक भाग एक त्रिपार्श्व का काम करता है और आवर्तन के बाद किरणें एक विन्दु पर संसृत (Converged) हो जाती है। इसलिए इस ताल को संसृतकारी ताल (Converging Lens) कहते हैं। यदि सूर्य की किरणों को इस ताल द्वारा एक विन्दु पर केन्द्रीभूत करें तो वहाँ इतनी गरमी उत्पन्न होगी कि आग लग सकती है।

नतोदर ताल से गुजरने के बाद प्रकाश की किरणें अपसृत (Diverging) हो जाती हैं, इसलिए इस ताल को अपसृतकारी ताल (Diverging Lens) कहते हैं। इस ताल से किसी वस्तु का प्रतिविम्ब अवास्तविक, सीधा और छोटा बनता है। ऐसे विम्ब को परदे पर नहीं उतार सकते है।

उन्नतोदर (Convex) ताल में विम्ब का बनना और उसकी विशेषता वस्तु की दूरी पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए, यदि वस्तु मुख्य नाभि और ताल के बीच में है, तो उसका प्रतिविम्ब उसी ओर बनेगा और वह



चित्र १३७

सीधा तथा अवास्तविक होगा। वस्तु यदि मुख्य नाभि पर है तो विम्ब अनन्त दूरी पर बनेगा और बहुत बड़ा होगा। नाभ्यन्तर से अधिक दूरी पर कोई वस्तु हो तो उन्नतोदर ताल से विम्ब वास्तविक और (Real) बनता है। यदि वस्तु नाभि और नाभ्यन्तर की दुगुनी दूरी के बीच में रहती है, तो विम्ब वस्तु से बड़ा होता है। यदि वस्तु नाभ्यन्तर की दुगुणी दूरी और अनन्त के बीच रहती है, तो विम्ब वस्तु से छोटा होता है।

विशालन का शीशा (Magnifying Glass)—इसका प्रयोग बारीक चीजों को देखने में होता है। यह एक उन्नतोदर ताल है और इसको आगे पीछे कर वस्तु को ताल और नाभि के बीच में रखते हैं, इससे वस्तु का बड़ा प्रतिविम्ब दिखलाई पड़ता है। यह ताल का अच्छा उपयोग है। (चित्र १३७)।

आँखो के दोष दूर करने के लिए ताल के बने चश्मे इस्तेमाल किये जाते हैं। दूरबीन (Telescope) और माइक्रोसकोप (Microscope) में ताल इस्तेमाल किये जाते हैं।

अभ्यास

१. आवर्तन के नियमों को स्पष्ट रूप से समझाओ।

1. Explain clearly the laws of refraction.

२. पूर्ण परावर्तन किस अवस्था में होता है ? उसके कुछ उपयोग बताओ ?

2. Under what conditions does total internal reflection take place ? Point out some of its applications.

३. निम्नलिखित पदों को समझाओ—चरम कोण, वर्तनांक, नाभ्यन्तर, नाभि और प्रधान अक्ष।

3. Explain the terms :—Critical angle, Refractive index, Focal length, Focus and Principal axis.

४. गर्म और ठंढे मुल्कों में मृग-तृष्णा कैसे होती है, समझाओ।

4. Explain the formation of mirage in hot and cold countries.

५. जब सफेद किरणें त्रिपार्श्व से गुजरती हैं तो क्या होता है, समझाओ।

5. Explain what happens when white light passes through a prism.

६, आकाश में इन्द्रधनुष क्यों बनता है ?

6. How is rainbow formed in the sky ?

७. ताल कितने प्रकार के होते हैं ? उनके कुछ उपयोग बताओ।

7. What are the different types of lenses ? Point out some of their applications.

८. विशालन शीशा पर एक टिप्पणी लिखो।

8 Write a short note on the magnifying glass.

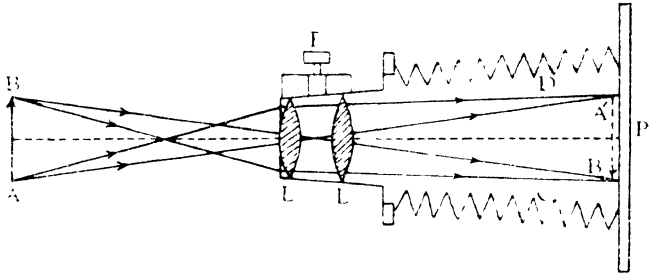
चौथा अध्याय

कैमरा, चल-चित्रण और आँख

(Camera, Motion-picture and the Eye)

फोटो खींचने का कैमरा (Photographic Camera):—कैमरा से किसी वस्तु का स्थायी प्रतिबिम्ब प्लेट या फिल्म पर खींचा जा सकता है। इसके निम्नलिखित अंग हैं :—

(१) प्रकाश रोधक बक्सा (Light tight box) :—यह काले चमड़े या कपड़े का बना रहता है और इसको जरूरत के मुताबिक फैलाकर



चित्र १३८

बड़ा या सिकुड़ाकर छोटा कर सकते हैं। इसका भीतरी भाग C D काला किया रहता है, ताकि प्रकाश का परावर्तन नहीं हो। इसे आधार पर रखकर ऊँचा या नीचा किया जा सकता है या झुकाया जाता है।

(२) फोटोग्राफिक दृश्य-ताल (Photographic Lens)—इसमें दो संगतकारी ताल (Converging Lens) रहते हैं। दृश्य-ताल को आगे या पीछे हटाकर वस्तु की तस्वीर को फोटोग्राफिक प्लेट पर केन्द्रीभूत (Focus) करते हैं।

(३) डायफ्राम (Diaphragm)—यह एक झाँप (Shutter) होती है, जिसे आवश्यकतानुसार बढ़ाया या घटाया जा सकता है। इसे एक आड़ (stop) से ढँक दिया जाता है। यदि आड़ छोटा होगा, तो प्रकाश की कम मात्रा फिल्म पर पहुँचेगी, लेकिन तस्वीर अच्छी होगी। प्रकाश की मात्रा नियमित कर प्रतिविम्ब की तीव्रता कम या ज्यादे की जा सकती है।

(४) स्लाइड (Slide)—यह प्रकाश-रोधक (Light-tight) रहती है और इसमें फोटोग्राफिक प्लेट रखी जाती है। प्लेट के उद्घाटन (Exposure) के समय इसकी झाँप को बाहर हटा लेते हैं।

(५) झाँप (Shutter)—उद्घाटन (Exposure) का उचित समय उचित झाँप लगाकर देते है। साधारण कैमरे मे एक सेकेंड का $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, हिस्से तक उद्घाटन का समय दे सकते है। अच्छे कैमरे में उद्घाटन का समय और कम करने का भी प्रबन्ध रहता है। ऐसा भी इन्तजाम रहता है कि फोटोग्राफर अपने इच्छानुसार प्लेट पर प्रकाश खास समय तक दे सके।

(६) पर्दा (Screen)—यह घिसे हुए शीशे की अल्प-अपारदर्शक (Translucent) प्लेट होती है जिसपर पहले प्रतिविम्ब लाकर उसे ठीक किया जाता है। बाद में इसको हटाकर प्लेट रख देते है।

(७) प्लेट (Plate)—यह एक काँच की प्लेट या फिल्म होती है, जिसपर एक विशेष रासायनिक घाल (Emulsion) लेपा रहता है। इसी पर वस्तु का फोटो अंकित रहता है।

किसी वस्तु की तस्वीर लेने के लिए उसे पहले कैमरे के सामने रखते है और झाँप (Shutter) खोलकर प्रतिबिम्ब घिसे हुए काँच के पर्दे पर लाते है। फिर दृश्य-ताल (Objective Lens) को दूरी बदलकर प्रतिविम्ब की बड़ाई-छोटाई ठीक करते है और उसे पर्दे पर नाभीयन (Focus) कर देते है। फिर प्लेट लगाकर उसकी झाँप खींच लेते हैं और प्रकाश-द्वार (Aperture) इच्छित समय तक खोलते है और उल्टी तस्वीर प्लेट पर खिचा जाती है। फिर प्लेट को अँधेरे में एक रासायनिक घोल 'विकासक' (Developer) में कुछ देर डुबाते है और उसके बाद 'हाइपो' (Hypo) के घोल (Solution) से धो देते है। इस विकसित (Developed) प्लेट को प्रतिच्छाया (Negative) कहते हैं क्योंकि वस्तु का चमकीला भाग इसमें काला होता है और काला भाग चमकीला। इसलिए

इससे अनुच्छाया (Positive) अंकन (Print) करते हैं। एक खास तरह के कागज पर रासायनिक लेप लगा रहता है। ऐसे कागज को प्रतिच्छाया (Negative) के सम्पर्क में रखकर प्रतिच्छाया से होकर प्रकाश विशेष कागज पर पड़ने दिया जाता है। फिर कागज पर बना हुआ प्रतिविम्ब विकसित कर हाइपो से धो देते हैं और वह स्थायी बन जाता है।

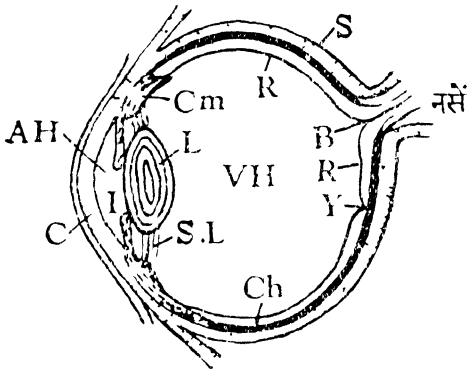
चल-चित्रण (Cinematography)—यदि किसी वस्तु को अपनी आँख के सामने से तेजी से हटा दें तो उस वस्तु का प्रतिविम्ब हमारी आँख के पीछे पर्दे पर $\frac{1}{१०}$ सेकेण्ड तक बना रहता है। इसे दृष्टिविलम्बना (Persistence of vision) कहते हैं। इसलिए यदि एक सेकण्ड में दस या इससे ज्यादा दृश्य हमारी आँख पर पड़े तो उन सब दृश्यों की तस्वीर एक साथ हमारे नेत्र पट पर पड़ेगी और उन सबका लगातार असर हमारी आँख पर पड़ेगा। यह दृष्टि-विलम्बना से होता है। चल-चित्रण इसी दृष्टि-विलम्बना के सिद्धान्त पर निर्भर है। किसी चलते हुए पदार्थ की तस्वीर $\frac{१}{१०}$ सेकेण्ड के अवकाश पर चल-चित्र लेनेवाले एक कैमरा (Motion-picture-Camera) से ली जाती है। ये तस्वीरें लगातार (Continuous) नहीं होती हैं, लेकिन जब ये पर्दे पर डाली जाती हैं, तो दृष्टिविलम्बना के कारण इनका असर हमारी आँख पर घुल-मिल जाता है। ऐसा मालूम पड़ता है जैसे वे लगातार हों।

चल-चित्र कैमरा से ली गई तस्वीरें एक सेकेण्ड में बीस या इससे अधिक हमारे सामने से गुजरती हैं। ये तस्वीरें इतनी जल्दी-जल्दी हमारे सामने आती हैं कि दृष्टि-विलम्बना के कारण कोई लगातार घटना मालूम पड़ती है। एक तस्वीर का असर मिटने के पहले दूसरी तस्वीर सामने आती जाती है और एक के बाद एक यही क्रम चलता रहता है। वास्तव में हम चल-चित्रण में चलती और घूमती-फिरती तस्वीर नहीं देखते, बल्कि स्थिर तस्वीरों का एक क्रम दिखाई पड़ता है और दृष्टि-विलम्बना के कारण लगातार गति का भ्रम पैदा होता है।

आँख (Eye)

आँख की गोली (Eye-ball) एक गढ़े (Socket) में रहती है और इधर-उधर घूम सकती है। इसके बाहरी भाग पर एक सफेद झिल्ली रहती है, जिसे श्वेत-पटल (Sclera) कहते हैं। श्वेत-पटल के सामने का भाग उभरा

हुआ (Convex) रहता है और पारदर्शक होता है। यह कर्निया (Cornea) कहलाता है (C)। एक भूरे रंग की झिल्ली श्वेत-पटल के भीतर रहती है (चित्र में Ch)। इसको श्याम-पटल कहते हैं। इसके अगले भाग में मांस-पेशियाँ (Muscles) होती हैं। एक प्राचीर (Diaphragm) होती है, जिसे आइरिस (Iris) कहा जाता है (I)। इसका काम झिरी (Aperture) को कम या ज्यादे करना है। आँख का ताल L द्वि-उन्नतोदर होता है। कार्निया (Cornea) और आइरिस (Iris) के बीच का स्थान अग्रकोष्ठ (Anterior Chamber) है और यह नेत्र-रस (Aqueous Humour) नामक एक घोल से भरा रहता है। यह घोल नमकीन होता है। आँख में दृष्टि-स्नायु-रेशे (Optic-Nerve-Fibres) रहते हैं, जो प्रकाश के अनुभव और वस्तु के प्रतिविम्ब को दिमाग तक पहुँचाते हैं। किसी वस्तु का प्रतिविम्ब आँख के ताल द्वारा रेटिना (Retina) पर पड़ता है, जिसे आँख का पर्दा कह सकते हैं।



चित्र १२६

जब किसी वस्तु से किरणें निकलकर आँख में प्रवेश करती हैं, तो आँख के ताल से आवर्तित होकर आँख के पर्दे (Retina) पर वस्तु का प्रतिविम्ब बनाती है। प्रतिविम्ब सदा रेटिना पर ही बने, इसके लिए आँख खुद ताल (Lens) का नाभ्यन्तर (Focal Length) बदल लेती है। इस तरह वस्तु चाहे कहीं भी क्यों न हो, विम्ब सदा रेटिना पर बनता है। आँख के अपने-आप नाभ्यन्तर दूरी बदलने की शक्ति को संविधान शक्ति (Power of Accommodation) कहते हैं।

कैमरा और आँख की तुलना
(Comparision between Camera and the Eye)

कैमरा	आँख
१. इसमें संसृतकारी (Converging) ताल रहता है, जिससे वस्तु का उल्टा और वास्तविक प्रतिविम्ब प्लेट पर बनता है।	१. आँख में भी, इसमें स्थित प्राकृतिक ताल वस्तु का विम्ब आँख के पर्दे (Retina) पर पड़ता है। ताल की नाभ्यन्तर दूरी बदलकर आँख रेटिना पर स्पष्ट चित्र बनाती है।
२. इसमें एक प्रकाश रोधक (Light-tight) बक्सा होता है।	२. आँख की गोली श्वेत पदार्थ की बनी रहती है।
३. प्रकाश को नियमित करने के लिए प्राचीर (Aperture) और झाँप (Stop) लगे रहते है।	२. आँख में गोलाकार पुतली (Pupil) रहती है, जो आँख में प्रकाश घुसने के लिए झिरी (Aperture) का कार्य करती है। प्रकाश की मात्रा उपतारा (Iris) से नियमित होती है।
४. रासायनिक तरीकों से प्लेट को विकसित (Develop) करने पर प्रतिविम्ब मिलता है।	४. रेटिना पर पड़े हुए प्रतिविम्ब का अनुभव मांस-पेशियों द्वारा दिमाग तक पहुँचता है।

कोई वस्तु जब आँख के बहुत समीप आ जाती है, तो वह साफ-साफ दिखाई नहीं पड़ती और संविधान शक्ति (Power of Accommodation) से भी रेटिना पर उसका स्पष्ट विम्ब नहीं बनता। अतः, सामान्य (Normal) आँख के लिए वस्तु को स्पष्ट देखने के लिए कम-से-कम दूरी १० इंच या २५ सेन्टीमीटर होनी चाहिए।

दृष्टि के दो प्रसिद्ध दोष—**दीर्घ-दृष्टि** (Long-Sight) और **लघु-दृष्टि** (Short-Sight) है। दीर्घ-दृष्टि वाले आदमी के लिए वस्तु को स्पष्ट देखने की निकटतम दूरी १० इंच से (जो सामान्य आँख के लिए है) ज्यादा होती है। अतः, ऐसी दृष्टिवाला आदमी नजदीक के पदार्थों को साफ-साफ नहीं देख

२. चुम्बकीय याम्योत्तर किसे कहते हैं ? किसी स्थान पर इसका पता कैसे लगाओगे ?

2. What is a magnetic meridian ? How will you determine it at a place ?

३. निम्नलिखित की परिभाषाएँ बताओ—दिक्पात, अवपात या आनति, चुम्बकीय विषुवत् रेखा ।

3. Define the following :—Declination, Dip or Inclination and Magnetic Equator.

४. किसी स्थान पर चुम्बकीय तत्त्व क्या हैं ? अवपात कोण को मालूम करने की एक विधि बताओ ।

4. What are the magnetic elements of a place ? Describe a method of finding the angle of dip.

५. निम्नलिखित पर नोट लिखो—समदिक्पात रेखा, सम अवपात रेखा, शून्य दिक्पाती रेखा ।

5. Write notes on the following—Isogonic Lines, Isoclinic Lines & Agonic Lines.

६. दिक्सूचक सूई और नाविकों के दिक्सूचक की बनावट का वर्णन करो ।

6. Describe the compass needle & Mariner's compass.

विद्युत्-विज्ञान

(ELECTRICITY)

पहला अध्याय

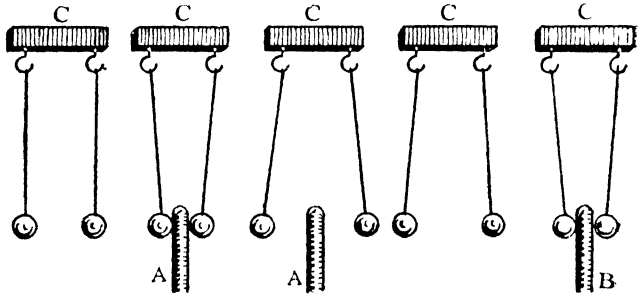
स्थिर-विद्युत् विज्ञान

(Statical Electricity)

यह कहना मुश्किल है कि बिजली का पता पहले-पहल किसने लगाया। पुराने जमाने से अम्बर (Amber) नामक एक पत्थर मिलता है, जो ग्रीक भाषा में अलेक्ट्रोन (Electron) कहलाता है। इस पत्थर को जब सूखे कपड़े से रगड़ा जाता है तो यह सूखे हुए कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों, बालों और इसी तरह की चीजों को अपनी ओर खींचता है। अम्बर पत्थर की इस विशेषता का अध्ययन सबसे पहले वैज्ञानिक गिलबर्ट (Gilbert) ने किया था।

अम्बर पत्थर में रगड़ द्वारा बिजली पैदा होती है। इसे घर्षण-विद्युत् या स्थिर-विद्युत् (Frictional Electricity or Static Electricity) कहते हैं। ऐसे बहुत से पदार्थ हैं जिनमें रगड़ द्वारा बिजली पैदा की जा सकती है। काँच, आबनूस (Ebonite), लाख (Sealing Wax), रेजीन (Resin) आदि को रेशम, फलालैन, बिल्ली की खाल या अन्य किसी चीज से रगड़ते हैं तो उन वस्तुओं में बिजली पैदा हो जाती है और वे बिजली से आविष्ट (Electrified) हो जाती हैं। ऐसी हालत में वे वस्तुएँ कागज या सरकंडे (Pith) के टुकड़ों या हल्की चीजों को अपनी ओर आकर्षित करने का गुण प्राप्त कर लेती हैं।

प्रयोग—सरकंडे की दो गोलियों को रेशम के तागे (Silk Thread) से बाँधकर एक स्तम्भ से लटकाओ। गोलियाँ उदग्र दिशा (Vertical direction) में लटकेंगी। एक सूखे हुए आबनूस (Ebonite) या काँच की छड को फलालैन या बिल्ली की खाल से रगडो और गोलियो के नजदीक ले जाओ। गोलियाँ छड की ओर खिचकर उससे सट जायेगी। लेकिन



चित्र १६१

तुरत वे अलग हो जायेगी (चित्र १६१ मे देखो)। इसके बाद छड को हटाकर अलग रख दो, तब भी गोलियाँ एक दूसरे को विकर्षित (Repel) करती हुई दूर रहेगी। यदि एक साधारण छड जिसमे विद्युत् नही है, गोलियो के नजदीक ले जाओ तो गोलियाँ फिर छड की ओर आकर्षित होकर उससे सट जायेंगी। इस प्रयोग से हमें पता चलता है कि—

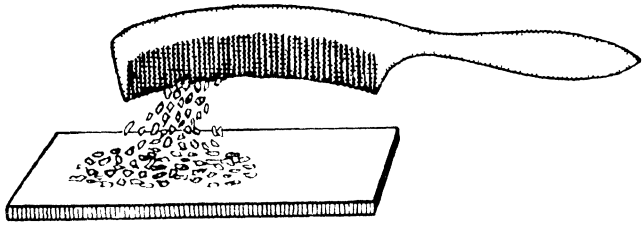
(१) **वस्तु को रगड़ने से वह बिजली से आविष्ट = विद्युतित** (Electrified) **हो जाती है।**

(२) **बिजली से आविष्ट वस्तु दूसरी वस्तु को, जो अनाविष्ट** (uncharged) **है, अपनी ओर खींचती है।**

(३) **समान आवेश** (Like charges) **वाली दो वस्तुएँ एक दूसरे को विकर्षित** (Repel) **करती हैं।**

(४) **जब कोई अनाविष्ट वस्तु** (Uncharged body) **आविष्ट** (Charged) **वस्तु को छूती है, तो उसमें आवेश** (Charge) **आ जाता है।**

यदि इसी तरह कचकड़े की कंघी से बाल झाड़कर जल्दी से उसे कागज के छोटे-छोटे टुकड़ों के नजदीक लावें तो टुकड़े कंघी से आकर्षित होकर सट जायेंगे। कारण यह है कि बाल से रगड़ने पर कचकड़े की कंघी आविष्ट हो जायेगी और अनाविष्ट (Uncharged) हल्की वस्तु (जैसे कागज के टुकड़े) को अपनी ओर खींच लेगी। कंघी से सटने पर कागज के टुकड़ों और कंघी में एक



चित्र १६२

ही तरह की बिजली रहती है इसलिए कागज के टुकड़े विकर्षित होकर कंघी से दूर भागते हैं।

प्रयोग—सरकंडे की एक गोली लो और इसे रेशम के तागे में बाँधकर लटकाओ। एक कचकड़े की छड़ को फलालैन से रगड़कर गोली के नजदीक ले जाओ। गोली पहले आकर्षित होकर छड़ से चिपक जायेगी। इसके बाद गोली पर समान (Like) आवेश हो जायेगा और वह आविष्ट होकर छड़ से विकर्षित होगी। छड़ को गोली के पास ले जाने से वह दूर भागेगी। अब काँच की एक छड़ को रेशम से रगड़ कर गोली के नजदीक ले जाओ। इस बार गोली काँच की छड़ की ओर आकर्षित होगी। कारण यह है कि काँच पर रेशम के रगड़ने से जो बिजली पैदा होती है, उसे **धन-विद्युत्** (Positive Electricity) और कचकड़े पर फलालैन से रगड़ने पर जो बिजली पैदा होती है, उसे **ऋण विद्युत्** (Negative Electricity) कहते हैं। धन और ऋण विद्युत् में आकर्षण होता है। पहली हालत में कचकड़े की छड़ से सटने पर सरकंडे की गोली ऋण-विद्युत से आविष्ट हो गई अतः वह धनविद्युत् से आविष्ट काँच की छड़ की ओर आकर्षित हो गई है।

इस प्रयोग से साबित होता है कि बिजली दो तरह की होती है, धन और ऋण। असमान (Unlike charges) आवेशवाली वस्तुएँ एक दूसरे को

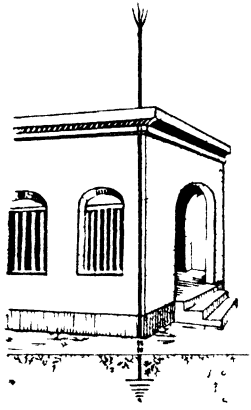
आकर्षित (Attract) करती है और समान आवेश (Like charges) वाली दो वस्तुएँ एक दूसरे को विकर्षित (Repel) करती है।

चालक (Conductors) और अचालक (Insulator) :—सरकंडे की गोली को रेशम के तागे से लटकाकर उसे जब आविष्ट (Charged) किया जाता है, तो गोली पर चार्ज बहुत समय तक कायम रहता है। यदि गोली को किसी धातु जैसे, ताँबे के तार से लटकावें, तो वह आविष्ट होते ही अपना आवेश खो देगी। कारण यह है कि रेशम से होकर बिजली नहीं जा सकती। यह विद्युत् का **अचालक** (Non-conductor or Insulator) है। लेकिन ताँबे का तार विद्युत् का **चालक** (Conductor) है और उससे होकर बिजली जा सकती है। इसलिए गोली को जब तार से लटकाकर आविष्ट करते हैं तो गोली का आवेश तुरन्त तार में चला जाता है और वह आवेशहीन हो जाती है। इसी तरह यदि शीशे के डंडे को रेशमी कपड़े से रगड़ें, तो उसी स्थान पर विद्युत् पैदा होगी, जिस स्थान पर डंडा रगड़ा जाता है। यदि लोहे या ताँबे की छड़ को रगड़ें, तो उस पर कोई आवेश नहीं पाया जाता है। कारण यह है कि धातु (Metals) बिजली का सुचालक है और डंडे पर जो बिजली पैदा होती है वह डंडे और हाथ से होकर जमीन में घुस जाती है। लेकिन शीशा बिजली का अचालक है इसलिए शीशे की छड़ पर जो बिजली उत्पन्न होती है वह वहीं रह जाती है। हमलोगों का शरीर भी बिजली का अच्छा चालक (Good conductor) है। धातुएँ, जल-वाष्प, आर्द्र हवा, आदमी का शरीर और पृथ्वी अच्छे चालक के उदाहरण हैं। शीशा, कचकड़ा, अबरक, गन्धक, सूखी लकड़ी, मोम, सूखी हवा, लाह विद्युत के अचालक (Insulator) है।

आकाश में बादलों के घर्षण से बिजली पैदा होती है और हवा में वर्त्तमान जलकणों को आविष्ट करती है। जब वे जलकण बूँद बनकर जमीन पर आते हैं, तो उनका सारा आवेश भी जमीन में घुसना चाहता है। यह बिजली कोई वस्त्र या कोई वस्तु नहीं है, बल्कि एक शक्ति है, जो किसी सुचालक वस्तु से होकर जमीन में घुस जाती है। जमीन एक वृहत्-चालक है।

बिजली नुकीली वस्तुओं द्वारा विशेष आकर्षित होती है। इसलिए वह गुम्बदवाले मन्दिर, मकान और ताड़ आदि पेड़ों पर अधिक गिरती है। अतः

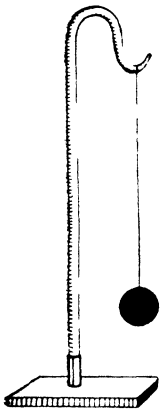
मकानो को बिजली से बचाने के लिये **तड़ित-संचालक** (Lightning Conductor) लगे रहते हैं। मकान की छत पर किसी धातु (लोहा या ताँबा) की छड़ देकर स्थिर कर देते हैं। छड़ के ऊपरी सिरो पर नुकीले तारो के गुच्छे रहते हैं और उसका निचला सिरा एक तार से जुड़ा रहता है, जो मकान की छत और दीवार होता हुआ जमीन के अन्दर घुसा रहता है। इस प्रकार मकान के आस-पास पैदा हुई बिजली धातु की नोक से आकर्षित होती है और तार द्वारा (जो बिजली का सुचालक है) जमीन के अन्दर घुस जाती है।



चित्र १६३

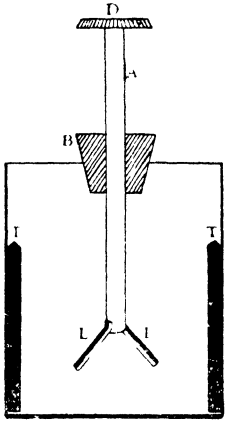
विद्युत्-दर्शक (Electroscope)—यह एक प्रकार का यंत्र है, जिससे किसी वस्तु पर विद्युत की उपस्थिति का पता लगाया जाता है। यह दो प्रकार का होता है—(१) पिथ-गेंद (Pith-Ball) विद्युत् दर्शक, और (२) स्वर्ण-पत्र विद्युत्-दर्शक (Gold-leaf Electroscope)।

(१) **पिथ-गेंद विद्युत्-दर्शक**—एक सरकडे की गोली को रेशम के तागे से बाँधकर लटकाओ। अगर किसी वस्तु की ओर गोली आकर्षित होती है और छूने के बाद विकर्षित हो जाती है, तो वस्तु आविष्ट (Charged) है। गोली को धन-विद्युत् (Positive Electricity) से आविष्ट कर देने पर किसी वस्तु को उसके नजदीक लाने से यदि विकर्षण हो तो जानना चाहिए कि वस्तु भी धन-विद्युत् से आविष्ट है। इसी तरह यदि गोली को ऋण-विद्युत् से आविष्ट कर उसके पास कोई आविष्ट वस्तु लावें और दोनो मे विकर्षण हो, तो जानना चाहिए कि वस्तु पर भी सदृश आवेश, यानी ऋण-विद्युत है। इस प्रकार आविष्ट गोली विद्युत् दर्शक और आवेश की प्रकृति का पता लगाने का काम करेगी।



चित्र १६४

(२) स्वर्ण-पत्र-विद्युत्-दर्शक (Gold-leaf Electroscope)—यह आवेश और उसकी प्रकृति का पता लगाने में उपयुक्त होता है। इसमें सोने की दो पत्तियाँ होती हैं, जो लोहे या किसी धातु (Metal) की छड़ A के निचले छोर पर दोनों ओर लगी रहती हैं। यह छड़ और पत्तियाँ (L, L.) एक शीशे की बोतल में रहती हैं। छड़ शीशे की गर्दन के पास काग, पाराफिन या गन्धक की ठेपी B से होकर निकलती है। यह ठेपी शीशे की बोतल से सटकर रहती है, जिससे बोतल वाताप्रवेश (Air-tight) रहे। छड़ के ऊपरी सिरे पर धातु की एक चकती (Disc) D रहती है।



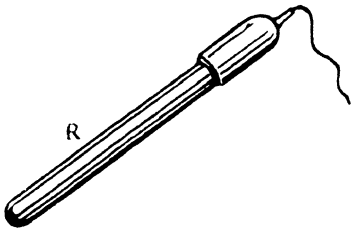
चित्र १६१

आवेश (Charge) की पहचान (Dectection) :—जिस वस्तु की जाँच करनी है उसे धीरे-धीरे चकती के पास लाओ। यदि वस्तु आविष्ट है, तो पत्तियाँ फैल जायेंगी। इसका कारण यह है कि उपपादन (Induction) द्वारा पत्तियों पर सदृश आवेश उत्पन्न होता है और इसलिए वे एक दूसरे को विकर्षित करती हुई अलग हो जाती हैं। इसी तरह, यदि किसी आविष्ट वस्तु से विद्युत-दर्शक की चकती (Disc) को छू दें तो आविष्ट वस्तु का आवेश छड़ से होकर पत्तियों पर चला जायगा और वे विकर्षित होकर अलग हो जायेंगी; क्योंकि उन दोनों पर सदृश आवेश है।

आवेश की प्रकृति (Nature) की पहचान :—एक शीशे की छड़ लो और उसे रेशम के कपड़े से रगड़कर विद्युत दर्शक की चकती से छुआ दो। पत्तियों पर धनविद्युत् चला जायेगा और वे आविष्ट होकर विकर्षित हो जायेंगी। जिस वस्तु के आवेश की जाँच करनी है, उसे विद्युत्-दर्शक की चकती के पास लाओ। यदि पत्तियाँ एक दूसरे से और दूर भागेंगी, तो समझना चाहिये कि वस्तु धन-विद्युत् से आविष्ट है। यदि पत्तियाँ नजदीक आवेंगी, तो वस्तु या तो अनाविष्ट है या उस पर ऋण-आवेश है। इसका ठीक-ठीक पता लगाने के लिये पत्तियों को ऋण-विद्युत से आविष्ट करो। इसके लिए एक कचकड़े की छड़ को फलालैन से रगड़ कर चकती से छुआ दो, तो

पत्तियाँ ऋण-आवेश से आविष्ट होकर विकर्षित हो जायेंगी। जिस वस्तु के आवेश की परीक्षा करनी है, उसे फिर चकती के नजदीक लाओ। यदि पत्तियाँ और दूर भागेंगी, तो वस्तु पर ऋण-विद्युत् है और वे नजदीक आवेंगी तो वस्तु अनाविष्ट (uncharged) होगी या उस पर धन-विद्युत् होगा। धनविद्युत् की जाँच पहले बताये तरीके से की जा सकती है।

प्रयोग :—एक कचकड़े की छड़ लो और फलालैन की एक खोल उसमें लगा दो। उस खोल से छड़ को रगड़कर खोल सहित छड़ को विद्युत्-दर्शक की चकती के पास ले जाओ और उसे चकती से सटा दो। पत्तियाँ ज्यों-की-त्यों रहेंगी और उन पर कोई असर नहीं पड़ेगा। फिर छड़ को खोल से अलगकर उसे चकती से छुआ दो। पत्तियाँ आविष्ट होकर विकर्षित हो जायेंगी। अब खोल को ले जाकर चकती से छुआवो। पत्तियाँ नजदीक आकर ज्यों-की-त्यों खड़ी हो जायेंगी, जैसे उन पर कुछ भी आवेश नहीं हो।



चित्र १६६

इससे साबित होता है कि किसी वस्तु को दूसरी वस्तु से रगड़ने से दोनों वस्तुएँ विद्युत् से आविष्ट हो जाती हैं और उनके आवेश (Charge) समान और विपरीत (Equal and Opposite) होते हैं। दोनों वस्तुओं को रगड़ने की हालत में एक साथ रखने से उनके आवेश एक दूसरे को नष्ट कर देते हैं और वे उदासीन (neutral) या अनाविष्ट (Uncharged) वस्तु-जैसी मालूम पड़ती हैं।

अभ्यास

१. एक आविष्ट छड़ को रेशम के तागे से लटकती हुई सरकंडे की गोली के पास ले जाने से क्या होता है, समझाओ।

1. Explain what happens when a Charged rod is taken to a pith-ball suspended by a silk thread.

२. चालक और अचालक से तुम क्या समझते हो? तड़ित-परिचालक बिजली से मकान को कैसे बचाता है।

2. What do you understand by conductor and insulator (non-conductor) ? How does a lightning conductor saves the house from atmospheric electricity ?

३. स्थिर-विद्युत् से तुम क्या समझते हो ? यह कितने प्रकार की होती है—प्रयोग द्वारा समझाओ।

3. What do you understand by Static Electricity ? Explain experimentally the different kinds of electrification.

४. रगड़ से बिजली पैदा होती है—इस कथन की पुष्टि प्रयोग द्वारा करो।

4. Describe experiments in support of the statement that Electricity is produced by friction.

५. सरकंडे के विद्युत्-दर्शक से किसी आविष्ट वस्तु के आवेश और उसकी प्रकृति का पता तुम कैसे लगाओगे ?

5. How will you detect the presence and nature of the charge of a charged body by means of a pith-ball electroscope ?

६. सदृश आवेश एक दूसरे को विकर्षित करते हैं और असदृश आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते हैं—इसका सत्यापन प्रयोग द्वारा कैसे करोगे ?

6. How will you verify experimentally that like charge repel and unlike charges attract each other ?

७. स्वर्ण-पत्र विद्युत्-दर्शक की बनावट और इसके कुछ उपयोग बताओ।

7. Describe the construction and some uses of a Gold-leaf Electroscope.

८. विद्युत्-दर्शक को तुम धन और ऋण-विद्युत् से कैसे आविष्ट करोगे ?

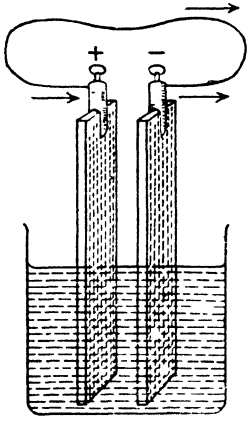
8. How will you charge an electroscope by positive and negative electricity ?

दूसरा अध्याय

धारा-विद्युत्

(Current Electricity)

साधारण सेल (Simple Cell)—इस सेल को पहले-पहल वोल्टा (Volta) नामक वैज्ञानिक ने बनाया था, इसलिये इसे साधारण वोल्टा सेल (Simple Voltaic Cell) भी कहते है। इसे बनाने के लिये एक जस्ते और एक ताँबे की प्लेट लो और उन्हें साफ कर लो। एक शीशे का बरतन लो और उसमें हल्का (Dilute) सल्फ्यूरिक अम्ल (गन्धक का तिजाब) डालो। फिर जस्ते और ताँबे की प्लेट को अम्ल में रखो। अब साधारण सेल बन गया। ताँबे के एक मोटे तार से दोनो प्लेटों को मिलाओ। बिजली की धारा ताँबे की प्लेट से निकल कर तार से होकर बहती है और जस्ते की तख्ती में पहुँचती है। फिर वहाँ से साधारण सेल में रखे अम्ल के अन्दर जस्ते की प्लेट से ताँबे की प्लेट में पहुँचती है। इसी तरह बिजली की धारा पूरा चक्कर काटती हुई बहती रहती है। इसे धारा-विद्युत् कहते हैं। ताँबे के प्लेट को धन (+) ध्रुव और जस्ते के प्लेट को ऋण (—) ध्रुव कहते हैं। धारा धन-ध्रुव से निकलती है और बाहर के तार से होती हुई ऋण-ध्रुववाले प्लेट में प्रवेश करती है।



चित्र १६७

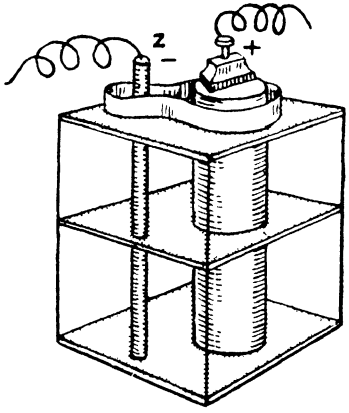
सेल मे रासायनिक क्रिया होती है और रासायनिक शक्ति (Chemical Energy) विद्युत्-शक्ति (Electrical Energy) में परिवर्त्तित होती

रहती है। देखने से मालूम होगा कि दोनों प्लेटों से हाइड्रोजन गैस के बुलबुले निकल रहे हैं। कुछ समय के बाद बिजली की धारा कम होने लगेगी। कारण यह है कि जस्ता अम्ल में घुलता रहता है, जिससे शुद्ध अम्ल की मात्रा घटती रहती है। फिर जस्ता शुद्ध नहीं रहता है और उसमें लोहा, कार्बन इत्यादि चीजें अशुद्धि के रूप में रहती हैं। ये अशुद्धियाँ जस्ते से मिलकर अम्ल की उपस्थिति में जस्ते की प्लेट की सतह पर छोटी-छोटी सेलें (Cells) बन जाती हैं, जिसके कारण प्रधान धारा के अलावे और अनेक धाराएँ बहने लगती हैं और प्रधान धारा के बहने में रुकावट डालती हैं। इस वजह से बिजली का बहना अंत में रुक जाता है। इस क्रिया को स्थानीय क्रिया (Local Action) कहते हैं। बाजारू जस्ते के साथ यह क्रिया अधिक होती है, क्योंकि उसमें अशुद्धियों की मात्रा अधिक रहती है। इस दोष को ठीक करने के लिये जस्ते की प्लेट को हल्के तिजाब (Dilute Acid) से धो देते हैं। फिर ब्रश या कपड़े की मदद से धीरे-धीरे प्लेट पर शुद्ध पारा रगड़ते हैं। ऐसा करने से पारा और शुद्ध जस्ते का एक घोल बन जाता है जिसे संरस (Amalgam) कहते हैं। अशुद्धियों पर पारे का कोई असर नहीं होता। इस प्रकार तेजाब के सम्पर्क में पारा और शुद्ध जस्ते का एक स्तर रहता है और अशुद्धियाँ तिजाब के सम्पर्क में नहीं आती हैं। इस प्रकार स्थानीय क्रिया को दूर किया जाता है।

दूसरी कठिनाई यह होती है कि ताँबे की प्लेट पर हाइड्रोजन गैस के बुलबुले उठते हैं और उनमें से कुछ प्लेट पर जमा हो जाते हैं। इस तरह प्लेट और तिजाब के बीच में गैस की एक पतली तह हो जाती है जिससे प्लेट का तिजाब से सम्पर्क बन्द होने लगता है और विद्युत्-धारा धीरे-धीरे बन्द होने लगती है। इस क्रिया को ध्रुवीकरण (Polarisation) कहा जाता है। इस दोष को दूर करने के लिये कुछ समय बाद ताँबे की प्लेट को कूची से साफ करते हैं और हाइड्रोजन गैस के बुलबुले को दूर कर देते हैं। दूसरा तरीका यह है कि सेल (Cell) के अन्दर कोई ऐसी रासायनिक वस्तु रखते हैं जिसमें आक्सीजन (Oxygen) रहता है और वह हाइड्रोजन के बुलबुलों के साथ मिलकर पानी बनाता है। इस तरह हाइड्रोजन गैस ताँबे की प्लेट पर जमा नहीं होती और ध्रुवीकरण की क्रिया बन्द हो जाती है। साधारण सेल में यह इन्तजाम नहीं रहता है इसलिये ध्रुवीकरण से बिजली की धारा की शक्ति धीरे-धीरे

कम हो जाती है। अतः साधारण सेल को हम बहुत कम काम में लाते हैं।

लेकलांची सेल (Leclanche Cell) :—इस सेल में अमोनियम क्लोराइड या नसादर का तेज घोल रहता है, जिसमें संरसित जस्ते (Amalgamated zinc) की छड़ का एक टुकड़ा डूबा रहता है। इस सेल में एक छिद्रमय (Porous) खोखला बेलन रहता है जिसमें कार्बन की एक छड़ रखी रहती है और उस बेलनाकार बरतन को कार्बन के टुकड़े और मैंगनीज डाइ ऑक्साइड के चूर्ण से भर देते हैं। कार्बन की छड़ धन-ध्रुव होती है और जस्ते की छड़ ऋण ध्रुव।

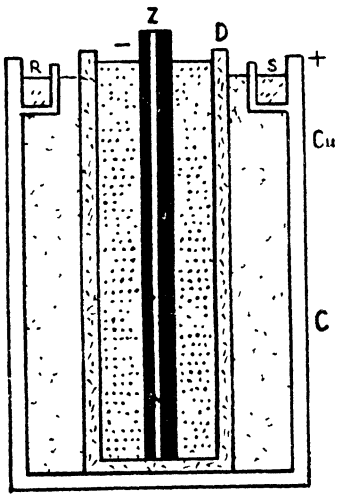


चित्र १६८

क्रिया—जब इस सेल की दोनों छड़ों (जस्ता और कार्बन) को एक तार से मिला देते हैं तो बिजली की धारा बहने लगती है और सेल के भीतर एक रासायनिक क्रिया शुरू होती है। रासायनिक क्रिया से हाइड्रोजन गैस उत्पन्न होती है जो धन-ध्रुव की ओर यानी कार्बन की छड़ की ओर जाना चाहती है। लेकिन रास्ते में मैंगनीज डाइ-ऑक्साइड से मिलने पर रासायनिक क्रिया होती है, जिससे वह पानी में बदल जाती है। इस प्रकार हाइड्रोजन गैस कार्बन की छड़ पर इकट्ठी नहीं हो पाती और ध्रुवीकरण का दोष दूर हो जाता है। चूंकि मैंगनीज डाइ-ऑक्साइड ठोस (चूर्ण) के रूप में रहता है, इसलिए हाइड्रोजन को पानी में बदलने की रासायनिक क्रिया तेजी से नहीं होती है। इससे कुछ समय के बाद ध्रुवीकरण शुरू हो जाता है, क्योंकि सब हाइड्रोजन मैंगनीज डाइ-ऑक्साइड द्वारा पानी में नहीं बदल जाता और कुछ कार्बन की छड़ पर जमा होने लगता है। इसलिए इस सेल को कुछ देर तक इस्तेमाल करने के बाद थोड़े समय के लिए छोड़ देते हैं। अधिक देर तक लगातार इस्तेमाल करने पर विद्युत्-धारा की शक्ति कम होने लगती है और

कुछ देर तक छोड़ देने पर सेल अपनी शक्ति पूरी कर लेती है। इसलिए इसी सेल को सविराम कार्यों (Intermittent Work) जैसे, बिजली की घंटी, टेलिग्राम (तार), टेलीफोन आदि में प्रयोग करते है। चूँकि यह सेल सस्ता होता है, इसलिए इसका इस्तेमाल सबसे अधिक होता है।

डेनियल सेल (Daniell cell) :—यह सेल तांबे के एक बरतन का होता है, जिसमें एक छिद्रमय (Porous) खोखला बेलन रख देते है। बेलन में हल्का सल्फ्यूरिक एसिड (Dilute Sulphuric Acid) और सरस (Amalgamated) जस्ते की छड़ डाल देते हैं। फिर छिद्रमय बेलन के बाहर तांबे के बरतन को तुतिये के समाहृत घोल (Concentrated copper sulphate solution) से भर दिया जाता है। जस्ते की छड़ ऋण-ध्रुव और तांबे का बरतन धन-ध्रुव का काम करते हैं। तुतिया का घोल ध्रुवाच्छादन को दूर करता है।

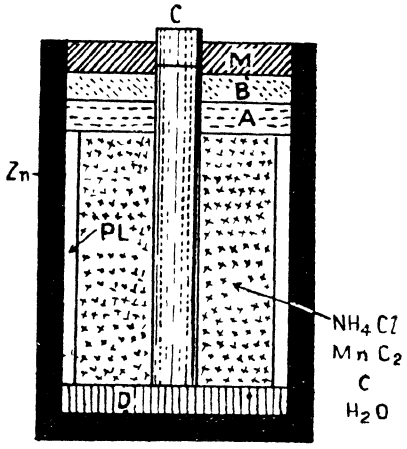


चित्र १६६

क्रिया—जस्ते और गन्धक के तिजाब के सम्पर्क से हाइड्रोजन गैस पैदा होती है जो छिद्रमय बेलन से निकल कर तांबे के बरतन की ओर जाना चाहती है। तुतिये के घोल से मिलकर हाइड्रोजन गैस रासायनिक क्रिया द्वारा तांबा और गन्धक के तिजाब (Sulphuric Acid) बनाती है। यह तांबा, तांबे के बरतन पर जमा हो जाता है। इस तरह ध्रुवीकरण की क्रिया नहीं होने पाती। इस सेल से अधिक देर तक विद्युत-धारा बहाने पर भी धारा की शक्ति कम नहीं होती, क्योंकि ध्रुवाच्छादन की क्रिया बिलकुल दूर हो जाती है। इस सेल के कई दोष भी हैं। यदि इसको ऐसे ही छोड़ दें तो छिद्रमय बेलन से हाइड्रोजन गैस का अभिसरण (Diffusion) दोनों दिशाओं में होने लगता है, इससे जस्ते का संरसन (Amalgamation) छूटने लगता है। प्रयोग के बाद सेल के भिन्न-भिन्न भागों (Parts) को अलग-अलग कर देना पड़ता है और काम में लाने के

पहले उन्हें संकलित कर काम में लाना पड़ता है। जब तब संकलित करने के आधे घंटे बाद यह सेल काम करना शुरू करती है।

सूखी (शुष्क) सेल (Dry cell):—यह सेल टार्च बत्ती में इस्तेमाल होती है और साधारणतया इसे बैटरी कहा जाता है। यह लेकलांची सेल का ही सुधारु रूप (Modified Form) है। यह सेल



चित्र १७०

जस्ते के एक बेलनाकार बरतन में रहती है। यह जस्ता इस सेल का ऋण-प्लेट (Negative plate) होता है। बेलन के अन्दर एक कार्बन की छड़ रहती है जो धन-प्लेट (Positive Plate) का काम करती है। लेकलांची सेल के घोल की तरह इस सेल में भी नसादर (Ammonium chloride) मेगनीज डाइ-ऑक्साइड (Manganese Di-oxide) कोक और पानी का एक लेप बनाते हैं। इस लेप से सेल को भर देते हैं। अन्तर यही है कि लेकलांची सेल मे नसादर घोल के रूप में रहता है और सूखी सेल में लेप के रूप में। लेप देने के बाद सेल का मुँह अलकतरा से बन्द कर देते हैं। जस्ते के बेलन के ऊपर रंगीन कागज का एक खोल (cover) लगा दिया जाता है।

इस सेल में भी वही रासायनिक क्रिया होती है जो लेकलांची सेल में होती है और नसादर जस्ते के साथ घुलता जाता है और कुछ दिनों के बाद जब सब नसादर समाप्त हो जाता है तो सेल बेकार हो जाती है। ऐसी सेल को टार्चों में और बेतार ड्राइ-सेट में इस्तेमाल किया जाता है।

ऊपर लिखी गई सेलों को प्राथमिक (Primary) सेल कहते हैं, क्योंकि उनके अन्दर जो रासायनिक क्रिया होती है उससे बिजली उत्पन्न होती है। एक प्रकार की और सेल होती है जिसे **द्वितीयक सेल** (Secondary Cell) कहते है। इन्हें संचालक सेल या संचेत्र (Storage Cells or Accu-

mulators) भी कहते हैं। यह सेल एक काँच के बरतन की बनी होती है और उसमें तनु (Dilute) गंधक का तिजाब (अम्ल) भरा रहता है। तिजाब में शीशे (Lead) की दो प्लेटें डुबाई रहती हैं। इस सेल में एक बड़ी बैटरी से विद्युत्-धारा प्रवाहित करते हैं और शीशे का यौगिक (Copound) लेड परोक्साइड (PbO_2) बन जाता है। इस क्रिया को सेल को आविष्ट करना (Charging) कहते हैं। कुछ देर बाद जब सेल पूरी तरह से आविष्ट हो जाती है तो बैटरी को हटा देते हैं और सेल के दोनों प्लेटों को एक तार से जोड़ते हैं, तो बिजली की धारा बहने लगती है। जब इस सेल से बिजली की धारा बहा कर काम लेते हैं, तो सेल का धीरे-धीरे विसर्जन (Discharge) होता है और सेल का लेड ऑक्साइड (PbO_2) दूसरे यौगिक लेड सल्फेट ($PbSO_4$) में गन्धक के तिजाब की मदद से बदलता जाता है। कुछ अंश तक विसर्जन होने के बाद सेल को फिर आविष्ट (Charging) करते है। आधुनिक सेलों में शीशे (Lead) की जगह शीशे की जालियाँ इस्तेमाल करते हैं। असल में जब इस सेल के अन्दर बाहरी बैट्री से विद्युत्-धारा प्रवाहित करते हैं तो एक प्रकार की रासायनिक क्रिया होती है, जिसके फलस्वरूप रासायनिक शक्ति (Chemical Energy) सेल में संचित (Accumulated) हो जाती है। इसलिए इस प्रकार के सेल को संचायक सेल (Storage cell or Accumulators) कहते हैं।

सेल की आविष्ट स्थिति का पता गंधक के तिजाब के विशिष्ट गुरुत्व से चलता है। यदि सेल के अन्दर तिजाब का विशिष्ट गुरुत्व १·३ हो तो सेल पूर्ण आविष्ट रहती है। विसर्जन (Discharge) होने पर तिजाब का विशिष्ट गुरुत्व १·१८ हो जाय, तो उसे फिर आविष्ट कर काम में लाना चाहिए, नहीं तो सेल खराब हो जाती है। इस सेल को किसी तार से सीधे नहीं जोड़ देना चाहिये, बल्कि किसी बल्ब (Bulb) या अवरोध (Resistance) के जरिये सेल को तार से जोड़ता चाहिये।

विभवान्तर और अवरोध (Potential Difference and Resistanee) :—जब सेल के अन्दर रासायनिक क्रिया होती है और विद्युत् वाहक बल (Electro Motive Force) पैदा होता है तब इस विद्युत्-वाहक बल के कारण सेल के दोनों सिरों या प्लेटों को एक तार से मिलाने पर बिजली की धारा बहती है। सेल की दोनों प्लेटें एक ही विभव (Potential)

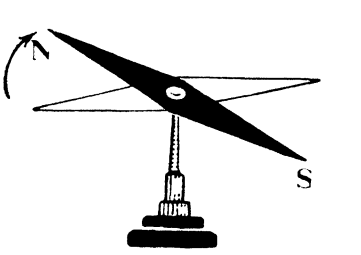
पर नहीं रहतीं। उनके बीच विभवान्तर (Potential Difference) रहता है। इसकी व्यावहारिक इकाई वोल्ट (Volt) है। सेल के दो सिरों के बीच विभवान्तर जितना ज्यादा होगा, उन्हें तार से मिलाने पर धारा की ताकत भी उतनी ही ज्यादा होगी।

जब किसी तार या वस्तु से बिजली की धारा बहती है, तो उसके बहाव में रुकावट होती है। वस्तु या तार के उस गुण को जिससे धारा के बहाव में बाधा आती है, प्रतिरोध (Resistance) कहते हैं। इस प्रतिरोध के कारण तार या किसी वस्तु में बिजली बहने से गरमी पैदा होती है। तार की लम्बाई जितनी अधिक होगी, उसका प्रतिरोध उतना ही ज्यादे होगा। मोटे तार का प्रतिरोध कम होता है और महीन तार का ज्यादा। इसलिए बिजली के बल्ब (Electric Bulb) में महीन तार लगाया रहता है, जिससे उसका प्रतिरोध ज्यादा हो। ज्यादा प्रतिरोध होने से अधिक गरमी पैदा होती है और तार जलता है जिससे प्रकाश पैदा होता है।

जब किसी चालक (Conductor) के दो सिरों के बीच विभवान्तर (Potential Difference) रहता है तो उन दो सिरों को किसी तार से मिलाने पर बिजली की धारा बहती है। किसी नियत तापक्रम पर धारा की ताकत विभवान्तर के समानुपाती (Proportional) होती है। किन्हीं दो सिरों के बीच का विभवान्तर उन सिरों के बीच का अवरोध (Resistance) और धारा की ताकत के गुणनफल के बराबर होता है।

विद्युत्-धारा के कुछ प्रभाव (Some Effects of Electric Currents) :

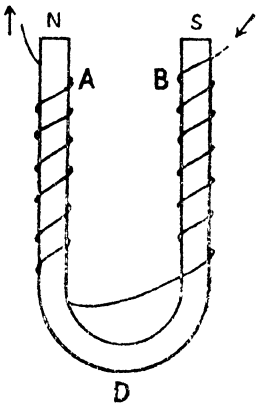
चुम्बकीय प्रभाव (Magnetic Effect) :—यदि किसी तार के नजदीक, जिससे होकर बिजली की धारा बह रही है, एक चुम्बकीय सूई (Magnetic needle) ले जाओ तो तुम देखोगे कि चुम्बक की सूई विचलित (Deflected) हो जाती है। इसका कारण यह है कि जब तार से विद्युत-धारा बहती है, तब धारा के बहने से चुम्बकीय क्षेत्र बन जाता है और तार से चुम्बकीय बल



चित्र १७१

रेखाएँ (Lines of force) निकलती हैं। इसलिये तार के पास चुम्बक की सूई रखने से वह विचलित हो जाती है।

धारा के इस असर का प्रयोग विद्युत्-चुम्बक बनाने में होता है, जिसके विषय में तुम चुम्बक के अध्याय में पढ़ चुके हो। ये चुम्बक बहुत शक्तिशाली (Powerful) होते हैं और कच्चे लोहे (Soft Iron) के बने होते हैं, क्योंकि नरम लोहे में उत्पन्न चुम्बकत्व अधिक शक्तिशाली होता है। जब धारा बन्द कर दी जाती है, तो कच्चा लोहा अपना चुम्बकत्व तुरन्त खो देता है। ऐसे चुम्बक को विद्युत्-चुम्बक (Electromagnet) कहते हैं। नाल-चुम्बक के चारों ओर तार लपेटकर अधिक शक्तिशाली चुम्बक बनाये जाते हैं।



चित्र १७२

विद्युत् के इस असर का प्रयोग कई प्रकार से होता है। चुम्बक की चुम्बकीय शक्ति को विद्युत्-शक्ति (Electrical Energy) में बदलते हैं और उससे विद्युत्-उत्पादक (Dynamo), ट्राम-गाड़ी (Tram Car), बिजली की रेलगाड़ी (Electric Train) आदि चलायी जाती हैं। विद्युत्-धारा के चुम्बकीय प्रभाव का इस्तेमाल कर विद्युत्-मापक यन्त्र, आम्मीटर, वोल्टमीटर और गैलवानोमीटर (Ammeters, Voltmeters and Galvanometers) आदि बनाये जाते हैं। टेलीफोन, बिजली की घंटी, और टेलीग्राफ में भी छोटे-छोटे विद्युत्-चुम्बक इस्तेमाल किये जाते हैं।

रासायनिक प्रभाव (Chemical Effects) :—तुम विद्युत्-सेलों (Electric Cells) के विषय में पढ़ चुके हो कि रासायनिक क्रिया होने से विद्युत्-शक्ति पैदा होती है। इसी तरह यदि किसी घोल (Solution) (जैसे तुतिया का घोल) से बिजली की धारा बहावें तो उस घोल के अन्दर एक रासायनिक क्रिया होती है। इस क्रिया से तांबे के घोल का विबन्धन (Decomposition) होता है और तांबा ऋण ध्रुववाले प्लेट पर, जिसे कैथोड (Cathode) कहते हैं, जमा होता जाता है। यदि पानी में कुछ बूंद

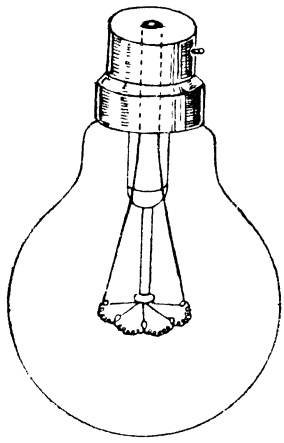
तिजाब (Acid) डाल दें तो पानी के अणु का भी विबन्धन होने लगेगा और एक प्लेट से हाइड्रोजन गैस निकलेगी और दूसरी से ऑक्सीजन गैस।

विद्युत्-धारा के इस प्रभाव का प्रयोग कई जगह होता है। इस तरीके से किसी वस्तु या प्लेट या बरतन पर धातु की कलई (Electro-plating) की जाती है। तुम ख्याल किये होगे कि चम्मच, चाकू, फाँक (Fork), और रसोई बनाने के बरतनों पर गिलट (निकेल Nickel) की कलई की होती है, जिससे उन वस्तुओं में जंग (Rust) नहीं लगती और वे सदा चाँदी की तरह चमकती रहती हैं। निकेल के एक घोल में उन बरतनों को डुबा देते है जिन पर कलई करनी होती है और विद्युत्-धारा बहाने से कुछ समय के अन्दर उन बरतनों पर गिलट की एक पतली लेकिन समरूप (Uniform) परत जम जाती है। इस तरह किसी वस्तु पर धातुओं की तह जमाने को कलई करना (Electro-planting) कहते हैं। इसी तरह किसी चाँदी या ताँबे की वस्तु या गहने पर सोने की कलई करते है। इसके लिए सोना का घोल इस्तेमाल करना होता है। इसी प्रकार जस्तेदार लोहा (Galvanized Iron) तैयार किया जाता है। लोहे की चादरों को जंग (मुर्चा) से बचाने के लिए उनपर जस्ते की कलई की जाती है। एक बड़े हौज में जस्ते का घोल भरते हैं और उसमें लोहे की चादर लटकाकर उन्हें ऋण-ध्रुव (कैथोड) बनाकर बिजली की धारा बहाते हैं। ऐसा करने से कुछ समय में जस्ते की एक पतली तह लोहे की चादरों पर जम जाती है और उन चादरों में जंग नहीं लगती।

विद्युत्-धाराओं के तापीय प्रभाव (Thermal Effects of Electric Currents) :—जब किसी तार से विद्युत् की धारा बहती है तो उस तार में गर्मी पैदा होती है। यदि तार मोटा होगा तो उसका प्रतिरोध (Resistance) कम होता है और उसमें कम गर्मी उत्पन्न होती है। पतले तार का प्रतिरोध अधिक होता है और उससे विद्युत्-धारा प्रवाहित करने से इतनी गर्मी पैदा होती है कि तार गर्म होकर लाल हो जाता है और उससे भी ज्यादे गर्म होकर जलने लगता है और तब तार से प्रकाश निकलता है। हमारे दैनिक जीवन में बिजली के तापीय प्रभाव का प्रयोग अधिक होता है।

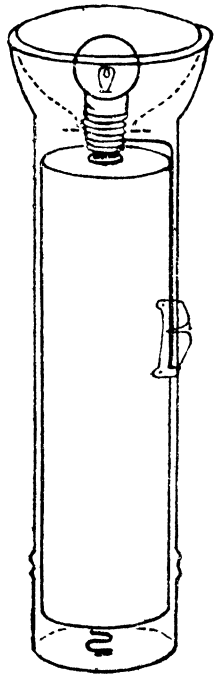
बिजली की बत्ती—आजकल तुमने बिजली के कई प्रकार के बल्बों (Bulbs) को बाजार में देखा होगा। ये बल्ब काँच के बने होते हैं और उनके भीतर का स्थान शून्य (Vacuum) होता है या उसमें नाइट्रोजन गैस भरी

रहती है। बल्ब के अन्दर टंग्सटन (Tungston) धातु का एक बहुत महीन तार रहता है। जब इस तार से होकर बिजली की धारा बहती है तो तार गर्म हो जाता है और हमें रोशनी देता है। इस तार के दोनों छोर दो मोटे तार से जुड़े रहते हैं जो बल्ब की जड़ तक पहुँचते हैं और बल्ब की जड़ के बाहर दो पीतल के चिह्नों से जुड़े रहते हैं। ये ही तार के दो संयोजक सिरे हैं जो ऋण और धन ध्रुवों का काम करते हैं। जब इस बल्ब की जड़ को साकेट (Socket) के भीतर घुसा देते है, तो बल्ब के दोनों संयोजक छोर साँकेट के अन्दर दोनों ध्रुवों से मिलकर धन और ऋण-ध्रुव बन जाते हैं और बल्ब के अन्दर बिजली की धारा बहने लग जाती है। इससे बल्ब के अन्दर का टंग्सटन तार गर्म हो जाता है और हमें रोशनी देने लगता है।



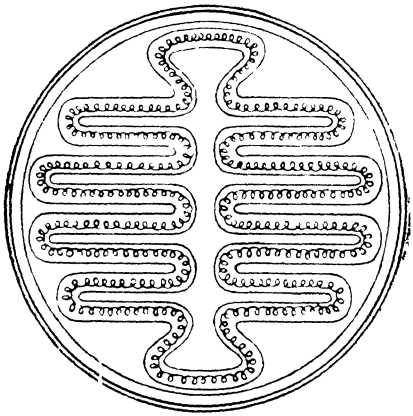
चित्र १७३

टॉर्च-बत्ती (Electric Torch)—इस बत्ती में एक या इससे अधिक सूखी सेल (Cells) की बैटरी रहती है जिसके विषय में तुम पहले पढ़ चुके हो। इस बत्ती के आगे एक काँच का ढक्कन रहता है, जिसके नीचे एक होल्डर (Holder) होता है। होल्डर में पेंच (Screw) होता है जिसके जरिये एक छोटा बिजली का बल्ब उसमें लगा देते हैं। सूखी बैटरी का धन-ध्रुव बल्ब में इस पेंच द्वारा जुड़ा रहता है। बैटरी का ऋण ध्रुव एक ताँबे या लोहे की कमानी या स्प्रिंग (Spring) द्वारा टार्च के खोखले से सटा रहता है। बल्ब का दूसरा संयोजक पेंच बल्ब-होल्डर से मिला हुआ रहता है। बल्ब-होल्डर की बगल में एक अचालक (Non-con-



हरदम टार्च में नहीं जलती रहती क्योंकि बिजली का परिपथ पूरा नहीं होता। जब हम टार्च-बत्ती के बटन को खिसकाकर दबाते हैं तो बिजली का परिपथ (Circuit) पूरा हो जाता है और बल्ब से होकर विद्युत्-धारा बहने लगती है। बटन दबाने से उसका तार बल्ब-होल्डर से सट जाता है, जिसमें बल्ब का दूसरा संयोजक पेंच मिला होता है। इस तरह बिजली का परिपथ पूरा हो जाता है और बल्ब जलने लगता है।

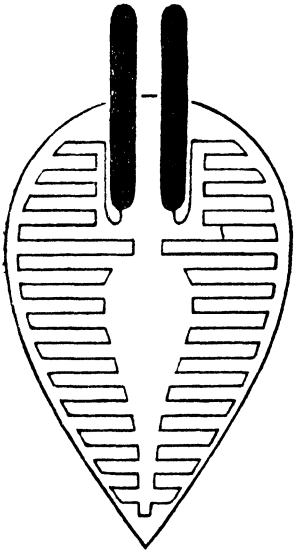
बिजली के चूल्हे और केतलियाँ—ये सब एकही सिद्धान्त पर बने रहते हैं। इनमें अधिक प्रतिरोधवाले तार का एक कुण्डल होता है जिससे विद्युत्-धारा प्रवाहित कर उच्च तापक्रम पैदा किया जाता है। तार ऐसी धातु का रहता है कि गर्म होने पर पिघले नहीं। यह साधारणतया निक्रोम (Nichrome) का बना रहता है। क्योंकि उसका द्रवांक (Melting Point) अधिक होता है। तार के दोनों छोर दो संयोजक पेंचों (Connecting Screws) से मिले रहते हैं। यदि दोनों संयोजक पेंचों को किसी बैटरी के दोनों ध्रुवों से मिला दें तो विद्युत्-चक्र पूरा हो जाता है और तार से होकर बिजली की धारा बहने लगती है जिससे वह गर्म होकर लाल हो जाता है। इसके बाद जिस चीज को उबालना या गर्म करना होता है, उसे किसी बरतन में रखकर इस चूल्हे पर रख देते हैं। तार गढ़े के अन्दर रहता है। इसलिए बरतन की ऊपरी सतह पर रखने से वह तार से सटता नहीं है। तार चीनी-मिट्टी की नली पर लपेटा रहता है क्योंकि चीनी-मिट्टी बिजली का कुचालक (Non-conductor) है जिसके कारण बिजली इधर-उधर नहीं बहकती और तार से ही होकर बहती रहती है। बिजली की भट्ठी (Electric Furnace) भी इसी सिद्धान्त पर काम करती है। इसमें भी निक्रोम या मौलिबडेनम (Molybdenum) के तार की कुण्डलियाँ चीनी

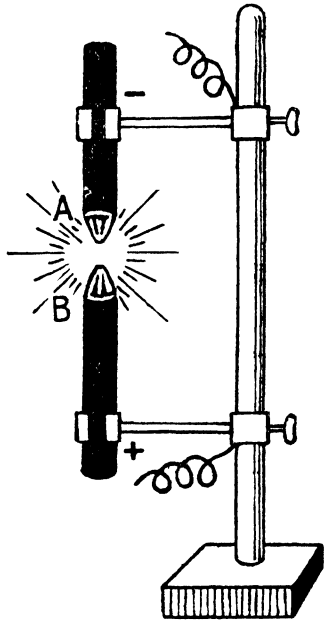


चित्र १७५

मिट्टी की नलियों पर लपेटी रहती हैं और शक्तिशाली धारा बहने पर अधिक ताप पैदा हो जाता है।

कपड़े पर लोहा देने का यंत्र (Electric Iron)—यह भी उसी सिद्धान्त पर काम करता है जिस पर बिजली का चूल्हा या भट्ठी। इसमें भी तार की कुण्डली रहती है और जब तार बिजली की धारा बहने से गर्म हो जाता है तो लोहा भी गर्म हो जाता है और इसे रगड़ कर कपड़े पर लोहा करते हैं। इसे पकड़ने के लिये किसी अचालक वस्तु की हैण्डिल (Handle) लगी रहती है। किसी-किसी यंत्र में एक नियंत्रक (Regulator) होता है। जिसके जरिये रेशमी, ऊनी, सूती इत्यादि भिन्न-भिन्न प्रकार के कपड़ों पर लोहा करने के लिये विभिन्न तापक्रम उत्पन्न करते हैं।





चित्र १७६, १७७

बिजली का आर्क-लैम्प (Electric Arc Lamps)—इसमें कार्बन की दो छड़ें A और B होती हैं जिनके आमने-सामने के छोर नुकीले होते हैं। छड़ों के छोर दो संयोजक पेंच (Connecting

Terminals) से मिले रहते हैं। इन दोनों संयोजक पेचों को विद्युत्-प्रदाय (Electric Supply) के ऋण और धन ध्रुवों से एक प्रतिरोध (Resistance) द्वारा मिला देते हैं। कार्बन की छड़ों को ऊपर-नीचे करने के लिए एक अचालक वस्तु की पेंच (Screw) लगी रहती है। इससे कार्बन की छड़ों को सटा देते हैं और फिर उनकी नोकों को करीब एक सेन्टीमीटर की दूरी पर अलग कर देते हैं। ऐसा करने से दोनों नोकों के बीच बिजली की लपट निकलती रहती है, जिससे चमकीला प्रकाश निकलता है। जहाँ तीव्र प्रकाश की जरूरत होती है वहाँ आर्क-लैम्प का इस्तेमाल करते हैं।

बिजली द्वारा दो धातुओं को जोड़ना (Electric soldering or welding of two metals) :—यदि किसी धातु के दो टुकड़ों या छड़ों को जोड़ना होता है तो पहले उन्हें विद्युत्-प्रदाय (Electric supply) के ऋण और धन ध्रुवों से तार द्वारा मिला देते हैं। जब बिजली की शक्तिशाली धारा बहती है तो अधिक ताप उत्पन्न होता है, जिससे धातु के दोनों टुकड़े पिघल जाते हैं और सटकर मिल जाते हैं।

बिजली का फ्यूज तार (Fuse wires) :—यह एक तार का छोटा टुकड़ा होता है जिसका द्रवणांक कम रहता है। जब घर में बिजली की बत्ती, पंखे या चूल्हे काम करते हैं तो कभी-कभी ऐसा होता है कि किसी कारणवश विद्युत्-धारा की शक्ति अधिक बढ़ जाती है। इससे बत्ती या चूल्हे आदि की बरबादी होने की संभावना रहती है। इससे बचने के लिये मकानों में जिस स्थान से होकर विद्युत्-धारा के लिये तार ले जाते हैं, वहाँ फ्यूज तार लगा रहता है। अधिक विद्युत्-धारा बहने से अधिक ताप पैदा होता है और फ्यूज तार गल कर टूट जाता है और विद्युत् परिपथ (Electric circuit) अधूरा हो जाता है जिससे बिजली की धारा बन्द हो जाती है। यह चीनी-मिट्टी के होल्डर (Holder) में लगा रहता है।

अभ्यास

१. साधारण सेल की बनावट का वर्णन करो। इसमें कौन-कौन दोष हैं और उन्हें कैसे हटाया जा सकता है ?

1. Describe the construction of a simple cell. What are its defects and how are they removed ?

२. डेनियल सेल का वर्णन करो और उसकी क्रिया समझाओ।

2. Describe a Daniell cell and explain its action.

३. विद्युत्-धारा को पैदा करने के लिये एक प्रयोग का वर्णन करो।

3. Describe an experiment to show the generation of current electricity.

४. ध्रुवीकरण कैसे होता है? एक ऐसे सेल की बनावट बताओ जिसमें ध्रुवीकरण नहीं होता है।

4. What causes polarisation in a cell? Describe a cell in which polarisation does not take place.

५. 'स्थानीय क्रिया' और 'ध्रुवीकरण' को समझाओ और बताओ कि लेकलांची सेल में उन्हें कैसे दूर किया जाता है।

5. Explain 'Local action' and 'Polarisation' and show how are they avoided in a Leclanche cell?

६. सूखी सेल कैसे बनाई जाती है—वर्णन करो और समझाओ।

6. Describe how a dry cell is constructed and explain its action.

७. द्वितीयक सेल से तुम क्या समझते हो? एक संचायक सेल की क्रिया के सिद्धान्त का वर्णन करो और समझाओ।

7. What do you understand by secondary cells? Describe and explain the principle of action of a storage cell.

८. विभवान्तर और अवरोध से तुम क्या समझते हो? किसी तार में बहती हुई विद्युत्-धारा की ताकत किन बातों पर निर्भर करती है?

8. What do you understand by potential difference' and resistance', Upon what factors does the strength of an current flowing in a wire depend?

९. विद्युत्-धारा के चुम्बकीय प्रभाव को बताओ। इस प्रभाव का प्रयोग कहाँ होता है, सोदाहरण समझाओ।

9. Explain the magnetic effect of an electric current. Describe, with examples, the uses of this effect.

१०. विद्युत्-धारा के रासायनिक प्रभाव का वर्णन करो। इस प्रभाव का प्रयोग कहाँ-कहाँ होता है?

10. Describe the chemical effect of an electric current, What are the uses of this effect?

११. चालक और अचालक में अन्तर बताओ।

11. Distinguish between conductors and Non-conductors.

१२. बिजली का बल्ब और टार्च बत्ती की बनावट का वर्णन करो।

12. Describe the construction of an electric bulb and electric-torch.

१३. इन पर नोट लिखो—बिजली का चूल्हा, लोहा देने का यन्त्र, आर्क-लैम्प और फ्यूज तार।

13. Write notes on :—Electric stove, electric Iron, Arc lamp and the fuse wire.

१४. सूखी सेल की बनावट बताओ। इसका इस्तेमाल कर बिजली की टार्च बत्ती कैसे जलाई जाती है?

14. Describe the construction of a dry cell. How is it used to light an electric torch ?

तीसरा अध्याय

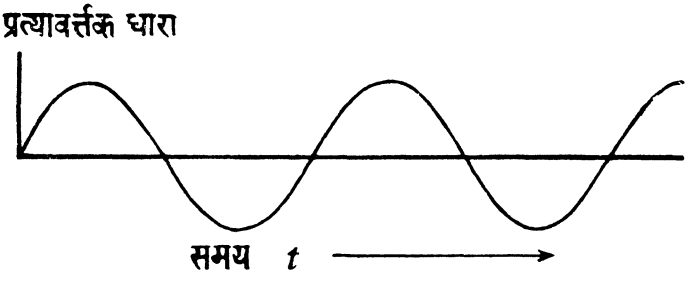
प्रत्यावर्त्तक धारा
(Alternating Current)

विद्युत् उत्पादक (Dynamo) से यांत्रिक शक्ति खर्चकर विद्युत्-शक्ति पैदा की जाती है। यदि एक तार की बन्द कुंडली को एक चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) में घुमावें तो तार से गुजरती हुई चुम्बकीय बल-रेखाओं (Magnetic lines of Force) की संख्या बदलती रहती है। ऐसा होने से तार की कुंडली में विद्युत्-वाहक बल (Electro Motive Force) उत्पन्न होता है। यह विद्युत्-वाहक बल तार की कुंडली के घुमाने की दर, चुम्बकीय क्षेत्र की ताक़त और तार के घुमावों की संख्या (Number of turns) पर निर्भर करता है।

तार को घुमाने में हमें यांत्रिक शक्ति लगानी पड़ती है। यह यांत्रिक शक्ति विद्युत्-शक्ति में उत्पन्न होती है। पूरे यंत्र को विद्युत्-उत्पादक यंत्र (Dynamo) कहते हैं। विद्युत्-उत्पादक में एक शक्तिशाली (Powerful) चुम्बक रहता है। एक आयताकार या वृत्ताकार वस्तु पर तार को कई बार लपेटते हैं। तार के घुमावों की संख्या जितनी अधिक होगी उतना ही ज्यादे विद्युत्-वाहक बल पैदा होगा और विद्युत्-धारा की तीव्रता भी उतनी ही अधिक होगी। यह विद्युत्-वाहक बल चुम्बक की शक्ति पर भी निर्भर करता है, इसलिए शक्तिशाली विद्युत्-चुम्बक इस्तेमाल किया जाता है। तार की कुंडली को मशीन से जल्द-जल्द घुमाते है, क्योंकि ऐसा करने से अधिक विद्युत्-वाहक बल (Electro Motive Force) उत्पन्न होता है। तार के एक पूर्ण परिभ्रमण को एक चक्र (Cycle) कहते हैं और एक सेकेंड में पूर्ण चक्रों की संख्या विद्युत्-धारा या विद्युत्-वाहक बल की आवृत्ति (Frequency)

कहलाती है। इस तरह उत्पन्न धारा को **प्रत्यावर्त्तक धारा** (Alternating Current, A. C.) कहते हैं। इस धारा को पैदा करनेवाले यंत्र को **प्रत्यावर्त्तक** (Alternator or A. C. Dynamo) कहते हैं।

प्रत्यावर्त्तक धारा या विद्युत्-वाहक बल के दो संयोजक सिरों (Connecting Terminals) पर निश्चित ध्रुव नहीं होता। दोनों सिरों पर बारी-बारी से ऋण और धन ध्रुव होते हैं और वे एक सेकेंड में उतनी बार



चित्र १७८

अपना स्थान बदलते हैं, जितनी धारा की आवृत्ति (Frequency) होती है। यदि धारा की आवृत्ति ५० है तो दोनों संयोजक छोरों पर ५० बार ऋण और धन-ध्रुव बदलते रहते हैं। शहर में जो विद्युत्-प्रदाय (Electricity-Supply) है, वह प्रत्यावर्त्तक धारा है, **सरल धारा** (Direct current (D. C.)) नहीं।

बैटरी या संचायक सेलों को आवेशित करने के लिए यह प्रत्यावर्त्तक धारा (A. C.) उपयुक्त नहीं है क्योंकि ऐसी धारा में इसकी दिशा बदलती रहती है। एक सेकेंड में धारा की दिशा उतनी बार बदलती है, जितनी बार प्रत्यावर्त्तक धारा की आवृत्ति रहती है। सचायक सेल को आवेशित (Charge) करने के लिए हमें सरल धारा (Direct current) चाहिए ताकि सेल से जितनी देर तक हम धारा प्रवाहित करें, उसकी दिशा एक ही रहे, बदले नहीं। इस तरह बहुत कामों के लिये हमें सरल धारा (D. C.) की आवश्यकता होती है। इसके लिये हम प्रत्यावर्त्तक धारा (A. C.) को सरल धारा (D. C.) में एक विशेष यंत्र के द्वारा बदलते हैं। इस क्रिया को **सरलीकरण** (Rectification) कहते हैं। बिजली के बल्ब में, चूल्हा इत्यादि कामों में

प्रत्यावर्त्तक धारा ही इस्तेमाल होती है क्योंकि धारा के बहने से उत्पन्न ताप धारा की दिशा पर नहीं निर्भर करता है। लेकिन यदि किसी वस्तु या बरतन पर किसी धातु की कलई (Electro-Plating) करनी हो तो सरल धारा (D. C.) का प्रयोग होता है। कलई ऋण-ध्रुव पर जमा होती है और इसलिए जब तक धारा बहती है, उसका ध्रुव निश्चित रहना चाहिये। सरल धारा से ही यह काम होना संभव है।

विद्युत्-मोटर (Electric Motor) :—इस यन्त्र से विद्युत्-शक्ति (Electric Energy) खर्च कर यांत्रिक शक्ति (Mechanical Energy) उत्पन्न की जाती है। इसलिए इसे कभी-कभी उल्टा या व्युत्क्रमित डायनमो (Reversed Dynamo) भी कहते हैं (डायनमो विद्युत्-शक्ति पैदा करता है और उसमें यांत्रिक शक्ति खर्च होती है)। विद्युत्-मोटरें सरल और प्रत्यावर्तक दोनों धाराओं की होती हैं। दोनों प्रकार की मोटरों का व्यावसायिक या दैनिक प्रयोग बहुत होता है।

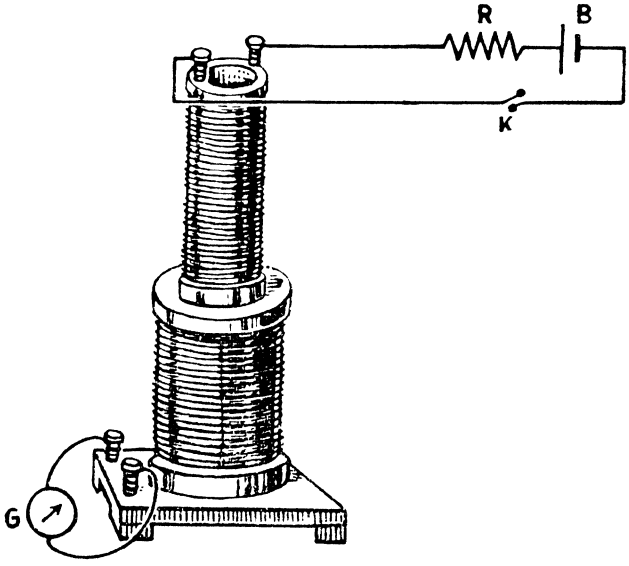
प्रत्यावर्तक धारा की मोटरों का क्रिया-सिद्धान्त (Principle of Action) आसान नहीं है, इसलिए यहाँ हम उनपर विचार नहीं करेंगे। सरल धाराओं की मोटरों का सिद्धान्त साधारण तरीके से यों समझा जा सकता है :—यदि हम सरल धारा पैदा करनेवाले यन्त्र (Direct current Generator) में लगे तार की एक कुंडली में विद्युत्-धारा प्रवाहित करें और कुंडली को शक्तिशाली विद्युत्-चुम्बक के दोनों ध्रुवों के बीच रखें तो वह कुंडली चुम्बक के दोनों ध्रुवों के बीच में घूमने लगेगी। विद्युत्-चुम्बक में भी वही धारा प्रवाहित करते हैं जो तार की कुंडली से होकर बहती है। इस तरह घूमती हुई कुंडली की धुरी को किसी दूसरी मशीन से जोड़कर विद्युत्-मोटर से यांत्रिक काम प्राप्त होता है। बिजली की मोटर का उपयोग कई जगह होता है, जैसे ट्राम गाड़ियों में, पानी के पम्प में, सिनेमा चलाने की मशीन में और छापने की मशीन में, इत्यादि।

विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन
(Electro-magnetic Induction)

फैराडे (Faraday) ने पहले-पहल प्रयोग कर यह बताया कि किसी तार के एक बन्द कुंडल (closed coil) को किसी चुम्बक के पास लाने या

कुंडल को किसी चुम्बकीय क्षेत्र में घुमाने से उसमें विद्युत्-धारा पैदा होती है। यदि कुंडल को स्थिर रखकर एक चुम्बक को उसके नजदीक लावें तौभी कुंडल में विद्युत्-धारा बहती है। जबतक कुंडल और चुम्बक के बीच में कोई आपेक्षिक गति (Relative Velocity) रहती है, कुंडल से बिजली की धारा बहती है। इसे **उपपादित धारा** (Induced Current) कहते है और यह घटना **विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन** (Electro-magnetic Induction) कहलाती है।

धाराओं द्वारा भी उपपादित धाराएँ (Currents Induced by Currents) होती हैं। इसको प्रयोग द्वारा आसानी से बताया जा सकता है। दो खोखले बेलनों पर तार लपेटो। एक बेलन इतना बड़ा होना चाहिए कि दूसरा उसके अन्दर आसानी से आ जा सके। एक कुंडल (Coil) के दोनों

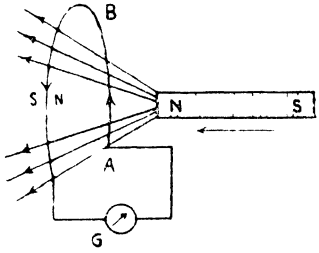


चित्र १७६

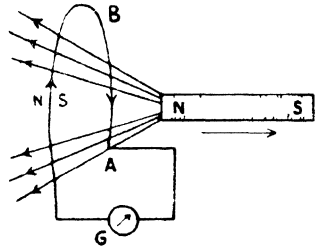
सिरों को एक सेल के दोनों ध्रुवों से जोड़कर उसमें विद्युत्-धारा बहाओ। दूसरे बेलनाकार कुंडल के दोनों छोरों को एक गैलवानोमीटर (Galvanometer) से जोड़ दो। (गैलवानोमीटर एक ऐसा विद्युत्-यन्त्र है जो विद्युत्-धारा की उपस्थिति बतलाता है और धारा बहने से उसकी निर्देशक सूई में

विक्षेप (Deflection) हो जाता है। अब पहले कुंडल को जिसमें बिजली की धारा बह रही है दूसरे कुंडल में ले जाओ तो गैलवानो-मीटर में एकाएक विक्षेप दिखाई देगा। इससे साबित होता है कि दूसरे कुंडल में बिजली की धारा उपपादित (Induced) हो जाती है। उपपादित धारा की शक्ति और दोनों कुंडलों में तारों के घुमावों की संख्या, पहले कुंडल में बहती धारा की शक्ति पर निर्भर करती है। यदि पहले कुंडल को तेजी से दूसरे कुंडल के अन्दर ले जायँ तो उपपादित धारा की शक्ति अधिक होगी।

इसी तरह यदि एक बन्द कुंडल (Coil) के पास एक चुम्बक को लावें तो कुंडल में विद्युतीय धारा उपपादित हो जाती है। चुम्बक को स्थिर रखकर कुंडल को उसके पास लाने या उससे दूर हटाने में भी कुंडल के अन्दर धारा पैदा होती है जिसे उपपादित धारा कहते हैं। यह घटना विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन (Electro-magnetic Induction) कहलाती है। उपपादित



चित्र १८० (अ)



चित्र १८० (ब)

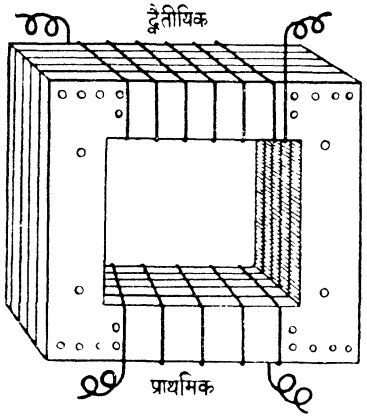
विद्युत् धारा का मान चुम्बक और कुंडल की आपेक्षिक गति पर निर्भर करता है। कुंडल से गुजरती हुई चुम्बक की बल-रेखाओं में परिवर्तन होता है और यह परिवर्तन जितना जल्द-जल्द होता है, उतनी ही अधिक उपपादित धारा पैदा होती है। इस प्रयोग को पहले-पहल वैज्ञानिक फैराडे ने किया था।

फैराडे द्वारा आविष्कृत (Discovered) विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन का उपयोग कर आजकल विद्युत्-उत्पादक (Dynamo) द्वारा यांत्रिक शक्ति लगाकर विद्युत्-शक्ति पैदा की जाती है। इसके विषय में तुम अभी पढ़ चुके हो।

ट्रान्सफार्मर (Transformer) :—कभी-कभी प्रत्यावर्त्तक धारा (Alternating current) को काफी दूर के स्थानों पर भेजना पड़ता है।

इसलिये उच्च विभव (High Potential) पर विद्युत् उत्पन्न कर दूर की जगहों पर भेजते हैं और वहाँ फिर एक यन्त्र द्वारा जिसे ट्रांसफार्मर कहते हैं, निम्न विभव (Low Potential) पर प्राप्त कर लेते हैं। ऐसा करने से रास्ते में बिजली का फिजूल खर्च नहीं होता और हमें मितव्ययिता होती है।

ट्रांसफार्मर प्रत्यावर्तक धारा (A. C.) के लिये ही काम करता है, सरल धारा (Direct current or D. C.) में कभी नहीं। इसमें एक आयताकार या गोलाकार लोहे की छड़ होती है। कभी-कभी लोहे की कई आयताकार प्लेटें एक साथ सटायी रहती हैं। इसके एक ओर तार का एक कुण्डल लपेट कर उसके दोनों छोरों को धारा के उद्गम (Source of Current) से जोड़ दिया जाता है। इस कुण्डल को प्राथमिक कुण्डल (Primary coil) कहते हैं। फिर आयताकार लोहे की प्लेटों की दूसरी ओर तार का दूसरा कुण्डल लपेटा रहता है जिसे द्वैतीयिक कुण्डल (Secondary coil) कहते हैं। दूसरे कुण्डल में उत्पन्न विभव (Potential) से हम अपने इच्छानुसार अनेक काम लेते हैं। यह विभव प्राथमिक कुण्डल के विभव से कम या ज्यादे हो सकता है और यह दोनों कुण्डलों में लपेटे गये तारों के घुमावों की संख्या पर निर्भर करता है। मान लो कि प्राथमिक कुण्डल में आरोपित विभव (Potential) V_1 है और द्वैतीयिक कुण्डल में उत्पन्न विभव V_2 तो, $\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$, यहाँ N_1 और N_2 क्रमशः प्रायमिक और द्वैतीयिक कुण्डलों में तारों के घुमावों की संख्या है। यदि N_1 बड़ा है N_2 से, तो V_1 भी V_2 से बड़ा होगा, यानी उत्पन्न विभव आरोपित विभव (Applied Potential) से कम होता है। ऐसे ट्रांसफार्मर को निम्न-विभव करनेवाला ट्रासफार्मर (Step-down Transformer) कहते हैं। इसी तरह यदि N_1 छोटा है N_2 से तो

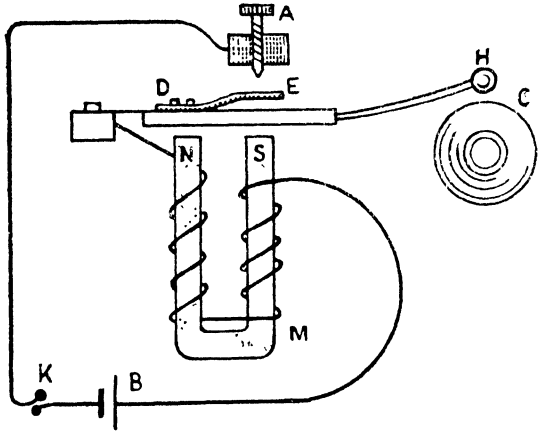


चित्र १८।

ट्रांसफार्मर के द्वैतीयिक कुण्डल में उपपादित विभव (Induced Potential) प्राथमिक कुण्डल में आरोपित विभव से ज्यादा होगा और इस यंत्र को उच्च-विभव करनेवाला ट्रांसफार्मर (Step-up Transformer) कहा जाता है। इस प्रकार प्रत्यावर्तक धारा (Alternating Current) से फायदा यह है कि हमें एक ट्रांन्सफार्मर के जरिये बिना विशेष हानि के अपनी जरूरत के मुताबिक इसको कम या ज्यादा कर सकते हैं।

बिजली के कुछ दैनिक उपयोग :— बिजली के अनेक उपयोगों के विषय में तुम पहले पढ़ चुके हो, जैसे—बिजली का बल्ब, टार्च, चूल्हा, भट्ठी लोहा देने का यंत्र, वस्तुओं पर धातुओं की कलई करना इत्यादि। यहाँ बिजली के कुछ अन्य उपयोगों जैसे, बिजली की घंटी, टेलिग्राफ, टेलीफोन पर विचार किया जायगा। बिजली के और अनेक उपयोग हैं, और उनके विषय में लिखना इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर है।

बिजली की घंटी (Electric Bell) :—इस प्रकार की घंटी में विद्युत्-धारा के चुम्बकीय प्रभाव को इस्तेमाल कर विद्युत्-शक्ति को ध्वनि-शक्ति में



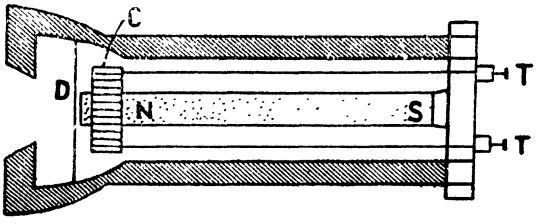
चित्र १८२

बदलते हैं। इसमें एक उलटा हुआ गोल कटोरा होता है, जिसमें एक धातु की हथौड़ी मारती है और आवाज होती है। इस यंत्र में एक विद्युत्-चुम्बक रहता है, जिसके चारों ओर तार लपेटा रहता है। जब इस तार से धारा बहती है तब

विद्युत्-चुम्बक में चुम्बकत्व रहता है, और जब धारा नहीं बहती हो यह एक मामूली लोहा है और चुम्बकत्व इसमें नहीं रहता है।

तार के दोनों सिरों को एक सेल से मिला दिया जाता है। यह तार विद्युत्-चुम्बक में लपेटा रहता है और वहाँ से हथौड़ी तक पहुँचता है और फिर सेल के ध्रुव से जोड़ा रहता है। तार और सेल के ध्रुव को एक कुंजी (Key) के जरिये मिलाते हैं जिसके ऊपर एक बटन रहता है। जब इस बटन को दबाते हैं तब तार का सिरा सेल के ध्रुव से मिल जाता है और विद्युत्-परिपथ (Electric circuit) पूरा हो जाता है, तब बिजली की धारा बहने लगती है और विद्युत्-चुम्बक हथौड़ी को, जो उसके पास ही रहती है, अपनी ओर चुम्बकत्व के जरिये खींचता है। जब हथौड़ी आकर्षित होती है तो वह कटोरे को मारती है और आवाज पैदा होती है। जब विद्युत् का परिपथ अधूरा हो जाता है धारा का बहना बन्द हो जाता है और विद्युत्-चुम्बक का चुम्बकत्व खतम हो जाता है, जिससे वह अब हथौड़ी को अपनी ओर नहीं खींचता। तब हथौड़ी एक कमानी (Spring) के जरिये अपनी पहली स्थिति में आ जाती है और फिर विद्युत्-चक्र पूरा हो जाता है, जिससे बिजली की धारा बहने लगती है। तब फिर हथौड़ी विद्युत्-चुम्बक से आकर्षित होकर कटोरे को मारती है और आवाज होती है। यह क्रिया बार-बार होती रहती है और घंटी बजती रहती है। यदि बटन को दबाना छोड़ दें, तो तार का एक छोर सेल के ध्रुव से अलग हो जाता है और घंटी का बजना बन्द हो जाता है। इस तरह की घंटी दफ्तरों, कारखानों, होटलों और बड़े-बड़े मकानों में लगाई रहती है।

टेलीफोन (Telephone) :—इसका आविष्कार बेल नामक एक



चित्र १८३

वैज्ञानिक ने किया था। यह एक ऐसा आयोजन है जिसके जरिये हम किसी आदमी से जो दूसरे स्थान में स्थित है, आसानी से बात कर लेते हैं। इसमें एक

लम्बा छड़-चुम्बक N S रहता है, जिसके एक छोर पर ताँबे के तार का लपेटा हुआ एक कुंडल रहता है। कुंडल के दोनों छोर दो संयोजक पेंचों से जुड़े रहते हैं। इन पेंचों से तार की दो लाइनें निकलती हैं, जो दूर स्थानों तक जाती हैं और वहाँ वे एक ऐसे ही यंत्र से मिली रहती हैं। लकड़ी के एक खोखले में लगी हुई लोहे की एक पतली पट्टिका (Diaphragm) रहती है जो कुंडल के सामने चुम्बक के सिरे के नजदीक रहती है।

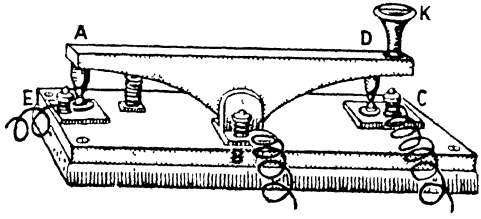
क्रिया (Action) :—जब हम पट्टिका D (Diaphragm) के सामने बोलते हैं, तो ध्वनि-तरंगों (Sound waves) के पड़ने से पट्टिका कम्पन करने लगती है। पट्टिका भी चुम्बक के नजदीक रहने से उपपादन (Induction) द्वारा चुम्बक बन जाती है और जब वह चुम्बक के सामने काँपती है तब चुम्बक के चुम्बकीय क्षेत्र की शक्ति घटने-बढ़ने लगती है, जिससे चुम्बक के सिरे पर लपेटे हुए तार की कुंडली से गुजरनेवाली बल-रेखाओं (Lines of Force) की संख्या भी घटने-बढ़ने लगती है। इससे कुंडल में विद्युत्-धाराएँ उपपादित (Induced) होती हैं। ये धाराएँ तार की लाइनों द्वारा दूर के स्थानों तक जाती हैं और वहाँ स्थित एक विद्युत्-चुम्बक के चारों ओर बहने लगती हैं जिसके एक सिरे पर लोहे की पतली पट्टिका रहती है। धाराओं के बदलने से चुम्बक की चुम्बकीय शक्ति बदलती है और वह पट्टिका को अपनी ओर आकर्षित करती और छोड़ती है। इस तरह दूर के स्थान में स्थित विद्युत्-चुम्बक के सामने की पट्टिका भी वैसा ही कम्पन करने लगती है। अतः इस दूसरी पट्टिका से भी उसी तरह की आवाज पैदा होने लगती है, जिस तरह की आवाज से पहली पट्टिका कम्पित हुई थी।

ऊपर के टेलीफोन को बेल-टेलीफोन कहते हैं। यह प्रेषक (Transmitter) और ग्राहक (Receiver) दोनों का काम करता है। इसमें उपपादित धाराएँ कमजोर होती हैं और अधिक दूरी तक यह यंत्र सफल नहीं होता। आधुनिक टेलीफोन बेल-टेलीफोन का सुधारु रूप है। इसमें एक कार्बन माइक्रोफोन प्रेषक (Carbon Microphone Transmitter) रहता है, जिसके सामने हम मुँह करके बोलते हैं। यह प्रेषक कार्बन के कण (Particles) से ढीला भरा रहता है। जब हम बोलते हैं तो ध्वनि-तरंगें कार्बन के कणों पर दबाव डालती हैं जिससे कार्बन-कणों का प्रतिरोध बदलता रहता है। प्रतिरोध के बदलने से छड़-चुम्बक के सामने लगी हुई तार-कुंडली में

बहती विद्युत्-धारा में अधिक परिवर्तन होता है। ये धाराएँ भी बेल-टेलीफोन की तरह लाइन-तारों से होकर दूर के स्थानों तक जाती हैं।

तार या टेलीग्राफ (Telegraph) :—तुम जानते हो कि तार द्वारा खबर एक स्थान से दूसरे स्थान तक बहुत जल्दी भेजी जाती है। इस यंत्र में निम्नलिखित हिस्से रहते हैं—(१) जिस स्थान से जिस स्थान तक खबर भेजी जाती है, उन दोनों स्थानों को मिलानेवाली तार की लाइन (Line-wires)। (२) संकेत (Code) भेजने के लिये प्रेषक (Transmitter) (३) ग्राहक (Receiver) जो दूसरी जगह पर रहता है और संकेत ग्रहण करता है। इन हिस्सों को चलाने के लिये भी एक बैटरी रहती है।

मोर्स-कुंजी (Morse-Key) आजकल प्रेषक (Transmitter) का काम करती है। इसमें एक पीतल का लीवर A D (Lever) होता है। यह लाइन-तार (Line wires) से मिली रहती है। लीवर के एक सिरे पर एक पेंच रहता है और दूसरे सिरे पर एक घुंडी K रहती है। जब

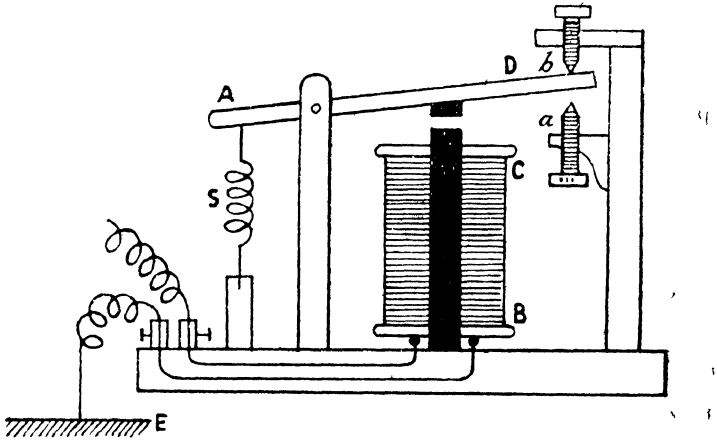


चित्र १८४

घुंडी को दबाया जाता है तो वह नीचेवाले पेंच को छूती है, जिससे बैटरी का धन-ध्रुव (Positive Pole) जुड़ा होता है। बैटरी का ऋण-ध्रुव पृथ्वी से मिला रहता है जो विद्युत् का चालक है। इस तरह घुंडी को दबाने से बैटरी के ध्रुव से सम्पर्क हो जाता है और लाइन-तार के जरिये धारा दूसरी जगह तक जाती है।

आजकल मोर्स-ध्वनि-उत्पादक (Morse Sounder) ग्राहक (Receiver) के लिये इस्तेमाल किया जाता है। इसमें एक विद्युत्-चुम्बक रहता है जिसके सामने एक लीवर A D रहता है। लीवर में एक कच्चे लोहे का टुकड़ा होता है। खबर भेजनेवाली जगह से लाइन-तार के जरिये जैसे ही बिजली की

धारा बहकर विद्युत्-चुम्बक में जाती है, वह लीवर में लगे लोहे के टुकड़े को अपनी ओर खीचता है, जिससे लीवर नीचे की ओर खिचाकर एक पेंच से टकराता है और आवाज करता है। जब धारा बन्द हो जाती है, विद्युत्-



चित्र १८४

चुम्बक का चुम्बकत्व खतम हो जाता है और वह लीवर को नही खींचता। इस तरह लीवर छूट कर ऊपर की ओर जाता है और ऊपरवाले पेंच से टकरा कर आवाज पैदा करता है।

तार से खबर संकेत द्वारा भेजी जाती है। हर एक अक्षर के लिये कुछ संकेत (Code) बने रहते हैं। लीवर को नीचे और ऊपरवाले पेंचों से टकराने में जितना समय लगता है, संकेत (Code) उसी अवकाश पर निर्भर करता है। इस प्रकार, रेखा (Dash) और बिन्दी (Dot) के अनुसार दीर्घ और लघु ध्वनियाँ पैदा की जाती है और खास संकेत द्वारा जिसे मोर्स-संकेत (Marse-Code) कहते हैं, दूसरी जगह तक भेजी जाती हैं।

बिजली के कुछ अन्य उपयोग—आजकल टेलीग्राफ और टेलीफोन वगैरह के अलावा अन्य महत्वपूर्ण कामों में भी बिजली का उपयोग होता है। एक्स-किरणें (X-rays), टेलीवीजन (Television), बेतार का तार (Wireless) और रेडियो (Radio) आदि में बिजली का इस्तेमाल होता है।

एक्स किरणों की सहायता से हम शरीर के भीतर किसी अपारदर्शक (Opaque) वस्तु जैसे धातु के टुकड़े, टूटी हुई हड्डी आदि का फोटो लेकर पता लगाते हैं। दो स्थानों के बीच में जहाँ तार का कोई सम्बन्ध नहीं रहता, हम वायरलेस (Wireless) से बातें कर सकते हैं। रेडियो के जरिये हम किसी स्थान से प्रसारित भाषण, गीत या आधुनिक समाचार किसी भी स्थान पर सुन लेते हैं। टेलीवीजन (Television) से हम वक्ता की आवाज ही नहीं, बल्कि उसका फोटो भी देखते रहते हैं। संक्षेप में यह कहा जा सकता है कि आधुनिक सभ्यता के विकास में बिजली की देन सबसे अधिक है।

कुछ आविष्कारक

माइकेल फैराडे (Michael Faraday) :—ये एक मामूली घर में पैदा हुए थे। इन्होंने किताबों के जिल्द बाँधने के काम से अपनी जिन्दगी शुरू की। इनके यहाँ रसायन-शास्त्र और विज्ञान की जो पुस्तकें पहुँचती थीं, उन्हें ये बड़ी दिलचस्पी से पढ़ा करते थे। इन्होंने हम्फ्रे डेवी के भाषणों को सुना और उन्हें एक पुस्तिका के रूप में लिख डाला। बाद में इनकी प्रार्थना पर डेवी ने, जो प्रयोगशाला के डाइरेक्टर थे, इन्हें प्रयोगशाला में बोतल धोने का काम दिया। कुछ वर्षों बाद ये अपनी प्रतिभा और अनुसन्धानों से विश्वविख्यात वैज्ञानिक हुए और डेवी के उत्तराधिकारी हुए। एक बार डेवी ने कहा था कि उनकी सबसे बड़ी खोज माइकेल फैराडे ही थे।

डेवी के साथ फैराडे ने क्लोरिन, अमोनिया आदि गैसों का पहली बार द्रवीकरण किया। बाद में इन्होंने **विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन** (Electro-magnetic Induction) का अनुसन्धान किया। इसी सिद्धान्त पर आजकल बड़े पैमाने पर बिजली पैदा की जाती है। इसके लिये हम फैराडे के बहुत आभारी हैं। इन्होंने पहले-पहल चुम्बकीय और विद्युतीय बल-रेखाओं की कल्पना की और उनकी परिभाषा दी। विद्युत-धाराओं का रासायनिक प्रभाव इनकी दूसरी मशहूर खोज थी। आजकल इस प्रभाव का उपयोग कर वस्तुओं पर कलई की जाती है तथा अन्य अनेक काम किये जाते हैं।

ये एक उच्च कोटि के वैज्ञानिक थे और अकेले अपने विचारों में लीन रहते थे। एक बार इन्हें रॉयल सोसायटी के प्रधान का पद मिला, लेकिन उसे इन्होंने स्वीकार नहीं किया। इनके प्रायोगिक अनुसन्धानों से मानवता की बहुत

भलाई हुई है। इन्होंने अपने अल्प जीवन में इतने अनुसन्धान किये हैं, जिनकी कल्पना नहीं की जा सकती है।

एस० जी० मारकोनी (S. G. Marconi) :—इनका जन्म इटली देश में हुआ था। इन्होंने अपने समय के वैज्ञानिक हर्ट्ज (Hertz) की विद्युत्-चुम्बकीय तरंगों का प्रदर्शन देखा। इससे ये बेतार के अध्ययन की ओर प्रेरित हुए। १८९९ ई० में ये बेतार के प्रयोगों को दिखलाने के लिए इंगलैंड आये। इंगलैंड की सरकार ने इन्हें काफी प्रोत्साहन दिया। ये इंगलैंड और फ्रांस के बीच बेतार-गमनागमन स्थापित करने में सफल हुए। बाद में इन्होंने इंगलैंड और अमेरिका के बीच बेतार-संकेत भेजा। इन्हें इस काम के लिये नोबेल-पुरस्कार (Nobel Prize) मिला। इस तरह हम बेतार के तार के आविष्कार के लिये मारकोनी के आभारी हैं। आधुनिक सभ्यता के विकास में इस अनुसन्धान का एक महत्वपूर्ण स्थान है।

अभ्यास

१. प्रत्यावर्तक धारा से तुम क्या समझते हो? यह कैसे पैदा की जाती है?

1. What do you understand by Alternating Current? How is it produced?

२. प्रत्यावर्तक और सरल धारा के कुछ उपयोग बताओ।

2. Describe some uses of Alternating and Direct Currents? What do you understand by rectification of an Alternating Current.

३. विद्युत्-मोटर की क्रिया को समझाओ। इसके कौन-कौन उपयोग होते हैं?

3. Describe the principle of action of an electric-motor. What are its uses?

४. विद्युत्-चुम्बकीय उपपादन से तुम क्या समझते हो? इसको प्रयोग द्वारा कैसे दिखाओगे? इसके कुछ उपयोग बताओ।

4. What do you understand by Electro-magnetic Induction? How will you demonstrate it experimentally? Mention some of its uses.

५. एक ट्रांसफार्मर का वर्णन करो। यह कितने प्रकार का होता है? इसके कुछ उपयोग बताओ।

5. Describe a Transformer. How many types of Transformers are there? Point out some of its uses.

६. बिजली की घंटी कैसे बजती है? एक चित्र खींचकर अच्छी तरह समझाओ।

6. How does an electric bell ring? Draw a neat diagram and explain its working.

७. टेलीफोन कैसे काम करता है? चित्र द्वारा अच्छी तरह समझाओ।

7. How does a telephone-system work? Explain it fully by means of a figure.

८. टेलीग्राफ के क्रिया-सिद्धान्त को चित्र द्वारा पूरी तरह समझाओ।

8. Explain fully the principle of working of a telegraph system by means of a diagram.

९. इनपर टिप्पणियाँ लिखो—मोर्स-कुंजी, टेलीविजन, एक्स किरणें, बिजली की घंटी।

9. Write notes on—Morse key, Television, X-rays and Electric Bell.

१०. फैराडे के जीवन-चरित्र और उनके अनुसंधानों पर एक निबन्ध लिखो।

10. Write an essay on the life of Faraday and his inventions.

११. बेतार के तार का अनुसन्धान किसने किया? उसके विषय में तुम क्या जानते हो?

11. Who discovered wireless? What do you know about him?

ध्वनि-विज्ञान

(SOUND)

पहला अध्याय

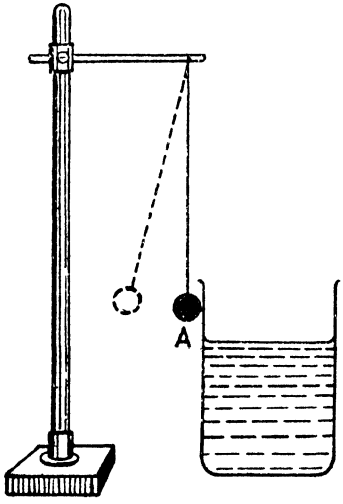
ध्वनि का उत्पादन और संचार

(Production and Transmission of Sound)

ध्वनि एक संवेदना है जिसे हमारे कान ग्रहण करते हैं और मस्तिष्क तक पहुँचाते हैं।

पदार्थों के कम्पन के कारण ही आवाज पैदा होती है। इसका सत्यापन (Verification) प्रयोग द्वारा कई तरीकों से किया जा सकता है।

प्रयोग १—एक हथौड़ा लेकर एक घंटी को मारो। घंटी से आवाज निकलेगी। यदि आवाज करती हुई घंटी को तुम हाथ से छुओगे तो तुम्हें घंटी काँपती हुई मालूम पड़ेगी। घंटी को पकड़ लेने पर ध्वनि का होना बन्द हो जायगा क्योंकि घंटी का कम्पन भी बन्द हो जायगा। साइकिल की घंटी बजाकर छूने से भी तुम्हें इसी तरह का अनुभव होगा।



चित्र १८६

प्रयोग २—एक सरकंडे की गोली (Pith-ball) को तागे से बाँधकर एक स्तंभ से लटका दो। एक धातु के गिलास में पानी रखो और उसे गोली के नजदीक लाओ, जिसमें गोली गिलास को छुती हुई रहे। फिर गिलास को एक छड़ी से मारो। गिलास कम्पन करने लगेगा और पानी में लहरें पैदा हो जायँगी और आवाज निकलेगी। सरकंडे की गोली गिलास को छूकर विस्थापित

हो जायेगी और कूदती हुई दिखाई पड़ेगी। जब तक आवाज सुनाई पड़ेगी गोली गिलास को छूते ही उससे अलग फेंका जायगी। इससे साबित होता है कि गिलास जब तक कम्पन करता है उससे आवाज निकलती रहती है। यही बात किसी भी आवाज करती हुई वस्तु के साथ लागू है।

प्रयोग ३—किसी धातु के बरतन—थाली, तसले आदि को एक छड़ी या किसी वस्तु से मारो। तुम्हें एक प्रकार की आवाज सुनाई पड़ेगी। जल्दी से बरतन को हाथ से छुओ। बरतन काँपता मालूम पड़ेगा। छूने के बाद आवाज बन्द हो जायगी। कारण यह है कि छड़ी से मारने पर बरतन में कम्पन पैदा होता है जिसके कारण अगल-बगल की हवा में भी कम्पन उत्पन्न होता है। कम्पन होने से हमें आवाज सुनाई पड़ती है। बरतन को हाथ से छूने पर उसका कम्पन बन्द हो जाता है और हवा का भी कम्पन रुक जाता है, इसलिये आवाज का होना बन्द हो जाता है।

ऊपर के प्रयोग से साबित होता है कि जब-जब किसी वस्तु में कम्पन होता है, तो उससे आवाज निकलती है।

जब हम किसी वस्तु को मार कर आवाज पैदा करते हैं तो वह वस्तु कम्पन करना शुरू करती है। कम्पन का अधिक समय तक होना वस्तु के लचीलेपन (Elasticity) पर निर्भर करता है। किसी धातु की थाली को पीटने पर अधिक समय तक ध्वनि सुनाई पड़ेगी, क्योंकि उसमें लचीलापन अधिक है और वह अधिक देर तक कम्पित रहती है; लेकिन पत्थर, दीवार मिट्टी, मेज, कुर्सी आदि को ठोकर मारने से एक ही बार आवाज होती है और उसके बाद उस वस्तु का कम्पन और आवाज बन्द हो जाती है। इन वस्तुओं में लचीलापन कम है, इसलिये कम्पन थोड़ी देर के लिये होता है।

विभिन्न प्रकार के संगीत पैदा करनेवाले यंत्रों में कम्पन भिन्न-भिन्न प्रकार का होता है इसलिये उन यंत्रों से आवाज भी तरह-तरह की निकलती है। ढोलक और तबले आदि खोखले रहते हैं और उनके सिरों पर चमड़े का तना हुआ ढक्कन (Cover) लगा रहता है। जब चमड़े को अंगुलियों से पीटते हैं, तो चमड़े में कम्पन पैदा होता है और ढोलक के खोखले के अन्दर की हवा में भी कम्पन होने लगता है जिससे हमें आवाज सुनाई पड़ती है। कभी-कभी चमड़े के ऊपर अलकतरा या और कोई चीज जमा देते हैं जिससे चमड़ा भारी हो

जाता है जिससे उसके कम्पन में भिन्नता आ जाती है, और इसलिये उससे दूसरी तरह की आवाज निकलती है।

इसी तरह जब सारंगी, वीणा, सितार आदि वाद्य-यन्त्र बजाये जाते हैं तो उनके तारों में विभिन्न प्रकार का कम्पन होता है। तार को हाथ से पकड़ने पर तार तुम्हें कम्पित मालूम पड़ेगा। विभिन्न प्रकार के कम्पन से भिन्न-भिन्न स्वर-लहरियाँ निकलती हैं।

बाँसुरी में भिन्न-भिन्न लम्बाइयों पर भिन्न-भिन्न प्रकार के छेद बने रहते हैं। यदि तुम उसे मुँह से फूँको तो हवा छेद से होकर निकलती है और कम्पित होने लगती है, जिससे आवाज पैदा होती है। बाँसुरी के भिन्न-भिन्न छेदों को अंगुली से खोलने और बन्द करने से तरह-तरह की आवाज निकलती है।

बिगुल और हारमोनियम आदि वाद्य-यन्त्रों में हवा देने से या फूँकने से उनमें लगी हुई पत्तियाँ काँपने लगती हैं और आवाज करती हैं। हारमोनियम के अन्दर एक प्रकार की भाँथी रहती है, जिसके द्वारा उसमें हवा देते हैं। ऐसा करने से उसके रीडों (Reeds) में जुड़ी हुई पत्तियाँ काँप उठती हैं। इन पत्तियों की लम्बाइयाँ भिन्न-भिन्न होती हैं इसलिए इनके कम्पन भी भिन्न-भिन्न होते हैं और तरह-तरह की ध्वनियाँ निकलती हैं। बिगुल में एक ही पत्ती लगी होती है जिसके कम्पन से आवाज की लहरें पैदा होती हैं।

पशु-पक्षियों और आवाज करनेवाले अन्य जीव-जन्तुओं के कंठ के पास एक तरह की झिल्ली रहती है जिसकी वजह वे आवाज पैदा करते हैं या बोलते हैं। हमारे कंठ के नजदीक भी इसी प्रकार की कोई चीज रहती है, जिसके द्वारा हम बोलकर ध्वनि पैदा करते हैं। गूँगे बोलने में असमर्थ होते हैं, क्योंकि उनके कंठ की झिल्ली या तो एकदम गायब रहती है, या ठीक से काम नहीं करती।

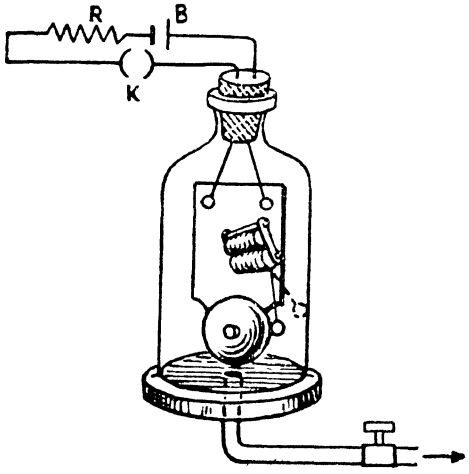
ध्वनि का संचार (Transmission of Sound) :—हवा एक प्रकार का माध्यम है, जिससे होकर ध्वनि का गमन (Propagation of Sound) होता है। असल में ध्वनि किसी भी पदार्थीय माध्यम (Material Medium) से होकर गमन कर सकती है, बशर्ते कि उस माध्यम में लचीलापन (Elasticity) हो। लचीलापन हर वस्तु में कम या अधिक मात्रा में रहता है। प्रकृति में ऐसी कोई भी वस्तु नहीं है जिसमें लचीलापन एकदम नहीं हो।

प्रयोग १—अपने घर की दीवार के एक कोने पर अपने कान सटाकर खड़े हो जाओ। दीवार के दूसरे कोने पर ठोकर मारने के लिए किसी आदमी को कहो। तुम्हें ठोकर की ध्वनि सुनाई पड़ेगी। इससे साबित होता है कि ध्वनि दीवार के एक छोर से दूसरे छोर तक दीवार के माध्यम से गमन करती है।

प्रयोग २—स्नान करते समय किसी पोखरे या नदी में तुम अपने मित्रों के साथ डुबकी लगाओ। यदि तुम्हारा मित्र पानी के अन्दर कोई ध्वनि पैदा करता है या बोलता है तो तुम्हें कुछ दूर पर आवाज स्पष्ट रूप से सुनाई पड़ती है। इससे साबित होता है कि द्रव माध्यम से होकर ध्वनि का संचार हो सकता है।

ध्वनि शून्य से होकर नहीं चल सकती है (लेकिन प्रकाश इससे भिन्न है, वह शून्य (Vacuum) से होकर भी आसानी से गमन करता है। ध्वनि के गमन के लिए किसी पदार्थीय माध्यम (Material Medium) का होना अत्यन्त जरूरी है। इसे हम नीचे के प्रयोग द्वारा साबित कर सकते है।

प्रयोग ३—वायु-पम्प की चकती पर एक बिजली की घंटी रखो। घंटी को



चित्र १८७

एक शीशे के बरतन से ढँककर अन्दर की जगह को वाताप्रवेश (Air-tight) कर दो। बिजली की घंटी बजने दो और पम्प चलाकर शीशे के बरतन की हवा

धीरे-धीरे निकालो। घंटी की आवाज धीमी होती जायगी। जब हवा एकदम निकाल दी जायगी, तो आवाज बिलकुल नहीं सुनाई पड़ेगी, यद्यपि शीशे के बाहर से घंटी कार्य करती हुई नज़र पड़ेगी। कारण यह है कि घंटी से आवाज़ निकलकर वायु-शून्य स्थान से होकर प्रसारित नहीं हो सकती और इसलिये हमें सुनाई नहीं पड़ती। अब शीशे के बरतन के अन्दर थोड़ी हवा जाने दो, देखो आवाज फिर सुनाई पड़ती है। इससे स्पष्ट है कि वायु-शून्य स्थान से होकर ध्वनि का प्रसार नहीं हो सकता, इसके लिये कोई पदार्थीय माध्यम का होना जरूरी है।

ध्वनि के प्रसार के लिये पदार्थीय माध्यम को लचीला (Elastic) और लगातार (Continuous) होना चाहिये। जो वस्तुएँ लचीली और लगातार प्रायः नहीं है (जैसे लकड़ी का बुरादा, पुआल आदि) उनमें ध्वनि का गमन अधिक दूर तक नहीं होता और उसका शीघ्र ह्रास हो जाता है।

ध्वनि की तरंगें (Sound waves) :—यदि कोई वस्तु आवाज कर रही है ता वह आवाज हमारे कानों तक कैसे पहुँचती है? आवाज करनेवाली वस्तु का हर एक कण कम्पन करता है और अपने सम्पर्क में आनेवाले वायु-कणों को भी कम्पन करने के लिये मजबूर करता है। ये वायु-कण अपने आगेवाले कणों को उसी तरह कम्पित करते हैं। इस तरह यह क्रिया एक कण से दूसरे कण तक, दूसरे कण से तीसरे कण तक और इसी प्रकार प्रसारित होती जाती है। इस प्रकार कम्पन करनेवाले कणों की एक कतार-सी बन जाती है जिसमें हर कण अपने बगलवाले कणों से ठोकर खाकर कम्पन करना आरम्भ करता है और वह कण अपने से आगेवाले कण को मारकर कम्पित करता है। इस तरह ये कम्पन हमारे कान के पर्दे तक पहुँचते है और उसे भी कम्पित करते है और हम आवाज सुनते हैं। ध्वनि तरंगों के गुण ये हैं—

१. ध्वनि की तरंगें होती हैं जो किसी माध्यम में एक जगह से गमन कर दूसरे स्थान तक जाती हैं। तरंगें दो प्रकार की होती हैं—**अनुप्रस्थ** (Transverse) और **आयाम** (Longitudinal)। अनुप्रस्थ तरंगों मे कणों की गति तरंगों के गमन की दिशा के लम्बरूप होती है। यदि किसी पोखरे के शान्त जल में एक ढेला फको तो पानी की सतह पर तरंगें पैदा होंगी। यदि जल में तैरती हुई किसी चीज पर गौर करो तो वह चीज ऊपर-नीचे चलती मालूम पड़ेगी और लहरें पानी की सतह पर अपने उद्गम स्थान से निकल कर किनारे की ओर आती नजर आयेंगी। इस तरह उस चीज या पानी के कणों की

गति तरंगों के संचार की दिशा के लम्बवत् है और ये तरंगें अनुप्रस्थ तरंगें (Transverse waves) कहलाती हैं। इसी तरह ईथर (Ether) माध्यम में चलनेवाली प्रकाश की तरंगें भी अनुप्रस्थ तरंगें हैं।

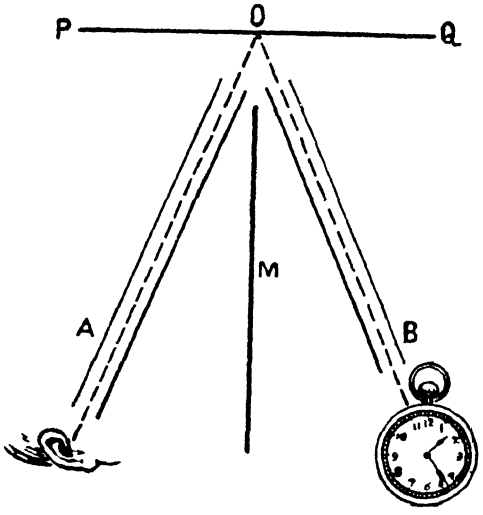
जब कणों की गति और कम्पन तरंगों के संचार (Transmission) की दिशा में होता है तो ऐसी तरंगों को **आयाम तरंगें** (Longitudinal waves) कहते हैं। ध्वनि की तरंगें ऐसी ही तरंगें हैं, क्योंकि जब ध्वनि की तरंगें किसी माध्यम से होकर गमन करती हैं तो कम्पन करनेवाले कण तरंगों के संचार की दिशा में ही कम्पन करते हैं। इस तरह ध्वनि की तरंगें प्रकाश-तरंगों से भिन्न हैं, यद्यपि प्रकाश की तरंगों के समान ध्वनि की तरंगों का भी आवर्त्तन और परावर्त्तन होता है।

२. यद्यपि पोखरे के शान्त जल में ढेला फेंकने से उत्पन्न तरंगें अनुप्रस्थ हैं और ध्वनि तरंगें आयाम (Longitudinal), फिर भी दोनों के गुण में बहुत कुछ समानता है। यदि जल मे तैरते हुए किसी कागज के टुकड़े पर विचार करो तो मालूम होगा कि यद्यपि लहरें एक स्थान से शुरू होकर दूसरे स्थान तक जाती हैं, पर कागज एक ही स्थान पर रहता है और उदग्र-तल (Vertical Plane) में कम्पन करता है। इसी तरह ध्वनि की तरंगें एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाती हैं लेकिन कम्पन करनेवाले वायु-कण अपना स्थान नहीं छोड़ते, बल्कि अपनी विराम-अवस्था के दोनों ओर कम्पन करते रहते हैं।

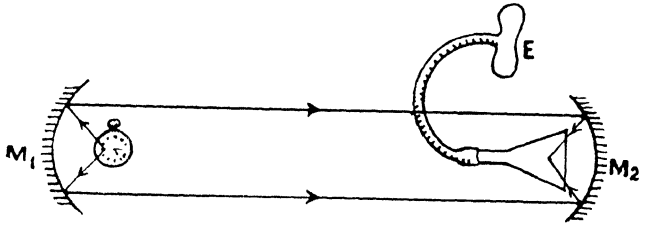
३. जल की तरंगें जैसे-जैसे अपने उद्गम से दूर होती जाती हैं वैसे-वैसे वे क्षीण होती जाती हैं। इसी तरह ध्वनि-तरंगें भी अपने उद्गम स्थान से दूर होने पर क्षीण होकर विलीन हो जाती हैं। किसी स्थान पर सुनाई पड़नेवाली ध्वनि की तीव्रता (Intensity of Sound) निम्नलिखित कारणों पर निर्भर करती है—(क) ध्वनि के उद्गम-स्थान से आवाज सुनने वाले की दूरी (ख) माध्यम जिससे होकर ध्वनि का सचार होता है, और (ग) उद्गम स्थान से निकलनेवाली आवाज की तीव्रता।

४. प्रकाश की किरणों के समान ध्वनि की तरंगों का भी परावर्त्तन होता है। ध्वनि की तरंगें किसी चिकनी सतह पर आपतित होकर परावर्तित होती हैं और आपतन कोण (Angle of Incidence) परावर्त्तन कोण (Angle of Reflection) के बराबर होता है।

प्रयोग—पत्थर की एक चिकनी सतह P Q के सामने एक पर्दा M रखो जो P Q सतह पर लम्बवत् हो लेकिन उससे सटे नहीं। पर्दे के एक ओर एक नली को तिरछी रखो और उसके मुँह पर टिक्-टिक् आवाज करनेवाली एक घड़ी रख दो। पर्दे की दूसरी ओर एक दूसरी नली के मुँह पर अपना कान रखो और कान से घड़ी की टिक्-टिक् ध्वनि सुनो। तुम देखोगे कि दूसरी नली को एक विशेष तरह से तिरछी करने पर आवाज की तीव्रता (Intensity) बहुत बढ़ जाती है। ऐसी हालत में ध्वनि की तरंगों के आपतन कोण और परावर्तन कोण दोनों आपस में बराबर होते हैं। परावर्तित किरण, आपतित किरण और आपतन विन्दु (Point of Incidence) पर लम्ब एक ही तल में स्थित होते हैं।



चित्र १८८



चित्र १८९

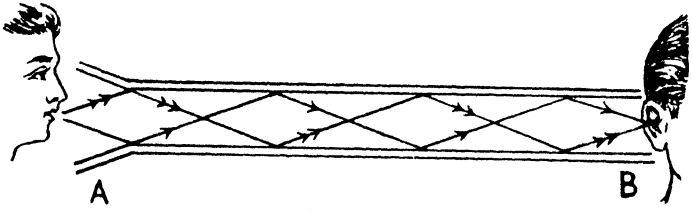
इसी तरह नतोदर सतह से भी ध्वनि की तरंगों का परावर्तन होता है।

प्रयोग—दो बड़े नतोदर दर्पण लो। एक दर्पण की मुख्य-नाभि (Principal Focus) पर आवाज करनेवाली एक घड़ी रखो। आवाज की तरंगें नतोदर सतह से टकराने के बाद समानान्तर हो जाती हैं और जब वे एक

दूसरे नतोदर दर्पण पर आपतित होती है तो परावर्तन के बाद दूसरे दर्पण की मुख्य नाभि पर केन्द्रीभूत (Focussed) हो जाती हैं और वहाँ कान रखने पर तीव्रतम आवाज स्पष्ट सुनाई पड़ती है। प्रकाश की किरणों के साथ भी यही बात होती है। इसी तरह किसी वक्ता के पीछे एक नतोदर दर्पण रख दें तो ध्वनि-तरंगें उससे परावर्तित होकर आगे आती हैं और अधिक दूर तक सुनाई देती है। यही वजह है कि जब हम अपने हाथ की हथेली को नतोदर सतह जैसा बनाकर कान के पीछे करते हैं तो नतोदर सतह द्वारा परावर्तित होकर ध्वनि तरंगें कान के छिद्र में केन्द्रीभूत हो जाती हैं और आवाज हमें साफ-साफ सुनाई पड़ती है।

५. प्रकाश की किरणों के समान ध्वनि-तरंगों का भी आवर्तन (Refraction) होता है। इस आवर्तन के कारण दूर से आती हुई आवाज दिन की अपेक्षा रात में अधिक साफ सुनाई पड़ती है। दिन में सूर्य की गर्मी से जमीन अधिक गर्म हो जाती है और उसके सम्पर्क की हवा भी ऊपर की हवा की अपेक्षा अधिक गर्म हो जाती है। अतः, हवा की निम्न परतों का घनत्व कम हो जाता है। इसलिए दूर से आनेवाली आवाज की तरंगें आवर्तित होकर ऊपर की तरफ मुड़ती जाती हैं और इसलिये जमीन पर आवाज की तीव्रता कम होती जाती है और फलतः आवाज धीमी मालूम पड़ती है। लेकिन रात को जमीन ठंढी हो जाती है अतः उसके सम्पर्क की हवा भी ठंढी हो जाती है जिससे उसका घनत्व ऊपर की हवा से अधिक हो जाता है। इसलिये दूर से आनेवाली आवाज की तरंगें घने माध्यम की ओर, यानी नीचे की ओर मुड़ जाती हैं। इसका परिणाम यह होता है कि जमीन पर पहुँचनेवाली आवाज की तीव्रता बढ़ जाती है और आवाज स्पष्ट सुनाई देती है।

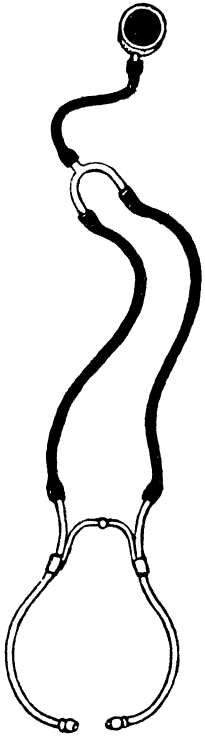
परावर्तन के कुछ व्यावहारिक उदाहरण (Practical Examples) :—ध्वनि के परावर्तन का सिद्धान्त बोलनेवाली नलियों (Speaking



चित्र १३०

tubes) और डाक्टरों के आला या स्टेथेस्कोप (Stethoscope) आदि में

लागू होता है। बोलनेवाली नली के एक सिरे पर मुँह कर बोलने पर आवाज नली की सतह से बार-बार परावर्तित होकर नली के अन्दर ही अन्दर संचारित होती है और नली के दूसरे छोर पर स्थित सुननेवाले के कान में पहुँचती है। नली नहीं रहने से आवाज चारों दिशाओं में फैल जाती, लेकिन नली रहने से ऐसा नहीं होता और वह नली के अन्दर ही सीमित रहती है। इस तरह कान पर पहुँचनेवाली ध्वनि-तरंगों की तीव्रता अधिक रहती है और आवाज अधिक स्पष्ट सुनाई पड़ती है।



चित्र १११

डाक्टरों का स्टेथेस्कोप (Stethoscope) भी इसी सिद्धान्त पर काम करता है। इसमें एक चकती होती है जिसे हृदय पर रखने पर उसकी धड़कन की आवाज चकती से होकर नलियों से गुजरती है और उनमें बार-बार परावर्तित होकर सुननेवाले के कान में पहुँचती है। इस तरह हृदय की धड़कन की धीमी आवाज भी तीव्र होकर स्पष्ट सुनाई देती है। लाउड-स्पीकर और ग्रामोफोन के ध्वनि-परिवर्द्धक (Sound Amplifier) शंकु-आकार (Conical Shape) के होते हैं, अतः उनसे निकली हुई आवाज चारों दिशाओं में न फैलकर एक खास दिशा में नली द्वारा परावर्तित होकर जाती है। इस तरह उस खास दिशा में उसकी तीव्रता (Intensity) अधिक होती है। इसीलिये बिगुल, तुरही आदि बाजों में शंकु-आकार की नलियाँ लगी रहती हैं।

प्रतिध्वनि (Echo)—कभी-कभी ऐसा होता है कि ध्वनि की तरंगें (Sound waves) दीवार, नदी का तल, पहाड़ या किसी रुकावट से परावर्तित होकर अपने उद्गम स्थान पर वापस लौट आती हैं जिससे उस स्थान पर वही ध्वनि पुनः सुनाई पड़ती है। ऐसी ध्वनि को **प्रतिध्वनि** (Echo) कहते हैं। नदी का सुनसान किनारा, कुएँ में जल की सतह, मकानों की छतों, दो पहाड़ों के बीच का स्थान या घाटी से ध्वनि का परावर्तन होता है

और प्रतिध्वनि सुनाई पड़ती है। यदि आवाज पैदा होने और प्रतिध्वनि सुनने के बीच का समय मालूम हो तथा ध्वनि का वेग मालूम हो, तो परावर्तन करनेवाले स्थान की दूरी आसानी से मालूम की जा सकती है। यदि ध्वनि का वेग उस माध्यम में V हो और ध्वनि पैदा होने और उसकी प्रतिध्वनि के बीच का समय t सेकेंड हो तो $V \times t = 2d$, यहाँ परावर्तन करनेवाली जगह की दूरी d है। (चूँकि आवाज उस जगह तक जाती है और प्रतिध्वनि उस जगह से लौट आती है, इसलिये कुल दूरी = $2d$)। इसका प्रयोग समुद्र की गहराई नापने में किया जाता है। पानी के अन्दर एक विस्फोटक रख दिया जाता है जिसके फटने से आवाज होती है। आवाज समुद्र के तल (Bottom) से परावर्तित होकर प्रतिध्वनि के रूप में सुनाई पड़ती है। दोनों आवाजों के बीच का समय मालूम हो जाता है और पानी में ध्वनि का वेग (करीब ४७१५ फुट सेकेंड) ज्ञात रहने से समुद्र की गहराई मालूम हो जाती है।

कभी-कभी तुमने ख्याल किया होगा कि मन्दिरों, पक्के मकानों की खाली कोठरियों (जब दरवाजा और खिड़कियाँ बन्द रहती है) में बोलने से आवाज का गुंजन होता है और उससे बोलनेवाले की आवाज सुनने में दिक्कत होती है। इस गुंजन का कारण यह होता है कि आवाज कोठरी की दीवारों और छत से बार-बार परावर्तित होती है। यदि कोठरी में आदमी मौजूद रहते हैं या चीजें रहती हैं तो वे आवाज का शोषण (Absorption) करती हैं और परावर्तन अच्छी तरह नहीं होता जिससे आवाज गूंजती नहीं है। इसलिये बड़े-बड़े कमरों में भाषण देनेवाले व्यक्ति के पीछे दीवारों पर कपड़े लगे रहते हैं जिससे आवाज का परावर्तन नहीं हो और वह गूंजे नहीं। सिनेमाघरों की और उन घरों की, जहाँ संगीत होता है, बनावट वैसी रहती है कि दीवारों और छतों से आवाज का परावर्तन नहीं हो। दीवारों पर आवाज के शोषण (Absorption) करनेवाले पदार्थ लगाये रहते हैं।

ध्वनि का वेग (Velocity of Sound)

हवा में ०°C तापक्रम पर हवा का वेग ३३२ मीटर प्रति सेकेंड या १०८० फुट प्रति सेकेंड है। प्रयोग द्वारा यह साबित होता है कि ध्वनि का वेग वायुमंडल के दबाव पर निर्भर नहीं करता। यह हवा की आर्द्रता (Humidity) और उसके तापक्रम पर निर्भर करता है। ध्वनि की गति विभिन्न माध्यमों जैसे हवा, पानी, जमीन आदि में भिन्न-भिन्न होती है।

तुम अभी पढ़ चुके हो कि कोई आवाज पहाड़ आदि से परावर्तित होकर लौटती है तो प्रतिध्वनि सुनाई देती है। यदि आवाज होने और प्रतिध्वनि सुनाई पड़ने में t सेकेन्ड समय लगे और पहाड़ की दूरी d फीट हो तो $V \times t = 2d$, इससे $V = \frac{2d}{t}$ फुट/सेकेंड। मान लो कि तुम पहाड़ से ४४०० फुट की दूरी पर खड़े हो और प्रतिध्वनि ८ सेकेंड के बाद सुनाई पड़ती है, तो ध्वनि का वेग $V = \frac{२ \times ४४००}{८} = ११०० फुट$ प्रति सेकेंड हुआ।

कभी-कभी तुमने अनुभव किया होगा कि जब आकाश में बिजली चमकती है तो उसकी चमक देखने के कुछ देर बाद उसकी कड़क सुनाई पड़ती है। चूंकि प्रकाश का वेग बहुत तीव्र है, इसलिए उसकी चमक होते ही हम उसे देख लेते है लेकिन प्रकाश की अपेक्षा कम वेग होने से आवाज के आने में समय लगता है, जिससे वह कुछ सेकेंड के बाद सुनाई देती है। यदि इस समय को घड़ी द्वारा मालूम करें तो बिजली कड़कने की दूरी आसानी से मालूम हो जायगी।

अभ्यास

१. उन प्रयोगों का वर्णन करो जिनसे साबित होता है कि ध्वनि कम्पनों के कारण होती है।

1. Describe experiments which prove that sound is due to vibrations.

२ ध्वनि के गमन के लिए माध्यम जरूरी है—इस कथन की पुष्टि प्रयोग द्वारा करो।

2. Verify experimentally the statement that a medium is necessary for the propagation of sound.

३. किसी पदार्थ को पीटने पर उससे ध्वनि निकलती है—क्यों।

3. Sound is produced when a body is struck, why ?

४. वाद्य-यन्त्रों से भिन्न-भिन्न प्रकार की आवाजें क्यों निकलती हैं ?

4. Why different sounds are produced by musical instruments ?

५. पशु-पक्षियों के स्वर इतने भिन्न क्यों होते हैं ?

5. Why are the sounds of animals and birds so different ?

६. तरंगें कितने प्रकार की होती हैं? ध्वनि की तरंगों के कुछ गुण बताओ।

6, How many different types of waves are there? Describe some properties of sound-waves.

७. समझाओ कि ध्वनि की तीव्रता किन बातों पर निर्भर करती है?

7. Explain the factors upon which the intensity of sound depend.

८. प्रयोग द्वारा साबित करो कि ध्वनि की तरंगों का परावर्तन होता है।

8. Prove experimentally that sound-waves suffer reflection.

९. एक उदाहरण देकर समझाओ कि ध्वनि की तरंगें आवर्तित होती हैं।

9. Explain with an example that sound-waves undergo reflection.

१०. ध्वनि के परावर्तन के कुछ व्यावहारिक उपयोग बताओ।

10. Give some practical examples based on the reflection of sound.

११. प्रतिध्वनि से तुम क्या समझते हो? इसके कुछ उपयोग बताओ।

11. What do you understand by echo? Point out some of its uses.

१२. इन पर टिप्पणियाँ लिखो—स्टेथेस्कोप, बोलने की नली, प्रतिध्वनि।

12. Write short notes on—Stethoscope, Speaking tubes and Echo.

१३. मकानों और मन्दिरों में गुंजन क्यों सुनाई पड़ता है? किन उपायों से इसे दूर किया जा सकता है।

13. Why is reverberation of sound heard in buildings and temples? What devices are used to remove it?

१४. हवा में ध्वनि का वेग मालूम करने के लिए एक साधारण प्रयोग का वर्णन करो।

14. Describe a simple experiment to determine the velocity of sound in air.

दूसरा अध्याय

साधारण वाद्य-यन्त्र

(Simple Musical Instruments)

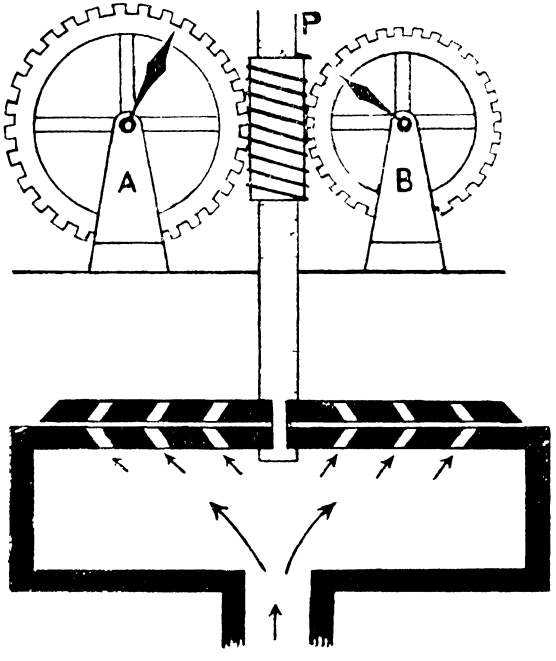
ध्वनि को दो भागों में बाँटा जा सकता है—(१) सुरीली ध्वनि (Musical Sound), और (२) कोलाहल (Noise)। सुरीली ध्वनि में वस्तुओं के कम्पन नियमित (Regular) आवर्तीय (Harmonic) होते हैं, लेकिन कोलाहल में कम्पन अनियमित और अनावर्तीय होते हैं। सुरीली ध्वनि निम्नलिखित बातों पर निर्भर करती है—(१) तीव्रता (Intensity or Loudness), (२) तारता (Pitch), और (३) गुण (Quality)।

सुर की गंभीरता की नाप उसकी तीव्रता से होती है। यह माध्यम के घनत्व पर भी निर्भर करती है। आवाज करनेवाली वस्तु का कम्पन-विस्तार (Amplitude of vibration) जितना ही अधिक होगा, ध्वनि की तीव्रता भी उतनी ही अधिक होगी। एक वाद्य से उत्पन्न तीव्र ध्वनियों में जिनकी तीव्रता समान हो, फर्क हो सकता है। कोई आवाज तीखी होती है और कोई मन्द। कम्पन की आवृत्ति (Frequency) जितनी अधिक होगी, उत्पन्न सुर उतना ही तीखा (Shrill) होगा और ध्वनि की तारता (Pitch) अधिक होगी। तारता ध्वनि का ऐसा गुण है जो कम्पनावृत्ति के समानुपाती है। सुरीली ध्वनि का एक और गुण है, जो उसकी तरंग-आकृति (Wave-form) पर निर्भर करता है। ध्वनि की इस विशेषता के कारण दो वाद्य नलों से निकले हुए एक ही तीव्रता और तारता के दो सुरों में फर्क होता है।

धातु की एक गोलाकार चकती लो और उसे एक घुमानेवाली हैण्डिल (Handle) से लगा दो। चकती की परिधि पर चारों ओर दाँतेदार चिह्न बना दो। एक हाथ से चकती के हैण्डिल को चलाओ और दूसरे हाथ से एक कागज का टुकड़ा परिधि पर दाँतों से छुआवो। एक तरह की आवाज निकलेगी जो शुरू में मोटी और भद्दी मालूम पड़ेगी, लेकिन जैसे-जैसे हैण्डिल चलाकर

चकती की चाल बढ़ाते जाओगे आवाज उतनी ही तीखी (Shrill) होती जायगी। कारण यह है कि उत्पन्न आवाज की आवृत्ति और उसकी तारता (Pitch) बढ़ रही है। यदि चकती की परिधि पर दाँतों की संख्या m हो और चकती एक सेकेंड में n पूरा चक्कर काटती हो तो कम्पनावृत्ति (Frequency) $= m \times n$।

तुमने सायरन (Siren) की आवाज सुनी होगी। इसमें एक वृत्ताकार चकती होती है, जिसमें विभिन्न व्यास के वृत्तों की परिधि पर बराबर-बराबर



चित्र १६२

दूरी पर छोटे-छोटे छेद बने रहते हैं। नीचे एक भाँथी रहती है जिसे पैर से चलाने पर हवा निकलती है। यह हवा एक काँच की नली से होकर, जाती है और किसी भी घेरे (Rings) के छेदों से निकलती है। इस तरह हवा घेरे के छेदों से एक बार निकलती है और दूसरी बार रुक जाती है। यह क्रिया नियमित समय पर लगातार होती रहती है जिससे 'फक-फक' शब्द सुनाई

पड़ता है। यदि परिधि पर छेदों की संख्या m हो और प्रति सेकेण्ड n परिभ्रमण (Rotations) होते हों तो स्वर की आवृत्ति $m \times n$ है और यह जितनी ज्यादा होगी स्वर उतना ही तीक्ष्ण (Sharp) होगा, और उसकी तारता भी उतनी ही अधिक होगी।

वाद्य-यंत्र (Musical Instruments) :—वाद्य-यंत्र कई प्रकार के होते है, जैसे अभिताड़न वाद्य-यंत्र, वायु वाद्य-यंत्र, डोरी या तारवाले वाद्य-यंत्र आदि। वायु वाद्य-यंत्रों (Wind Instruments) की क्रिया वायु के कम्पन पर निर्भर करती है। बाँसुरी, हारमोनियम आदि इस प्रकार के बाजे हैं। हारमोनियम के रीडों (Reeds) में पत्तियाँ लगी रहती हैं। भाँथी से हवा का झोंका धातु की पत्ती पर पड़ता है। हवा लगने से पत्ती छिद्रों को पूरी तरह ढककर हवा की मात्रा को नियन्त्रित करती है। रीड से नली (Pipe) का छेद बन्द हो जाने से वह बन्द नली (Closed pipe) जैसा काम करती है और उसके अन्दर वायु-स्तम्भ (Column of Air) के कम्पित होने से सुरीली आवाज निकलती है। जब रीड नली के छिद्र को पूरा बन्द नहीं करता, उसे स्वतन्त्र रीड (Free Reed) कहते हैं। हारमोनियम में अधिकतर स्वतन्त्र रीड काम में आते हैं। इसमें एक आयताकार वायु-कोष्ठ (Air-Chamber) होता है, जिसके एक ओर रीड लगे रहते हैं। वायु-कोष्ठ में हवा करने से यन्त्र से आवाज निकलती है।

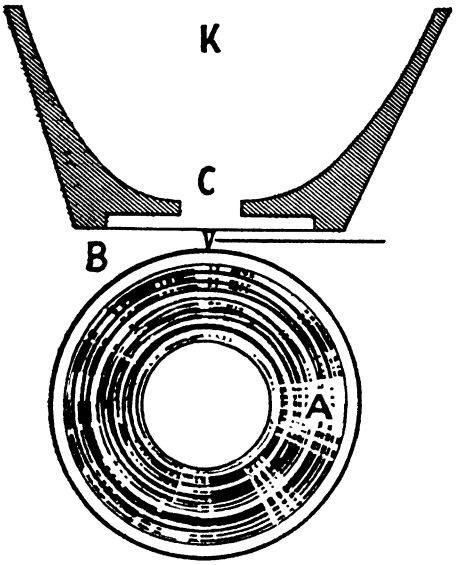
बाँसुरी वाद्य-नली (Organ Pipe) का एक सादा रूप है। इसे मुँह लगाकर फूँकने पर हवा एक पतले छेद से होकर निकलती है। बाँसुरी से निकला हुआ सुर इसकी लम्बाई पर निर्भर करता है।

तारवाले वाद्य-यन्त्रों के उदाहरण हैं—सितार, पियानो (Piano), इसराज, सारंगी, वायलिन (Violin) आदि। इनमें लगे तारों को अँगुलियों से मारकर कम्पित किया जाता है। तारों को कड़ा करने के लिए खूँटियाँ लगी रहती हैं जो तारों से सम्बन्धित रहती हैं। खूँटी को ऐंठकर तार का तनाव कम या ज्यादा किया जाता है। तार का कम्पन और उससे निकला हुआ स्वर तार के तनाव पर निर्भर करता है। यदि तनाव ज्यादा होगा तो स्वर तीखा (Sharp) होगा और उसकी कम्पनावृत्ति (Frequency) उतनी ही अधिक होगी। कभी-कभी समूचे तार के बदले उसकी लम्बाई के कुछ भाग को कम्पित करते हैं। तार की कम्पित लम्बाई कम होने से भी उत्पन्न ध्वनि अधिक तीक्ष्ण (Shrill) और तीखी होती है। यदि

तार को सारी लम्बाई कम्पन करती हो तो आवाज मोटी निकलती है। इस तरह तार के तनाव और कम्पन करनेवाली उसकी लम्बाई को कम या ज्यादा करके इच्छानुसार ध्वनि पैदा करते हैं।

ढोल, खंजरी, तबला आदि अभिताड़न यंत्र के उदाहरण हैं। इनके खुले सिरे पर चमड़े के पतले ढक्कन रहते हैं। चमड़े के ढक्कन को पीटने से वे कम्पित होते हैं और उनसे आवाज निकलती है। ढोल या तबले में चमड़े के ढक्कन के नीचे चारों तरफ छेद बनाकर उनमें डोरियाँ लगाई रहती हैं। डोरियों को खींचकर चमड़े का तनाव (Tension) बढ़ाया जाता है। तनाव अधिक होने से चमड़ा पीटने पर अधिक कम्पन करता है और उससे आवाज उतनी ही तीखी (Sharp) निकलती है। किसी-किसी वाद्य-यन्त्र में चमड़े के कम्पन को नियन्त्रित करने के लिए उस पर अलकतरे की एक तह लगाई रहती है।

फोनोग्राफ (Phonograph) :—इसका अनुसन्धान थामस एडिसन (Thomas Edison) नामक एक अमेरिकन वैज्ञानिक ने १८०७ ई० में किया था। इससे ध्वनि का लेखन (Recording of Sound) और उसका उत्पादन (Reproduction) दोनों होते हैं।



चित्र १६३

इस यन्त्र में एक कीप (Funnel) लगी रहती है (K)। इसके एक छोर पर अबरक की एक झिल्ली (Diaphragm) (C) होती है जो कीप के सिरे को बन्द रखती है। जब कीप को आवाज की तरंगों के सामने रखा जाता हैं तो इससे होकर कम्पन झिल्ली तक आता है और उसको कम्पित करता है।

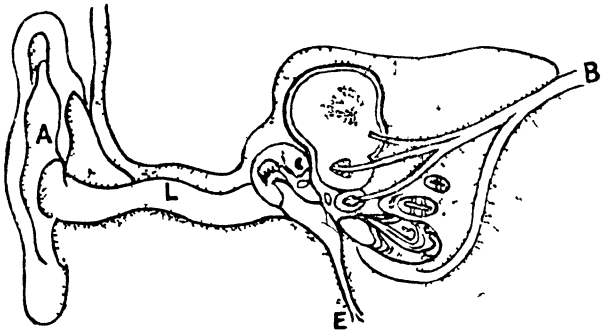
झिल्ली से जुड़ा हुआ नीलम का एक नुकीला (Pointed) रव (Crystal) B रहता है। झिल्ली के कम्पित होने से नीलम की नोक B में भी वैसा ही कम्पन उत्पन्न हो जाता है। मोम का एक बेलन A रहता है जो समरूप (Uniform) गति से घुमाया जाता है। नीलम की नोक इस बेलन की सतह को छूती है और कम्पित करते समय मोम पर भिन्न-भिन्न गहराई की खांच घूमते हुए बेलन पर अंकित करती है। स्वर की तीव्रता और कम्पनों की ताकत के अनुसार खांच भी भिन्न-भिन्न गहराई की होती है। इस प्रकार बेलन पर ध्वनि के कम्पनों का एक लेख (Record) अंकित हो जाता है।

दूसरा काम है इस अंकित लेख से फिर वैसी ही ध्वनि उत्पन्न करना। इसके लिये एक साउण्ड-बाक्स (Sound Box) होता है, जिसमें एक ऐसी ही झिल्ली रहती है और उसमें भी नीलम की नोंक (Point) जुड़ी रहती है। वह नोक बेलन की सतह पर मोम में गड़ी रहती हैं, जिस पर भिन्न-भिन्न गहराई के खांचे अंकित रहते हैं। बेलन को समरूप गति से उसी तरह घुमाया जाता है। खांचे की गहराई के मुताबिक नीलम की नोंक उठती और गिरती है और इस तरह उसमें वैसा ही कम्पन होने लगता है, जैसा ध्वनि को अंकित करते समय इसी तरह ही नोंक में होता था। नीलम की नोंक में कम्पन होने से उससे जुड़ी हुई झिल्ली में भी कम्पन होता है। जब ये कम्पन हवा में संचारित होते हैं तो वैसी ही आवाज पैदा होती है, जैसी ध्वनि लेखन के समय हुई थी। इसे ध्वनि का उत्पादन करना (Reproduction of Sound) कहते हैं।

ग्रामोफोन (Gramophone) के रेकार्डों पर टेढ़ी-मेढ़ी और भिन्न-भिन्न गहराई की रेखाएं बनी रहती हैं। ये ध्वनि के लेखन हैं। जब ग्रामोफोन के साउण्ड-बक्स (Sound Box) में लगी हुई सूई रेकार्ड के भिन्न-भिन्न खांचों और टेढ़ी-मेढ़ी रेखाओं से होकर गुजरती है तो उसमें भिन्न-भिन्न कम्पन होता है और तरह-तरह की आवाज निकलती है।

हम कैसे सुनते हैं (How do we Hear)—ध्वनि की संवेदना कान द्वारा हमारे दिमाग तक पहुँचती है। हमारे कान के तीन भाग हैं—(१) वाह्य कर्ण (External Ear), (२) मध्य कर्ण (Middle Ear) जिसमें एक तनी हुई झिल्ली (Drum) रहती है, और (३) अन्तः कर्ण (Internal Ear)।

ध्वनि की तरंगें वाह्य कर्ण द्वारा भीतर की ओर संचारित की जाती हैं। भीतर से कान की एक नली, (L) जिसे कर्ण-मार्ग कह सकते हैं, बाहरी कान तक फैली रहती है। कान की इस नली के भीतरी सिरे पर एक तनी हुई झिल्ली रहती है। इससे आगे भीतर की ओर कान का बिचला हिस्सा जिसे मध्य कर्ण कहते हैं, होता है। इसमें एक ढोल (Drum) जैसी कोई वस्तु रहती है



चित्र १९४

जिसे कर्ण-ढोल कहते है। इससे आगे अन्तः कर्ण (Internal Ear) रहता है जिसमें अनेक हड्डियाँ और श्रवण-स्नायु होते हैं। अन्तः कर्ण में घोघे के आकार की एक नली रहती है। इसमे एक तरल पदार्थ रहता है जो श्रवण-स्नायु से कम्पन लेकर आवाज संचारित करता है। इस नली मे एक झिल्लीदार पर्दा रहता है, जो सुनने मे बहुत मदद करता है।

आवाज करती हुई वस्तु के कम्पन से ध्वनि की तरंगें उत्पन्न होती हैं और वाह्य कर्ण द्वारा अन्दर प्रवेश करती हैं। ये तरंगें कर्ण-भाग पर चोट कर उसमे वैसा ही कम्पन पैदा करती हैं जैसा कम्पन आवाज करनेवाली वस्तु मे हुआ रहता है। कान की हड्डियो द्वारा ये कम्पन अन्तः कर्ण की झिल्ली तक पहुँचते हैं और वहाँ से अन्तः कर्ण की नली में स्थित तरल पदार्थ मे जाते हैं। फिर वहाँ से श्रवण-स्नायु द्वारा दिमाग में संचारित होते हैं और आवाज की संवेदना पैदा करते हैं। इस तरह हम किसी आवाज को सुनते हैं।

अभ्यास

१. सुरीली ध्वनि की विशेषता किन-किन बातों पर निर्भर करती है? अच्छी तरह समझाओ।

1. On what factors does the characteristics of a musical sound depend ? Explain fully.

२. सायरन और दाँतेदार पहिया से आवाज कैसे निकलती है ? समझाओ।

2. How does the sound come from a siren and a toothed-wheel ? Explain.

३. वाद्य-यन्त्र कितने प्रकार के होते हैं ? हारमोनियम और बाँसुरी से ध्वनि कैसे पैदा होती है ?

3. What are the different types of musical instruments ? How are sound produced from harmonium and flute ?

४. तारवाले यन्त्रों में ध्वनि की तीक्ष्णता कैसे नियमित की जाती है ? समझाओ।

4. How is the sharpness of a sound adjusted in stringed instruments ? Explain.

५. फोनोग्राफ क्या है ? इससे ध्वनि-लेखन और उसकी प्रत्युत्पत्ति कैसे होती है।

5. What is a phonograph ? How is sound recorded and reproduced by it ?

६. निम्नलिखित पर टिप्पणियाँ लिखो—
वायु वाद्य-यन्त्र, ढोल, तारता, तीव्रता।

6. Write notes on :—Wind instruments, drum, pitch and intensity.

७. कान की बनावट का वर्णन करो। हम किसी आवाज को कैसे सुनते हैं ?

7. Describe the construction of a human ear. How do we hear a sound ?

परमाणु की रचना और परमाणु-शक्ति

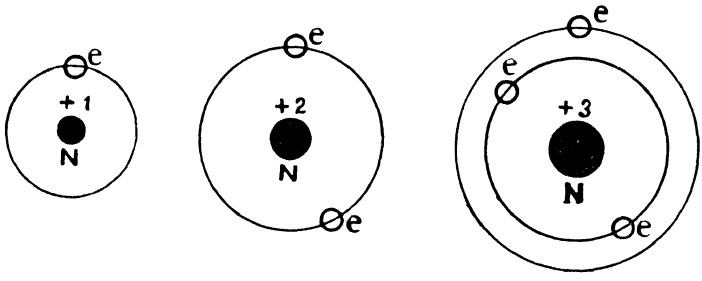
परमाणु-शक्ति (Atomic Energy)—आजकल तुम बराबर समाचार पत्रों में परमाणु-बम (Atomic Bomb) और परमाणु-शक्ति (Atomic Energy) के विषय में लेख या समाचार पढ़ते होगे या लोगों को इनके विषय में बातें करते सुनते होगे। विज्ञान के क्षेत्र में उन्नतिशील देश जैसे—इंगलैंड, अमेरिका, रूस, फ्रांस वगैरह करोड़ों रुपया लगाकर परमाणु शक्ति पैदा करते हैं। अभाग्यवश इस परमाणु शक्ति का पहला उपयोग द्वितीय महायुद्ध में लोगों के विनाश करने में हुआ। यह दुर्भाग्य की बात है कि अभी भी विज्ञान के क्षेत्र में बढ़े-चढ़े देश अपनी-अपनी सुरक्षा या युद्ध के लिये परमाणु-बम उत्पन्न करने में काफी धन लगा रहे हैं। फिर भी शान्ति-उपयोग की दिशा में परमाणु शक्ति को पैदा करने के लिये बहुत देश कदम उठा रहे हैं और कितने राष्ट्र, शान्ति-उपयोग (Peaceful uses) के लिये यह शक्ति पैदा भी कर रहे हैं। तुम यह जानते होगे कि आजकल कोयले और पेट्रोल से शक्ति (Energy) पैदा की जाती है। कोयले और पेट्रोल जमीन से निकलते हैं और इनकी मात्रा बहुत सीमित है। उदाहरण के लिये हम यह कह सकते हैं कि संसार के देश आजकल जिस दर (Rate) से शक्ति पैदा करने में कोयले और पेट्रोल का उपयोग कर रहे हैं, वह बहुत ज्यादा है और कोयला तथा पेट्रोल अधिक दिन तक ठहरने लायक नहीं है। करीब ५० या ६० वर्षों के बाद इन सारी वस्तुओं की खपत (Consumption) हो जायेगी और हमें शक्ति पैदा करने के किसी अन्य तरीके पर निर्भर करना पड़ेगा। यह शक्ति हमें परमाणुओं (Atoms) से मिल सकती है। बहुत से देश जैसे इंगलैंड वगैरह पेट्रोल के लिये अन्य देशों पर निर्भर करते हैं। इस निर्भरता को दूर करने के लिये वे देश परमाणु-शक्ति को पैदा करने के सुलभ और सस्ते तरीकों के अनुसन्धान में जी-तोड़ मिहनत कर रहे हैं और काफी धन खर्च कर रहे हैं।

परमाणु-शक्ति कैसे पैदा होती है, इसे समझने के लिये पहले परमाणु की बनावट और रचना पर विचार करना होगा। तुम रसायनशास्त्र (Chemistry) में पढ़ चुके होगे कि दुनिया की सारी वस्तुएँ तत्त्वों (Elements) के मेल से बनी हैं। प्रकृति में मिलनेवाले तत्त्वों की संख्या ९० से कुछ अधिक है। ये तत्त्व अणु (Moleculs) और परमाणु (Atoms) से बने रहते हैं। परमाणु एक बहुत ही छोटा कण है जिसका आकार एक मिलीमीटर (एक सेंटीमीटर का दसवाँ भाग) के एक करोड़ भाग के बराबर होता है। हाइड्रोजन गैस का परमाणु सबसे हल्का होता है।

परमाणु के अन्दर एक न्यष्टि (Nucleus) होती है, जिसका आकार परमाणु से लाखगुना छोटा होता है, हालाँकि परमाणु भी एक अत्यन्त सूक्ष्म कण है। परमाणु का लगभग सारा भार इस न्यष्टि पर केन्द्रित रहता है, यानी न्यष्टि का वज़न (Weight) ही करीब-करीब परमाणु के वज़न के बराबर होता है। इस न्यष्टि के चारों ओर अत्यन्त सूक्ष्म कण जिन्हें अलेक्ट्रोन (Electron) कहते हैं, घूमते रहते हैं। ये अलेक्ट्रोन ऋण-विद्युत् (Negative Electricity) से आवेशित रहते हैं और इनके आवेश को हम एक इकाई मान सकते हैं। इन अलेक्ट्रोन कणों की मात्रा बहुत ही अल्प होती है। एक अलेक्ट्रोन की मात्रा (Mass) हाइड्रोजन के परमाणु की मात्रा का $\frac{१}{१८३७}$ भाग होती है। परमाणु की न्यष्टि (Nucleus) भी धन-आवेश (Positive Chrge) से आवेशित रहता है। किसी तत्व के परमाणु की न्यष्टि पर जितना धन-आवेश रहता है, उसके चारों ओर घूमनेवाले अलेक्ट्रोन-कणों का कुल ऋण-आवेश (Negative charge) उतना ही होता है। इसलिये सारे परमाणु पर विचार किया जाय तो उसके ऋण और धन आवेश बराबर होते हैं और परमाणु उदासीन (Neutral) रहता है। आगे के पृष्ठ में कुछ साधारण परमाणुओं का चित्र दिया गया है।

चित्र में हाइड्रोजन, हिलियम (Helium) और लिथियम (Lithium) के परमाणु दिखलाये गये हैं। अलेक्ट्रोन को e से और न्यष्टि (Nucleus) को N से दर्शाया गया है। हाइड्रोजन में एक अलेक्ट्रोन है, हिलियम में दो और लिथियम में तीन। यदि अलेक्ट्रोन के आवेश को इकाई माना जाय तो

हाइड्रोजन में कुल अलेक्ट्रोन-कणों का आवेश –१ है, हिलियम में –२ और लिथियम में –३ क्योंकि इन तीनों परमाणुओं में क्रमशः एक, दो और तीन



(a) हाइड्रोजन (b) हिलियम (c) लिथियम

चित्र १६५

अलेक्ट्रोन हैं और हर एक का आवेश (चार्ज) –१ है। इन तीनों परमाणुओं की न्यष्टि का आवेश क्रमशः +१, +२ और +३ है। इस तरह हर एक तत्व का परमाणु विद्युत्-रूप से उदासीन (Electrically Neutral) रहता है।

परमाणुओं की न्यष्टि (Nucleus) में भी दो तरह के कण रहते हैं जिनकी मात्रा (Mass) लगभग बराबर है। एक तरह के कण (Particle) को प्रोटन (Proton) कहते हैं और दूसरे प्रकार के कण को न्यूट्रन (Neutron)। न्यूट्रन की मात्रा अलेक्ट्रोन की मात्रा का १८३६ गुणा है और करीब-करीब प्रोटन की मात्रा के बराबर है। प्रोटन का चार्ज धन है और अलेक्ट्रोन के चार्ज के बराबर है। न्यूट्रन पर कोई आवेश नहीं है। हाइड्रोजन की न्यष्टि में सिर्फ एक प्रोटन है लेकिन परमाणुओं की न्यष्टियों में प्रोटन और न्यूट्रन दोनों रहते हैं। न्यष्टि के अन्दर जकड़े हुए हैं और साधारणतया उससे अलग नहीं हो सकते।

मात्रा शक्ति समतुल्य हैं (Mass and Energy are equivalent) :—वैज्ञानिकों का पहले ऐसा विचार था कि मात्रा (Mass) और

शक्ति (Energy) दो भिन्न-भिन्न वस्तुएँ है और एक दूसरे में कोई सम्बन्ध नहीं है लेकिन १९०५ ई० में विश्व के एक बहुत प्रख्यात वैज्ञानिक एलबर्ट आइन्सटाइन (Albert Einstein) ने पहले-पहल यह साबित किया कि शक्ति और मात्रा आपस में समतुल्य (Equivalent) है। इससे संसार के वैज्ञानिक चकित हो उठे। बाद में वैज्ञानिकों द्वारा आइन्सटाइन के विचारों का प्रयोग द्वारा सत्यापन हुआ। इस विचार के अनुसार मात्रा शक्ति में और शक्ति मात्रा में बदल सकती है और दोनों में एक खास सम्बन्ध है। यदि m ग्राम की मात्रा शक्ति E में परिवर्त्तित हो जाय तो $E = m\,c^2$। यहाँ शक्ति E अर्ग (Erg) की इकाई में है और c प्रकाश वेग सेन्टीमीटर प्रति सेकेंड है। ($c = ३ \times १०^{१०}$ सेन्टीमटर प्रति सेकेंड)। इस सूत्र के अनुसार यदि एक ग्राम मात्रा शक्ति में बदल जाय तो ९×१०^{२०} अर्ग शक्ति पैदा होगी (९ पर २० शून्य रखकर देखो कि यह संख्या कितनी बड़ी है)। इस तरह थोड़ी-सी मात्रा से कितनी अधिक शक्ति उत्पन्न होती है, इसकी कल्पना कभी नहीं की जा सकती थी।

कभी-कभी ऐसा होता है कि भारी परमाणुओं की न्यष्टियाँ अस्थायी (unstable) होती हैं। इसका फल यह होता है कि न्यष्टि फटकर दो या अधिक टुकड़ों में बँट जाती है। ये टुकड़े भिन्न-भिन्न तत्वों के हो जाते हैं और पहली न्यष्टि के तत्व से भिन्न होते हैं। कभी-कभी तत्वों की न्यष्टियों को अन्य कणों जैसे न्यूट्रन, प्रोटन से मारते हैं। ऐसा करने से न्यष्टि फटकर विभिन्न तत्वों की न्यष्टियों में बँट जाती है। मान लो कि किसी भारी तत्व की न्यष्टि का विस्फोट हुआ और उसके दो टुकड़े हो गये। इन टुकड़ों की मात्राओं (Masses) का योग पहली न्यष्टि (जिससे ये टुकड़े निकले) की मात्रा से कम होता है। पहली न्यष्टि की मात्रा इन टुकड़ों की मात्राओं से अधिक होती है। इसका कारण यह है कि पहली न्यष्टि का जब विस्फोट (Fission) हुआ उस समय उसकी मात्रा का कुछ भाग शक्ति (Energy) के रूप में बदल गया और इस विस्फोट से शक्ति उत्पन्न हुई। इसी शक्ति को परमाणु-शक्ति कहते हैं। अभी तुम पढ़ चुके हो कि थोड़ी मात्रा जब शक्ति में बदलती है तो कितनी विशाल शक्ति पैदा होती है। इस तरह परमाणुओं की न्यष्टियों के फटने से अत्यधिक शक्ति निकलती है। न्यष्टियों के फटने की घटना को न्यष्टि-विस्फोट (Nuclear Fission) कहते हैं।

न्यष्टि-विस्फोट का आविष्कार पहले-पहल प्रसिद्ध वैज्ञानिक ओटो हान (Otto Hohn) ने किया था। विख्यात वैज्ञानिक रदरफोर्ड ने पहले-पहल परमाणुओं की रचना और उसमें न्यष्टि की स्थिति का भी अनुसन्धान किया। इस तरह आजकल परमाणु-शक्ति का उत्पादन आइन्सटाइन के विचार और रदरफोर्ड के अनुसन्धानों के फल हैं और इसके लिए हम इन दो वैज्ञानिकों के बहुत आभारी हैं।

परमाणु-शक्ति पैदा करने के लिए बड़े-बड़े यन्त्र काम करते हैं जिन्हें रियेक्टर (Reactor) कहते हैं। इनमें नियमित जगह पर युरेनियम (Uranium) नामक धातु के टुकड़े रखे रहते हैं। युरेनियम, थोरियम (Thorium), नेप्चूनियम (Neptunium) आदि वे तत्व हैं जिनकी न्यष्टियों का विस्फोट आसानी से हो सकता है, और विस्फोट होने पर अधिक शक्ति निकलती है। वायु-मंडल के कुछ न्यूट्रन इन रियेक्टरों में स्थित युरेनियम तत्व के परमाणु की न्यष्टि में घुसते हैं जिससे न्यष्टि-विस्फोट होता रहता है और परमाणु-शक्ति पैदा होती रहती है। इस विधि में अन्य न्यूट्रन भी पैदा होते हैं जो फिर विस्फोट करते हैं और यह क्रिया जारी रहती है। इस शक्ति से हम बिजली पैदा कर सकते हैं और बिजली को अन्य उपयोगों में लाया जा सकता है, जिसके विषय में तुम पहले पढ़ चुके हो। आजकल पनडुब्बी जहाज (Sub-marines) को चलाने में परमाणु-शक्ति का उपयोग होता है। हमारे देश में भी बम्बई में दो रियेक्टर काम कर रहे हैं और परमाणु-शक्ति पैदा करते हैं। परमाणु-शक्ति आयोग (Atomic Energy Commission) के चेयरमैन और हमारे देश के प्रसिद्ध वैज्ञानिक एच० जे० भाभा (H. J. Bhabha) के प्रयत्न से हम परमाणु-शक्ति के उत्पादन की दिशा में प्रगति कर रहे हैं। आशा की जाती है कि निकट भविष्य में हमारे देश और अन्य देशों में अधिक परमाणु-शक्ति पैदा होगी और मनुष्य जाति की भलाई के लिये उसका उपयोग होगा।

अलबर्ट आइन्सटाइन (Albert Einstein)—इनका जन्म १८७९ ई० में जर्मनी के एक यहूदी (Jew) परिवार में हुआ था। ये एक अद्वितीय गणितज्ञ और वैज्ञानिक थे। इन्होंने युनिच और ज्यूरिच शहरों में अध्ययन किया। इसके बाद बर्लिन और ज्यूरिच में प्रोफेसर रहे। हिटलर ने जब यहूदियों को तंग करना शुरू किया, तब ये जर्मनी छोड़कर संयुक्त राज्य

अमेरिका गये और प्रिन्सटन विश्वविद्यालय में भौतिक विभाग के प्रोफेसर रहे। इन्होंने ऐसे अनेक आविष्कार किये, जिनसे संसार चकित हो गया। इनके आविष्कारो का संक्षिप्त वर्णन भी इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर है। आधुनिक भौतिक-विज्ञान के विकास के इतिहास में इनका नाम सर्वोपरि है और वह स्वर्ण-अक्षरों में लिखा रहेगा। इन्होने विशिष्ट ताप फोटो-एलेक्ट्रिसिटी (Photo-electricity) और क्वान्टम सिद्धान्त में अनेक अनुसन्धान किये हैं। सापेक्षवाद सिद्धान्त (Principles of Relativity) इनके सब आविष्कारों मे अधिक महत्व रखता है। इन्हे नोवेल-पुरस्कार (Nobel-Prize) मिला था। इनकी मृत्यु १९५५ ई० में हो गई।



चित्र १९६

अरनेस्ट रदरफोर्ड (Earnest Ruther Ford) :—इनका जन्म १८७१ ई० मे न्यूजीलैंड में हुआ था। वहाँ अध्ययन करने के बाद इंगलैंड के कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय की कवेन्डिश प्रयोगशाला में प्रसिद्ध वैज्ञानिक सर जे० जे० टॉमसन के साथ काम करने आये। बाद में कनाडा में मानट्रियाल (Montreal) विश्वविद्यालय में प्रोफेसर हुए और सॉडी नामक वैज्ञानिक के साथ काम किया। १९०७ ई० में ये इंगलैंड आये। वहाँ मैन्चेस्टर (Manchestor) विश्वविद्यालय में भौतिक प्रयोगशाला (Physical Laboratory) के डाइरेक्टर (Director) बने। इसके एक साल बाद नोवेल-पुरस्कार (Nobel Prize) मिला। १९१८ ई० में ये केवेण्डिश प्रयोगशाला के डाइरेक्टर के पद पर नियुक्त हुए।

आधुनिक न्यूक्लियर फिजिक्स (Modern Nuclear Physics) के विकास में रदरफोर्ड के कार्यों का बहुत अधिक महत्व है और इसके लिये हम इनके कृतज्ञ हैं। इन्होंने पहले-पहल परमाणु की रचना और उसमें न्यष्टि (Nucleus) की स्थिति का पता लगाया। न्यष्टि-परिवर्त्तन (Nuclear Transmutation) का भी आविष्कार इन्होंने किया। १९३७ ई० में इनकी मृत्यु हो गई।

सर सी० वी० रमन (Sir C. V. Raman) :—ये हमारे देश के और विश्व के एक प्रसिद्ध वैज्ञानिक हैं। इन्हें १९३० ई० में नोवेल पुरस्कार मिला था।

भौतिक विज्ञान की ओर शुरू से ही इन्हें दिलचस्पी थी। इसलिए भारत सरकार के एक प्रसिद्ध पद को छोड़कर कलकत्ता विश्वविद्यालय में भौतिक विभाग में प्रोफेसर हुए। इन्होंने के०एस० कृष्णन (K.S. Krishnan) के साथ प्रकाश किरणों का अणुओं से विकिरण (Scattering) पर काम किया और १९२८ ई० में प्रकाश किरणों का प्रसिद्ध प्रभाव का अनुसंधान किया जो इनके नाम पर **रमन-प्रभाव** (Raman Effect) कहा जाता है। ध्वनि-विज्ञान, एक्स-रे, विशिष्ट ताप, अल्ट्रासोनिक्स (Ultrasonics) पर इनके अनेक काम हैं। भौतिक और रसायन विज्ञान में अपने देश में अनुसन्धान के लिए इन्होंने बड़े परिश्रम से एक संस्था खोली है, जिसका नाम रमन-इन्स्टिच्यूट (Raman Institute) है। इसके ये हाल तक डाइरेक्टर थे लेकिन अब इस पद से अवकाश प्राप्त कर चुके हैं।

विश्व के वैज्ञानिक नक्शे में हमारे देश को जो स्थान मिला है इसके लिए सर सी० वी० रमन का मुख्य हाथ है। आजकल वृद्धावस्था में भी ये बड़े क्रियाशील हैं और विज्ञान के अध्ययन और अनुसन्धान में अपना समय व्यतीत करते हैं। ये एक उच्च कोटि के वक्ता हैं और अपने भाषण से श्रोताओं को हँसाते रहते हैं। भारत सरकार ने राष्ट्रीय प्रोफेसर (National Professor) नियुक्त कर इन्हें सम्मानित किया है।

के० एस० कृष्णन (K. S. Krishnan) :—इन्होंने प्रोफेसर रमन के साथ कलकत्ता विश्वविद्यालय में काम किया। रमन के साथ इन्होंने रमन-प्रभाव (Raman Effect) का आविष्कार किया।

आजकल ये राष्ट्रीय भौतिक प्रयोगशाला (National Physycal Laboratory) के डाइरेक्टर हैं। इन्होंने स्वों की रचना (Structure of Crystals) पर काम किया है। इनके कामों से खुश होकर इंगलैंड की रायल सोसायटी (Royal Society) ने इन्हें फेलो (Fellow) निर्वाचित किया है। हमारी भारत सरकार ने राष्ट्रीय प्रोफेसर बनाकर इन्हें सम्मानित किया है।

एच० जे० भाभा (H. J. Bhaba) :—ये आजकल हमारी भारत सरकार के परमाणु-शक्ति आयोग (Atomic Energy Commission) के चेयरमैन हैं। ये रायल सोसाइटी के फेलो (Fellow of Royal Society) हैं। इन्होंने कैवेन्डिश प्रयोगशाला में प्रोफेसर डिरॉक (Dirac) के मातहत काम किया है। कस्मिक-रे (Cosmic-ray) में इन्होंने मुख्य काम किया है जो भाभा-हाइलर सिद्धान्त (Bhabha-Heitler Theory) कहा जाता है। हाल में केम्ब्रिज विश्वविद्यालय ने डिग्री से इन्हें सम्मानित किया है।

एस० एन० बोस (S. N. Bose) :—ये एक तीव्र बुद्धिवाले गणितज्ञ और वैज्ञानिक हैं। १९२४ ई० में इन्होंने स्टाटिस्टिक्स (Statistics) में काम किया। इनके अनुसन्धानो को प्रसिद्ध वैज्ञानिक आइन्सटाइन ने और विस्तृत किया और उनका उपयोग किया। इसलिए यह अनुसन्धान बोस-आइन्सटाइन स्टाटिस्टिक्स (Bose-Einstein Statistics) के नाम से विख्यात है।

प्रोफेसर बोस आजकल हमारे देश के राष्ट्रीय प्रोफेसर हैं। इंगलैंड की रायल सोसाइटी (Royal Society) ने इनको अपना फेलो (Fellow) निर्वाचित कर इन्हें सम्मानित किया है।

हमारे देश के अन्य भौतिक विभाग के विश्वविख्यात वैज्ञानिकों मे एम० एन० साहा, एस० के० मित्रा और एस० चन्द्रशेखर आदि हैं। ये सभी रायल सोसायटी के फेलों है। स्थानाभाव के कारण इनका जीवन-चरित्र यहाँ नहीं लिखा जाता है।

अभ्यास

१. परमाणु और नाभि की बनावट का संक्षिप्त वर्णन करो।

1. Describe in brief the structure of atoms & nucleus.

२. इन पर टिप्पणियाँ लिखो—अलेक्ट्रोन, प्रोटन, न्यूट्रन ।
2. Write notes on—Eletron, Proton & Neutron.

३. "मात्रा और शक्ति समतुल्य है"—इसे समझाओ ।
3. "Mass & Energy are equivalent." Explain.

४. नाभि-विस्फोट क्या है ? इससे परमाणु-शक्ति कैसे पैदा होती है ?
4. What is a Nuclear Fission ? How is atomic energy produced from it.

५. अलबर्ट आइन्सटाइन और लॉर्ड रदरफोर्ड की संक्षिप्त जीवनी लिखो ।
5. Write in brief the life of Albert Einstein and Lord Rutherford.

६. हमारे देश के आधुनिक तीन वैज्ञानिकों के जीवन-चरित्र के विषय में लेख लिखो ।
6. Write an essay on the life of three modern scientists of our country.

७. इन पर नोट लिखो—रियेक्टर, प्रोफेसर रमन, नाभि-विस्फोट ।
7. Write notes on—Reactor, Professor Raman and Nuclear Fission.

विविध अभ्यास

१. किसी वस्तु की मात्रा और भार में क्या अन्तर है ? एक ही वस्तु का भार विभिन्न स्थानों पर भिन्न-भिन्न क्यों होता है ?

1. What is the difference between the mass and weight of a body ? Why is the weight of the same body different at different places ?

२. मात्रा, आयतन और घनत्व में सम्बन्ध बताओ। यदि किसी वस्तु का वजन हवा में १६० ग्राम और पानी में १३० ग्राम है, तो उस वस्तु का आयतन और घनत्व निकालो।

2 Point out the relation between mass, volume and density. A body weighs 160 gms. in air and 130 gms. in water. Calculate its volume and density.

३. भौतिक तराजू की बनावट बताओ और उसकी क्रिया का सिद्धान्त लिखो।

3. Describe the construction of a physical balance and explain the principle of its working.

४. निम्नलिखित का आयतन और घनत्व कैसे निकालोगे :—(क) कार्क (ख) मिश्री का टुकड़ा (ग) लोहे का टुकड़ा।

4. How will you determine the volume and density of the following--(a) Cork (b) a piece of sugar candy (c) a piece of iron.

५. साधारण तराजू का वर्णन करो। इसकी सहायता से किरासन तेल और चीनी का विशिष्ट गुरुत्व कैसे निकालोगे ?

5. Describe a common balance. How will you determine the specific gravity of kerosene oil and sugar with its help ?

६. एक टेढ़े मेढ़े प्लेट के टुकड़े का क्षेत्रफल कैसे निकालोगे ?

6. How will you determine the area of an irregular piece of plate ?

७. न्यूटन के गति के नियमों का आवेदन करो और समझाओ।

7. State and explain Newton's laws of motion.

८. केन्द्राभिसारी और केन्द्रापसारी बल क्या हैं ? एक साइकिल-सवार वृत्ताकार रास्ते पर चलते समय क्यों झुक जाता है ?

8. What are centripetal and centrifugal forces ? Why does a cyclist lean while moving on a circular path ?

९. दोलन-विस्तार, आवृत्ति और दोलन-काल की परिभाषा करो। पहाड़ पर ले जाने पर किसी पेन्डुलम के दोलन काल में कैसा परिवर्त्तन होगा और क्यों ?

9. Define amplitude, frequency and the time-period. How will the time-period of a simple pendulum change when taken to the top of the hill and why ?

१०. 'कार्य' शक्ति और अश्व सामर्थ्य की परिभाषा करो। इनकी इकाइयों में क्या सम्बन्ध है ?

10. Define work, energy and horse-power and explain how their units related.

११. एक कमानीदार तुला किसी वस्तु की तौल विभिन्न स्थानों पर भिन्न-भिन्न क्यों बतलाती है ? जब कि साधारण तराजू समान वजन बतलाती है।

11 Explain why a spring balance gives different volues for the weight of a body at different places where as a common balance gives the same value.

१२. गुब्बारे की उड़ान पर एक नोट लिखो।

12. Write a note on the flight of a baloon.

१३. बैरोमीटर की बनावट का वर्णन करो। इस यंत्र में पानी क्यों इस्तेमाल में नहीं आता ?

13. Describe the construction of a barometer. why is water not used in this instument ?

१४. यह कैसे सिद्ध करोगे कि हवा भी दबाव डालती है। वायु के दबाव मापनेवाले एक यंत्र का वर्णन करो।

14. How will you prove that air exerts pressure ? Describe an instrument to measure the pressure of air.

१५. साइकिल में हवा भरने के एक पम्प की बनावट बताओ।

15. Describe the construction of a pump used to fill air in a cycle-tyre.

१६. एक चूषक वायु-पम्प का वर्णन करो और उसकी क्रिया समझाओ।

16. Describe the construction of a suction pump and explain its working.

१७. क्या वायु-पम्प से परम-शून्य प्राप्त हो सकता है ? यदि नहीं, तो क्यों ?

17. Can we get perfect vacuum with air pump ? If not, why ?

१८. एक जल-पम्प का वर्णन करो।

18. Describe a water-pump.

१९. साइफून के सिद्धान्त और उपयोग बताओ। इस सिद्धान्त का प्रयोग वासुदेव प्याला में कैसे होता है ?

19. Explain the principle and use of a Siphon and explain how the principle is used in a Tantalus Cup.

२०. तुम्हें मिश्री का एक टुकड़ा दिया हुआ है। इसका घनत्व कैसे निकालोगे ?

20. You are given a piece of sugar candy. How will you determine its density ?

२१. द्रव पदार्थ का विशिष्ट गुरुत्व निकालने का एक तरीका बताओ।

21. Describe a method for determining the specific gravity of a liquid.

२२. एक पत्थर के टुकड़े को चाँद पर ले जायँ तो उसका भार बदलेगा कि मात्रा और क्यों ?

22. If a piece of stone is taken to the moon, what will change, its mass or weight and why ?

२३. समुद्री धाराएँ कैसे पैदा होती हैं ? समझाओ।

23. Explain how ocean-currents are caused ?

२४. आर्किमिडीज का सिद्धान्त क्या है ? इससे किसी वस्तु का विशिष्ट गुरुत्व कैसे निकालते हैं ?

24. What is Archimede's Principle ? How is it used to determine the specific gravity of a body ?

२५. किसी धातु के बेलन की मात्रा २२० ग्राम है और उसका घनत्व ११ ग्राम प्रति घन सें० मी० है। यदि उस बेलन को पानी में डुबाया जाय तो कितना पानी उछालेगा ?

25. The mass of a metal cylinder is 220 gms. and its density 11 gms. per c. c. How much water will it displace if it is immersed in water.

२६, एक बैरोमीटर में पारे की ऊँचाई ७५ सें० मी० है। बैरोमीटर में पानी भरने से उसकी ऊँचाई क्या होगी ?

26. The height of mercury in a barometer is 75 cms. What will be the height of the barometer when filled with water ?

२७. आर्किमिडीज का सिद्धान्त बताने के लिये एक प्रयोग का विवरण करो।

27. Give the details of an experiment to explain Archimedes' principle.

२८. गर्मी के दिनों में काले कपड़े पहनने से अधिक गर्मी क्यों मालूम होती है ?

28. Why do we feel hotter when we put on black clothes in summer ?

२९. तापक्रम से तुम क्या समझते हो ? किसी रोगी के शरीर का तापक्रम कैसे मालूम करोगे ?

29. What do you understand by temperature ? How will you measure the temperature of the body of a patient ?

३०. निम्नलिखित तापक्रमों को फारेनहाइट स्केल में बदलो :—२८°C, ४५°C,—१५°C.

30. Express the following temperatures on the Fahrenheit scale :—28°C, 45°C,—15°C.

३१. टिप्पणी लिखो—ओसांक, गुप्त ताप, पुनर्संयोजन और विकिरण।

31. Write notes on—Dew point, latent heat, Regelation and Radiation.

३२. बादल, कुहासा, ओला और ओस कैसे बनते हैं ? समझाओ।

32. Explain how cloud, fog, hail and dew are formed ?

३३. ताप और तापक्रम में क्या अन्तर है ? एक स्थान से ताप दूसरे स्थान तक किन-किन तरीकों से जाता है ?

33. What is the difference between heat and temperature ? How does heat travete from one place to another ?

३४. ताप का परिवाहन दिखाने के लिये कुछ प्रयोगों का वर्णन करो। डेवी के रक्षक दीप की क्रिया का सिद्धान्त बताओ।

34. Describe some experiments to show the convection of heat. Explain the principle of working of a Davy's Safety Lamp ?

३५. इनकी परिभाषा करो—गुप्त ताप, परिचालन, क्वथनांक और द्रवणांक।

35. Define latent heat, conduction, boiling point and melting point.

३६. इन तापक्रमों को सेन्टीग्रेड स्केल में बताओ—
६०° F, ८१° F,—३६° F।

36. Experess the following temperatures in centigrade scale :—
60° F, 81° F and—36° F.

३७. चिमनी और लालटेन में वायु-प्रवाह कैसे होता है ? चित्र द्वारा समझाओ।

37. How is a current of air set up in a chimney and in a lantern ? Explain with a sketch.

३८ चित्र खींचकर थर्मस फ्लास्क का सिद्धान्त बताओ।

38. Explain the principle of a Thermos Flask with the help of a figure.

३९. ठोस और द्रव कैसे गर्म होते हैं, प्रयोग द्वारा समझाओ।

39. How are solids and liquids heated ? Explain with the help of an experiment.

४०. बर्फ को गलने से बचाने के लिये उसे लकड़ी के बुरादे से ढक कर क्यों रखते हैं ?

40. Ice is kept in a saw dust to prevent it from being melted, why ?

४१. शीशे के बरतन में पानी गरम करते समय तार की जाली का प्रयोग क्यों किया जाता है ?

41. A wire-gange is used to heat water in a glass-vessel, why ?

४२. टेढ़ी दीवारों को कैसे सीधा किया जा सकता है ?

42. How can a bent wall be made erect ?

४३. इनके कारण बताओ—

(क) खाली जमीन की अपेक्षा हरे पत्ते पर ओस अधिक गिरती है।

(ख) बदलीवाली रातों में ओस नहीं गिरती।

(ग) सितम्बर-अक्टूबर महीनों में दिसम्बर, जनवरी की अपेक्षा ओस अधिक गिरती है ?

43. Give the reasons for—

(a) More dew is formed on green leaves than on bare lands.

(b) No dew is formed in cloudy nights.

(c) More dew is formed in September & October than in December & January.

४४. रंगीन कमरे की दीवारें उजली दीवारों से क्यों अधिक गर्म होती है ?

44. Why are the coloured walls of a room warmer than white walls ?

४५. थर्मामीटर बनाने का एक तरीका बताओ।

45. Describe a method for the construction of a thermometer ?

४६. 'अधिकतम' और 'न्यूनतम' थर्मामीटर की बनावट बताओ और सिद्धान्त समझाओ।

46. Explain the construction and principle of 'Maximum' and 'Minimum' thermometers.

४७. इनकी वजह बताओ —

(क) रेल की पटरियों के बीच में कुछ जगह छोड़ देते हैं।

(ख) एक ही ताप-क्रम पर रहने पर भी लकड़ी की अपेक्षा ताँबा अधिक गर्म मालूम पड़ता है।

(ग) धातु के बरतन की अपेक्षा सुराही का पानी अधिक ठंडा होता है।

47. Give reasons for:—

(a) A little space is left between two iron-rails.

(b) Copper appears to be warmer than the wood even when both are at the same temperature.

(c) Water kept in an earthen pitcher is cooler than that kept in a metallic vessel.

४८. गर्मी के दिनों में काले कपड़े की अपेक्षा उजले कपड़े पहनने से कम गर्मी मालूम पड़ती है, क्यों ?

48 We feel less heat on wearing white clothes in place of black ones in summer season, why ?

४९. कमरे में संवातक क्यों लगे रहते हैं ? खिड़कियों से क्या फायदा होता है ?

49. Why are ventillators fitted in a room ? What advantages do we get from windows in a room ?

५०. चित्र द्वारा शहर के जल-प्रदाय की क्रिया को समझाओ।

50. Explain with a diagram the principle of working of Town water-supply.

५१. समतल दर्पण में प्रकाश की किरणों के परावर्तन के कौन-कौन नियम हैं ? इन नियमों का सत्यापन तुम कैसे करोगे ?

51. What are the laws of reflection of light from a plane mirror ? How will you verify these laws ?

५२. चित्र द्वारा समझाओ कि समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब कैसे बनते हैं ?

52. Explain with a diagram how images are formed in a plane mirror ?

५३. प्रकाश के आवर्तन के नियमों को समझाओ। उनका सत्यापन कैसे किया जाता है ?

53. Explain the laws of refraction of light. How are they verified experimentally ?

५४. पूर्ण परावर्तन क्या है और किन-किन हालतों में यह होता है। इसके कुछ उदाहरण बताओ।

54. What is a total internal reflection and under what circumstances does it take place ? Give some examples of total reflection.

५५. मृगतृष्णा क्या है। रेगिस्तान और ध्रुव-प्रदेशों में मृगतृष्णा कैसे बनती है, समझाओ।

55. What is a mirage ? How is mirage formed in deserts and polar regions ? Explain.

५६. ताल कितने प्रकार के होते हैं ? रेखा-चित्र बनाकर बताओ।

56. What are the different kinds of lenses ? Explain with line-sketches.

५७. नोट लिखो —इन्द्रधनुष, वर्णपट केलीडेस्कोप और चरम कोण।

57. Write notes on—Rainbow, Spectrum, Kaleidoscope and Critical angle.

५८. कारण बताओ—

(क) माइक्रोस्कोप के अगले भाग में कम नाभ्यन्तरवाला ताल रहता है।

(ख) आतशी शीशे से आग पैदा होती है।

(ग) रेगिस्तानों में मृगतृष्णा मालूम पड़ती है।

58. Give reasons for—

(a) A lens of short focal length is fitted in front of a microscope

(b) Fire is produced by a magnifying glass.

(c) Mirage is often formed in deserts.

५९. विशालन शीशा क्या है ? इसका उपयोग कहाँ होता है।

59. What is a magnifying glass, and where it is used ?

६०. आँख की बनावट को बताओ। दो आँखें रहने से क्या फायदा होता है ?

60. Describe the construction of a human eye. What advantages do we get from having two eyes ?

६१. फोटो खींचने के एक कैमरे का वर्णन करो।
61. Describe a photographic camera ?

६२. टिप्पणी लिखो—चुम्बकीय दिक्सूचक, चुम्बकीय याम्योत्तर, नाविकों का दिक्सूचक।
62. Write notes on—Magnetic needle, magnetic meridian and Mariners Compass

६३. किसी लोहे की छड़ को कैसे चुम्बक बनाओगे ? वर्णन करो।
63. Describe how will you magnetise a piece of iron-rod ?

६४. चुम्बक कितने प्रकार का होता है ? हरएक का वर्णन करो।
64. How many different types of magnets are there ? Describe each of them.

६५. चुम्बक का उपयोग कहाँ-कहाँ होता है ? उदाहरण सहित बताओ।
65. What are the different uses of magnets ? Point out with examples.

६६. नोट लिखो—चुम्बकीय विषुवत् रेखा, दिक्पात, आपतन कोण।
66. Write notes on—Magnetic Equator, Declination and Angle of Dip.

६७. स्थिर-विद्युत् पैदा करने के तरीके बताओ। इस विद्युत् के गुणों की जाँच तुम कैसे करोगे ?
67. Describe the methods for generating Static Electricity. How will you examine the properties of this electricity ?

६८. एक सूखी सेल की बनावट और क्रिया समझाओ।
68. Describe the construction and principle of a dry cell.

६९. स्थिर-विद्युत् दो प्रकार की होती है। एक लटकी हुई सरकंडे की गोली से यह तुम कैसे बता सकते हो ?
69 There are two kinds of static electricity. How will you demonstrate this with the help of a suspended pith-ball ?

७०. विद्युत्-टार्च की बनावट और सिद्धान्त को बतलाओ।
70. Describe the construction and principle of an electric-torch.

७१. बिजली की घंटी कैसे बजती है ? अच्छी तरह समझाओ।

71. How does an Electric Bell ring ? Explain it fully.

७२. टेलीफोन और टेलीग्राफ की क्रिया के सिद्धान्त को समझाओ।

72. Describe the principle of working of a telephone and telegraph system.

७३. इस कथन की पुष्टि कैसे की जा सकती है कि आधुनिक सभ्यता के विकास में विद्युत् का विशेष महत्व है।

73. "Electricity has a great role in the development of modern civilization." How can it be supported ?

७४. विद्युत् के प्रभावों को बताओ। बिजली के चूल्हे और बल्ब कैसे काम करते हैं ?

74. Point out the effects of electric current. How do electric stove and bulb work ?

७५. प्रत्यावर्त्तक धारा किसे कहते हैं और यह कैसे पैदा की जा सकती है ? इसके कुछ प्रयोग बताओ।

75. What is an Alternating Current and how is it produced ? Mention some of its uses.

७६. ट्रान्सफार्मर क्या है ? इसका उपयोग कहाँ होता है ?

76. What is a transformer ? What are its uses ?

७७. वस्तुओं पर धातुओं की कलई कैसे की जाती है ? संक्षेप में बतलाओ।

77. How are metal-sheets electro-plated ? Describe in brief.

७८. एक विद्युत्-चुम्बक की बनावट का विवरण करो। इसका उपयोग कहाँ होता है ?

78. Describe the construction of an electro-magnet. What are its uses ?

७९. ध्वनि कैसे पैदा होती है ? यह कैसे साबित करोगे कि ध्वनि के संचार के लिये एक माध्यम जरूरी है।

79. How is sound produced ? How will you prove that a material medium is necessary for the propagation of sound ?

८०. ध्वनि का वेग निकालने के लिए एक तरीका बताओ।

80. Describe a simple method for the determination of the velocity of sound.

८१. विभिन्न पदार्थों के डंडे को मारने पर विभिन्न आवाज क्यों पैदा होती है ?

81. Why rods of different substances, when strunk, produce different sounds ?

८२. इन पर नोट लिखो – सायरेन, ढोल, वायलिन, सितारा और बाँसुरी।

82. Write notes on—Siren, Drum, Violin, Sitar and flute.

८३. डाक्टर का स्टेथेस्कोप और परिवर्द्धक के सिद्धान्त समझाओ।

83. Explain the principle of working of Doctor's Stethescope & Amplifier.

८४. फोनोग्राफ क्या है ? इससे ध्वनि का लेखन और उत्पादन कैसे होता है ? समझाओ।

84. What is a phonograph ? How is sound recorded and reproduced by its help ?

८५. मनुष्य के कान के विभिन्न भागों का वर्णन करो। हम किसी ध्वनि को कैसे सुनते हैं ?

85. Describe the different parts of human ear. How do we hear ?

८६. इनके कारण बताओ—

(क) कभी-कभी वक्ता के पीछे पर्दा टँगा रहता है।

(ख) जमीन में कान सटाने पर रेलगाड़ी की आवाज दूर तक सुनाई पड़ती है, लेकिन खड़े होने पर नहीं।

(ग) पहाड़ों के बीच या नदी के किनारे पर बोलने से प्रतिध्वनि सुनाई पड़ती है।

86. Give reasons for :—

(a) Sometimes curtains are hung behind the speaker.

(b) The sound of a going train can be heard from a distance on keeping the ear close to the ground but not on standing up.

(c) Echoes are heard when sounds are produced in hills or on the bank of a river.

८७. परमाणु के भीतर कौन-कौन कण रहते हैं ? न्यष्टि क्या है ?

87. What are the different particles inside an atom ? What is a nucleus ?

८८. मात्रा, शक्ति में बदल सकती है कि नहीं ? मात्रा और शक्ति के सम्बन्ध बताओ।

88. Can mass be converted into energy ? Point out the relation between mass and energy.

८९. न्यष्टि-विस्फोट क्या है ? इससे परमाणु शक्ति कैसे पैदा होती है ?

89. What is a nuclear fission ? How is atomic energy produced from it ?

९०. परमाणु-शक्ति के कुछ उपयोग बताओ। इस शक्ति को पैदा करने के लिए विश्व के सभी देश इतना प्रयत्न क्यों कर रहे हैं ?

90. Mention some uses of atomic energy. Why are the countries of the world labouring hard to produce it ?

९१. टिप्पणी लिखो—

अलेक्ट्रोन, प्रोटन और न्यूट्रन।

91. Write notes on—Electron, proton and neutron.

सेकेन्डरी स्कूल बोर्ड की परीक्षाओं के प्रश्न

(Secondory School Examination Questions)

S. S. Examination 1954 A

१. मात्रा और वजन में अन्तर बताओ। साधारण तुला के सिद्धान्त बताओ। किसी वस्तु की तौल इससे तुम कैसे निकालोगे ?

1. Distinguish between mass and weight. What is the principle of a common balance ? How would you weigh a substance with it ?

२. बैरोमीटर क्या है ? एक बैरोमीटर की बनावट बताओ और इसके सिद्धान्त समझाओ।

2. What is a barometer ? Describe a barometer explaining the principle involved in it.

३. एक साधारण थर्मामीटर कैसे बनाया जाता है ? 'न्यूनतम' और 'अधिकतम' थर्मामीटर के सिद्धान्त समझाओ।

3. How is an ordinary thermometer made? Explain the principle involved in a 'minimum' and 'maximum' thermometer.

४. (क) तुम कैसे दिखाओगे कि प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में गमन करती हैं ?

(ख पानी में आधा डुबाने पर एक डंडा मुड़ा हुआ क्यों मालूम पड़ता है ?

4. (a) How would you show that light rays travel in straight lines ?

(b) Why does a rod half dipped in water look bent ?

५. चुम्बक कितने प्रकार के होते हैं ? चुम्बकों के गुण और उपयोग बताओ।

5. What are the different types of magsnet ? Describe the properties and uses of magnets.

S. S. EXAMINATION 1954 S

१. घनत्व और आपेक्षिक घनत्व में अन्तर बताओ। आर्किमिडीज का सिद्धान्त क्या है ? इसके व्यावहारिक उपयोग बताओ।

1. Distinguish between Density and Relative Density. What is the principle of Archimedes? Mention its practical applications.

२. एक वायु-पम्प के सिद्धान्त बताओ। बाइसिकिल-पम्प की क्रिया का विवरण दो।

2. What is the principle of an air-pump ? Describe the working of a bicycle-pump.

३. एक स्थान से दूसरे स्थान तक ताप का संचार कैसे होता है ? सोदाहरण वर्णन करो। थर्मस फ्लास्क का सिद्धान्त क्या है ? चित्र खींचकर समझाओ।

3. Describe briefly with suiltable illustrations the transference of heat from one place to another. What is the principle of a thermos flask ? Illustrate it with a suitable sketch.

४. निम्नलिखित शब्दों को समझाओ :—
(क) प्रच्छाया (ख) कैण्डिल पावर (ग) आवर्तन

4. Explain the following terms :—
(a) Umbra (b) Candle Power (C) Refraction.

५ तुमने जो भिन्न-भिन्न प्रकार के सेलों के विषय में पढ़ा है उनका विवरण करो। सूखी सेल कैसे बनाई जाती है ?

5. Describe different types of cells you have studied. How is a dry cell made ?

S. S. EXAMINATION 1955 A.

१. तुम्हें एक पदार्थ दिया हुआ है। यह किरासन का तेल या मिथिलेटेड स्पिरिट हो सकता है। इसका घनत्व तुम किस तरीके से निकालोगे ? क्या तुम किसी एक लिटर द्रव की मात्रा बता सकते हो यदि उसका घनत्व ज्ञात हो ? कैसे ?

1. You are given a substance. It may be kerosene oil or methylated spirit. How would you proceed to find its density ? Can you find the mass of one litre of a liquid if you know its density ? How ?

२. तुम्हें लकड़ी का एक आयताकार टुकड़ा दिया हुआ है। तुम इसकी लम्बाई, आयतन और सतहों का क्षेत्रफल कैसे निकालोगे ?

2. You are given a rectangular block of wood. How would you proceed to find its length, volume and area of the faces ?

३. एक बिजली के टार्च के विभिन्न भागों और उसके कामों का वर्णन करो।

3. Describe the various parts of an electric torch and their functions.

४. एक साइकिल-पम्प का सिद्धान्त क्या है ? कुएँ से पानी निकालनेवाले पम्प से यह कैसे भिन्न है ?

4. What is the principle involved in a cycle pump ? How does it differ from the pump which pumps out water from a well ?

५. चुम्बक क्या हैं और कैसे बनाये जाते हैं ? उनके गुण और उपयोगों का वर्णन करो।

5. What are magnets and how are they obtained ? Describe their properties and uses.

S. S. EXAMINATION 1955 S.

१. तुम्हें किसी पदार्थ के कुछ दानों को तौलना है। इसके लिए तुम जो तराजू इस्तेमाल करोगे उसका वर्णन करो। इन तराजुओं के सिद्धान्त क्या हैं ?

1. You are required to weigh a few grains only of a substance. Describe the kinds of balance you can use for the purpose. What is the principle in such balances ?

२. एक थर्मसफ्लास्क का वर्णन करो और इसकी बनावट का सिद्धान्त बताओ। ऐसे फ्लास्क की उपयोगिता क्या है ?

2. Describe a Thermos Flask and the principle involved in its contruction. What is the utility of such a flask ?

३. चित्र खींचकर एक चुम्बकीय दिक्सूचक की बनावट का विवरण करो। इसके उपयोग बताओ।

3. Describe with a diagram, the construction of a magnetic compass. Write down its uses.

४. निम्नलिखित पदों की परिभाषा करो और जहाँ जरूरत समझो चित्र खींचकर बताओ : -(क) नाभि ख) वेगवृद्धि (ग) ताप का परिवाहन।

4. Define the following terms and give diagrams where necessary :—
(a) Focus (b) acceleration (c) convection of heat.

५. बिजली कैसे पैदा की जाती है ? वर्णन करो। इसे एक स्थान से दूसरे स्थान तक कैसे ले जाते हैं ?

5. Describe how electricity is produced. How is it conducted from one place to another ?

S. S. EXAMINATION 1956 A

१. चित्र खींचकर एक हाइड्रोमीटर का वर्णन करो। इसके जरिये किसी द्रव का विशिष्ट गुरुत्व कैसे निकालोगे ?

1. Describe a hydrometer with the help of a diagram. How would you find the specific gravity of a liquid with its help ?

२. डाक्टरों के थर्मामीटर का वर्णन करो। साधारण थर्मामीटर से इसमें क्या भिन्नता है और इसका व्यवहार कैसे होता है ?

2. Describe a Clinical Thermometer. How does it differ from an ordinary thermometer and how is it used ?

३ प्रकाश की किरणों के परावर्तन के क्या नियम हैं? चित्र खींचकर समझाओ कि किसी समतल दर्पण के सामने रखे किसी पदार्थ का प्रतिबिम्ब कैसे बनता है ?

3. What are the laws of reflection of light ? Explain with the help of a diagram how the image of an object placed before a plane mirror is formed ?

४. किसी दो पर टिप्पणी लिखो :—

(i) वोल्टाइक सेल (ii) चुम्बकीय दिक्सूचक (iii) थर्मस फ्लास्क।

4. Write notes on any two of the following :—
A Voltaic Cell (ii) A magnetic compass (iii) Thermos Flask.

५. निम्नलिखित के कारण बतलाओ :—

(क) कारखानों में चिमनी रहती है। (ख) कुछ मकानों में तड़ित-परिचालक लगे रहते हैं। (ग) जाड़े के दिनों में साधारण घड़ियाँ तेज चलती हैं।

5. Suggest reasons for the following :—
(a) Factories have Chimneys (b) Some buildings have lightning-conductors (c) Ordinary Clocks run faster in winter.

S. S. EXAMINATION 1956 S.

१. चित्र खींचकर एक साधारण बैरोमीटर की बनावट का वर्णन करो। हवा का दबाव निकालने के लिए इसे कैसे इस्तेमाल करते हैं।

1. Describe with the help of a diagram, the Construction of a simple barometer. How is it used to find the pressure of air ?

२. ठोस और द्रव पदार्थों पर ताप के प्रभाव का वर्णन करो।

2. Describe the effects of heat on solids & liquids.

३. यह तुम कैसे दिखाओगे कि प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में गमन करती हैं ? प्रच्छाया और उपच्छाया क्या हैं।

3. How would you show that light rays travel in straight lines ? What are 'Umbra' and 'Penumbra' ?

४. कृत्रिम चुम्बक बनाने के तरीकों को बताओ। चुम्बकीय याम्योत्तर क्या हैं ?

4. Describe the methods of making artificial magnets What is the magnetic meridian ?

५. किसी तीन पर टिप्पणी लिखो :—
(क) अचालक (ख) केन्द्रापसारी बल (ग) स्वर्ण-पत्र विद्युत् दर्शक (घ) द्विशाख (ङ) आर्द्रता।

5. Write short notes on any three of the following :—
(a) Insulators (b) Centrifugal force (c) Gold leaf Electroscope (d) Tuning fork (e) Humidity.

S. S. EXAMINATION 1957 A.

१. 'मात्रा', 'आयतन' और 'घनत्व' की परिभाषा करो। किसी अनियमिताकार पत्थर के टुकड़े का घनत्व तुम कैसे निकालोगे ?

1. Define 'mass', 'Volume' and 'density'- Describe how you would find out the density of an irregular piece of stone ?

२. ताप का संचारण किन तरीकों से होता है ? हर एक का उदाहरण दैनिक जीवन से दो।

2. By what process may heat transmission take place? Give an example in each case taken from the daily life.

३. एक साइकिल-पम्प की बनावट और क्रिया-सिद्धान्त को समझाओ।

3. Describe the construction and explain the working of a cycle-pump.

४. बिजली की टार्च बत्ती का स्वच्छ चित्र खींचो। हरएक भाग का नाम बताओ और उनकी क्रिया समझाओ।

4. Give a neat diagram of an electric-torch. Name the different parts and mention their functions.

५. निम्नलिखित किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखो :—

(क) कैंडिल पावर (ख) विशालन शीशा (ग) प्रकाश का आवर्तन।

5. Write short notes on two of the following :—

(a) Candle-power (b) magnifying glass (c) refraction of light.

S. S. EXAMINATION 1957 S.

१. पदार्थ की कौन तीन अवस्थाएँ होती हैं? प्रयोग द्वारा दिखाओ कि एक वस्तु तीन अवस्थाओं में रह सकती है।

1. What are the three states of matter? Show by an experiment that a body can exist in the three states.

२ किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखो :—(क) प्रकाश का परावर्तन (ख) चुम्बकीय दिक्सूचक (ग) थर्मस-फ्लास्क।

2. Write notes on any two of the following :—(a) Reflection of light (b) Magnetic compass (c) Thermos flask.

३. ओस से तुम क्या समझते हो? हमारे देश में फरवरी महीने की अपेक्षा सितम्बर में अधिक ओस गिरती है, क्यों?

3. What do you mean by dew? In our country more dew falls in the month of September than in the month of February, why?

४. चुम्बक क्या है और कृत्रिम तरीके से इसे तुम कैसे बना सकते हो? इसके मुख्य उपयोगों का वर्णन करो।

4. What is a magnet ? How can you make it artificially ? Describe its important uses.

५. कारण बताओ—

(क) एक लोहे का टुकड़ा पानी में डूब जाता है, लेकिन लोहे की चादर का बना हुआ जहाज नहीं डूबता।

(ख) एक अंडा पानी में डूबता है, लेकिन नमक के समाहृत घोल में तैरता है।

ग स्वच्छ रातों की अपेक्षा बदलीवाली रात अधिक गर्म होती है।

5. Explain why :—

(a) A mass of iron sinks in water but a ship made of iron-sheets does not.

(b) An egg sinks in water but floats in a concentrated solution of salt.

(c) Cloudy nights are warmer than the clear ones.

S. S. EXAMINATION 1958 A.

१. वायुमंडल के दबाव को दर्शाने के लिये एक प्रयोग का वर्णन करो। इस दबाव को कैसे नापा जाता है ?

1. Describe an experiment to demonstrate the pressure exerted by atmosphere. How is this pressure measured ?

२. एक थर्मामीटर की बनावट का वर्णन करो।
खौलते हुए पानी का तापक्रम सेंटीग्रेड और फारेनहाइट पैमाने पर क्या होगा ?

2. Describe the construction of a thermometer.
What will be the temperature of boiling water on Centigrade and Fahrenheit scales ?

३ दो प्रयोगों का वर्णन करो जिनसे साबित होता है कि प्रकाश की किरणें सीधी रेखा में गमन करती हैं। इस सिद्धान्त पर ग्रहण लगने की घटना को समझाओ।

3. Describe *any two* experiments which prove that light travels in straight lines. Illustrate the occurrence of eclipses on this principle.

४. ध्वनि कैसे पैदा होती है ? एक प्रयोग का वर्णन करो जिससे साबित होता है कि ध्वनि के संचार के लिये एक माध्यम जरूरी है।

4. How is sound produced ? Describe an experiment to prove that a material medium is necessary for the propagation of sound.

५. निम्नलिखित के किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखो :—
(क) बिजली की बत्ती (ख) नाविकों का दिक्सूचक (ग) बाइसिकिल पम्प।

5. Write notes on any two of the following :—
(a) Electric lamp (b) Mariner's compass (c) Bicycle-pump.

S. S. EXAMINATION 1958 S

१. घनत्व और विशिष्ट गुरुत्व में अन्तर बताओ। किरासन तेल का विशिष्ट गुरुत्व निकालने के लिये एक तरीका का विवरण करो।

1. Distinguish between Density and Specific Gravity. Describe the method for determining the specific gravity of Kerosene Oil

२ ताप और तापक्रम में क्या अन्तर है ? वस्तुओं पर ताप के प्रभाव का वर्णन करो।

2. What is the distinction between heat and temperature ? Describe the effects of heat on bodies.

३. प्रकाश के आवर्तन के नियम क्या हैं ? एक साफ चित्र खींचकर दिखलाओ कि एक हौज की आभासी गहराई इसकी वास्तविक गहराई से कम क्यों मालूम पड़ती है ?

3. What are the laws of refraction of light ? Show with a neat sketch why the apparent height of water of a tank appears to be less than its real depth ?

४. एक सूखी सेल का वर्णन करो और इसके साधारण उपयोगों को बताओ।

4. Describe a Dry cell and state its simple uses.

५. निम्नलिखित किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखो :—
(क) चुम्बकत्व (ख) प्रतिध्वनि (ग) विशालन शीशा।

5. Write notes on any two of the following :—
(a) Magnetism (b) Echo (c) Magnifying *g*lass.

S. S. EXAMINATION 1959 A.

१. आर्किमिडीज का सिद्धान्त बताओ। इस सिद्धान्त से किसी ठोस वस्तु का विशिष्ट गुरुत्व तुम कैसे निकालोगे ?

1. State the Archimedes Principle and describe how you would determine the specific gravity of a solid with the help of this principle ?

२. पदार्थों पर ताप के प्रभाव का वर्णन करो। गर्म करने पर ठोस, द्रव और गैसों के फैलाव को साबित करने के लिये स्वच्छ चित्र खींचकर हर हालत में प्रयोग का वर्णन करो।

2. Describe the effects of heat on matter. Also describe with neat sketches one experiment for each to prove the expansion of solids, liquids and gases due to heat.

३. प्रकाश के परावर्तन के नियम बताओ। एक स्वच्छ चित्र खींचकर यह साबित करो कि एक समतल दर्पण के पीछे बने हुए प्रतिविम्ब की दूरी दर्पण से वस्तु की दूरी के बराबर होती है।

3. State the laws of reflection of light. Show with a neat sketch the distance of an image formed behind a plane mirror is equal to the distance of the object from the mirror.

४. एक साधारण सेल की बनावट का वर्णन करो। हमारे दैनिक जीवन में बिजली के कुछ उपयोगों को बताओ।

4. Describe the construction of a simple cell. Name some of the uses of electricity in our daily life.

५. किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखो :—
(क) डाक्टरों का थर्मामीटर (ख) सूची-छिद्र कैमरा (ग) विद्युत्-चुम्बक।

5. Write notes on *any two* of the following :—
(a) Clinical thermometer (b) Pinhole Camera (c) Electro-magnet.

S. S. EXAMINATION 1959 S.

१. न्यूटन के गति के नियमों को बतलाओ और उदाहरण के साथ एक की व्याख्या करो।

1. State Newton's Laws of motion and explain one of them with examples.

२. 'अधिकतम' और 'न्यूनतम' थर्मामीटर की बनावट का विवरण दो। जब तापक्रम ९८° F है तो सेन्टीग्रेड पैमाने पर तापक्रम क्या होगा ?

2. Describe the construction of Maximum and Minimum thermometer. Find out the corresponding temperature in Centigrade Scale when the temperature is 98° F.

३. ताल और इसकी नाभ्यन्तर दूरी से तुम क्या समझते हो ? एक उन्नतोदर ताल के जरिये सूर्य के प्रकाश से तुम कागज के एक टुकड़े को कैसे जला सकते हो ?

3. What do you mean by a lens and its focal length ? How can you burn a Piece of paper by sunlight with the help of a convex lens ?

४. घर्षण-विद्युत् से तुम क्या समझते हो। प्रयोग द्वारा दिखलाओ कि घर्षण से दो तरह की बिजली पैदा होती है।

4. What do you mean by Frictional Electricity ? Show by an experiment that two different kinds of electricity are produced by friction.

५. निम्नलिखित किन्हीं दो पर टिप्पणी लिखो :-
(क) लैक्टोमीटर (ख) ध्वनि का उत्पन्न होना (ग) पार्थिव चुम्बकत्व।

5. Write notes on *any two* of the following :—
(a) Lactometer (b) Production of sound (c) Terrestrial Magnetism.

भौतिक विज्ञान

(PHYSICS)

हिन्दी-अँगरेजी शब्दावली

(Glossary of Hindi-English Words)

अ

अघुलनशील–Insoluble.
अचल घिरनी–Fixed Pulley.
अचालक–Non-Conductor.
अचुम्बकीय–Non-magnetic.
अचुम्बकित करना–Demagnetise.
अदृश्य–Invisible.
अधिकतम्–Maximum.
अनन्त–Infinity.
अन्तर–Difference, Distinction.
अनाविष्ट–Uncharged.
अनियमित–Irregular.
अनुपात–Ratio.
अनुप्रस्थ–Transverse.
अनुप्रस्थ-परिच्छेद–Cross section.
अणु–Molecule.
अपकिरण–Dispersion.
अपवर्त्तक–Submultiple.
अपवर्त्य–Multiple.
अपसृत–Divergent.
अपार दर्शक–Transparent.
अभ्यास–Exercises.
अभियंता–Engineer.
अभिलम्ब–Normal.
अभिवर्द्धन–Magnification.
अर्ग–Erg.
अर्द्ध दर्पण–Half-mirror.
अलेक्ट्रान–Electron.
अवपात–Dip.
अवपात-कोण–Angle of Dip.
अवपात-वृत्त–Dip circle.
अवयव–Component.
अवरोध–Resistance.
अवलम्ब–Support.
अवलोकन-Reading.

अवास्तविक प्रतिबिम्ब–Virtual Image.
असर-Effect.
असमान–Unequal.
असदृश्य–Unlike.
अशुद्धि–Error.
अक्ष-Axis.

आ

आकार–Size.
आकर्षण–Attracion.
आखिरी–Final.
आघात–Stroke.
आधार–Base.
आनत–Inclined.
आनति–Dip.
आन्तरिक–Internal.
आन्तरिक परावर्तन–Internal Reflection.
आणविक–Molecular.
आपतन–Incidence.
आपतित किरण–Incident Ray.
आपेक्षिक–Relative.
आपेक्षिक गति–Relative velocity.
आपेक्षिक आर्द्रता–Relative humidity.
आम्पियर–Ampere.
आम्मीटर–Ammeter.
आभासी–Apparent.
आयन–Ion.
आयतन–Volume.
आयाम–Longitudinal.
आरम्भिक–Initial.
आर्द्रता–Humidity.
आर्द्रता-मापन–Hygrometry.
आरी–Saw.
आलम्ब–Fulcrum.
आवर्तन–Refraction.
आवर्तित किरण–Refracted Ray.
आवश्यक–Required.
आविष्ट–Charged.
आवेग–Momentum.

इ

इकाई–Unit.
इकाई ध्रुव–Unit pole.
इकाई आवेश–Unit charge.
इस्तिरी–Iron.
इस्तेमाल-Uses, Applications.

उ

उच्चतम–Highest, Maximum.
उछाल (उत्प्लावन)–Buoyancy.
उत्क्रम–Reciprocal.
उत्क्रम-वर्ग का नियम–Inverse square Law.
उत्तरी ध्रुव–North pole.
उत्तोलक–Lever.
उत्थापक पम्प–Lift pump
उदग्र–Vertical.
उदग्र तीव्रता–Vertical Intensity.

उद्गम–Source.
उदाहरण–Examples.
उदासीन बिन्दु–Neutral point.
उन्नतोदर–Convex.
उपकरण–Apparatus.
उपग्रह–Satellite.
उपच्छाया–Penumbra
उपपादन–Induction.
उपयोग–Applications, Uses.
ऊपरी–Upward.
उपस्नेह–Lubricant.
उबलना–Boil.
उबाल-बिन्दु–Boiling point.
उल्टा–Inverted.

ऊ

ऊर्ध्व–Vertical.
ऊर्ध्वतल–Vertical plane.

ए

एनीरायड–Aneroid.
एनोड–Anode.
ऐंठन–Torsion.
ऐंठन-तराजू–Torsion Balance.

ओ

ओम–Ohm.
ओम का नियम–Ohm's Law.
ओला–Hail.
ओस–Dew.
औसत–Average.

अं

अंक–Mark.
अंकन–Graduation.
अंकित–Graduated.

ऋ

ऋण, ऋणात्मक–Negative.

क

कमानी–Spring
कमानीदार तुला–Spring Balance.
कम्पन–Vibration.
कम्पनावृत्ति–Frequency.
कम्पन-काल–Time period.
कम्पास-सूई–Compass-needle.
कलई करना–Silvering.
कार्य–Work
कांच–Glass.
क्वथनांक–Boiling point.
क्रिया–Action.
क्रिया-विधि–Mechanism.
किरण–Ray.
किरणमाला–A beam of rays.
किरण-सूची–A pencil of rays.
किलोवाट–Kilowatt.
किलोवाट आवर–Kilowatt hour.
कीप–Funnel.
कीलक–Pivot.
कुण्डल, कुण्डली–Coil.
कुचालक–Bad conductor.
कुहासा–Fog.
कूंची–Brush.

कूलम्ब–Coulomb.
कृत्रिम–Artificial.
केन्द्र–Centre.
केन्द्रापसारी–Centrifugal.
केन्द्राभिसारी–Centripetal.
केशनली–Capillary tube.
कैमरा–Camera.
कैन्डिल-पावर–Condle Power.
कैलॉरी–Calorie.
कैलॉरीमीटर–Calorimeter.
कोण–Angle.
कौणिक–Angular.

ख

खगोलीय–Celestial.
खाँच–Groove.
खिचाव–Pull.
खिसकता हुआ–Sliding.
खुर्दबीन–Microscope.
खोखला–Hollow.
खम्भा–Pillar.

ग

गमन–Propagation.
गत्ता–Card board.
गणना करना–Calculate.
गलनांक–Melting point.
गति–Velocity.
गतिज शक्ति–Kinetic Energy.
गति वृद्धि–Acceleration.
गति-ह्रास–Retardation.
ग्रहण–Eclipse.
ग्राफ–Graph.
ग्राहक–Receiver.
ग्राहिता–Capacity.
ग्रीज का धब्बा–Grease spot.
गुटका घिरनी–Pulley block.
गुणांक–Coefficient.
गुप्त-ताप–Latent Heat.
गुब्बारा–Baloon.
गुरुत्व–Gravity.
गुरुत्वाकर्षण–Attraction due to gravity.
गुरुत्व-वेग-वृद्धि–Acceleration due to gravity.
गैस–Gas.
गोला–Sphere.
गोलाकार दर्पण–Spherical Mirror.
गोली–Shot.

घ

घन–Cube.
घनत्व–Density
घनीभूत–Condensation
घर्षण–Friction
घर्षण–गुणांक–Coefficient of friction
घर्षण–बल–Frictional Force
घर्षित (घिसा हुआ) काँच–Ground glass
घिरनी–Pulley
घुमाव–Turn

घुमावदार–Curved
घुंडी–Bulb
घुलनशील–Soluble
घूर्ण–Moment

च

चकती–Disc
चतुर्थांश–Quarter
चक्र और धुरी–Wheel and axle
चम्मच–Spoon
चरम कोण–Critical angle
चन्द्र-ग्रहण–Lunar Eclipse
चाप–Arc, pressure
चाँदी–Silver
चाल–Speed
चालक–Conductor
चालू घिरनी–Moving pulley
चित्र–Figure
चिह्न–Mark, Sign
चुम्बक–Magnet
चुम्बकत्व–Magnetism
चुम्बक बनाना–Magnetise
चुम्बकीय अक्ष–Magnetic Axis
चुम्बकीय उपपादन–Magnetic Induction
चुम्बकीय घूर्ण–Magnetic moment
चुम्बकीय तीव्रता–Magnetic Intensity
चुम्बकीय बल-रेखायें–Magnetic Lines of force
चुम्बकीय तत्व–Magnetic Elements
चुम्बकीय मध्याह्न या याम्योत्तर–Magnetic meridian
चुम्बकीय क्षेत्र–Magnetic field
चूल–Pivot
चूषक पम्प–Exhaust pump

छ

छड़–Bar, Rod
छड़-चुम्बक–Bar magnet
छल्ला–Rings
छाया–Shadow
छाया-शंकु–Shadow-cone
छिद्र–Hole
छोटा–Diminished
छोर–Ends, Terminals

ज

जमा करना–Deposit
जमना–Condensation
जल-वाष्प–Water-vapour
जल-वाष्प दबाव–Aqueous tension
जल-तुल्यांक–Water equivalent
जड़ता–Inertia
जल-प्रदाय–Water supply
जूल–Joule
जूल का नियम–Joule's Law
जोड़ना–Connect

झ

झिल्ली–Diaphragm, membrane

झुकाव–Inclination

ट

टार्च–Torch.

टॉरीसेली का रिक्त स्थान–Torricellis' vacuum.

टिप्पणी–Note.

टेक–Fulcrum.

ठ

ठीक–Just.

ठोस–Solid

ड

डायल–Dial.

डाक्टरी का थर्मामीटर–Clinical Thermometer.

डायनमो–Dynamo.

डायप्टर–Dioptre.

डुबौना–Sinker.

ढ

ढक्कन–Cover, cap.

ढाल–Slope.

ढाँचा–Frame.

त

तत्व–Element.

तनाव–Tension.

तरंग–Wave.

तरल–Liquid.

तरलमान–Hydrometer.

तराजू–Balance.

तल–Surface.

तल घनत्व–Surface density.

तह–Surface.

ताप–Heat.

तापक्रम–Temperature.

तापक्रम-मापक–Thermometer.

ताप का यांत्रिक तुल्यांक–Mechanical Equivalent of Heat.

तापमान–Calorimetry.

ताप-ग्राहिता–Thermal capacity.

ताप-चालकता–Thermal conductivity.

ताम्बा–Copper.

तार–Wire.

तारता–Pitch.

ताल (लेन्स)–Lens.

तालिका–Table.

तिरछा–Oblique.

तीव्रता–Intensity.

त्रिज्या–Radius.

त्रिपार्श्व–Prism.

तुला–Balance.

तुलना–Comparison.

तौलना–Weigh.

तौल–Weight.

थ

थर्मामीटर—Thermometer.

द

दमक–Luminosity, Illumination.

दमकने वाले पदार्थ–Luminous object.
दमक तीव्रता–Intensity of Illumination.
दक्षिणी ध्रुव–South pole.
दर्पण—Mirror.
दशा परिवर्त्तन–Change of state.
द्रव–Liquid.
द्रवीभूत (द्रवीकरण)–Condensation.
द्रवणांक–Melting Point.
दबाव–Pressure.
द्रव-स्थिति विज्ञान–Hydrostatics.
दाँतदार–Toothed.
दिक्-सूची–Compass-needle.
दिक्पात–Declination.
द्विशूल–Tuning Fork.
दीप्तिमापन–Photometry.
दूरबीन–Telescope.
दोलन–Oscillation.
दोलन-काल–Period of oscillation.
दोलन-विस्तार (दोलनांक)–Amplitude.
दृश्य–Visible.
दृष्टि–Vision.
दृष्टि दोष–Defects of Vision.

ध

धन, धनात्मक–Positive.
धन-ध्रुव–Positive Pole.
धातु–Metal.
धारा–Current.
धारा की ताकत–Strength of Current.
धातु-मिश्रण–Alloy.
धुरी–Axis.
ध्रुव–Pole.
ध्रुवी ताकत–Pole-strength.
ध्रुवीकरण–Polarisation.
ध्वनि–Sound.
ध्वनि-तरंग–Sound wave.

न

नतोदर दर्पण–Concave mirror.
नतोदर ताल–Concave lens.
नाप–Measurement.
नाभि–Focus.
नाभ्यन्तर–Focal length.
नाभि-तल–Focal plane.
नली–Tube.
नाल-चुम्बक–Horse shoe magnet.
नाविक-कम्पास–Mariner's compass.
निनाल–Siphon.
निद्रव–Aneroid.
निर्देशक–Pointer.
निम्नतम–Lowest.
नियम–Law.
नियमित–Regular.

नियतांक–Constant.
निश्चित–Fixed.
निष्कासन कपाट–Exit Valve.
निर्गत किरण–Emergent Ray.
न्यूनतम–Minimum.
न्यूनतम विचलन–Minimum Deviation.
नेत्रानुमान–Eye estimation.

प

पच्चड़–Wedge.
पठन–Reading.
पत्ती–Plate.
पर्दा–Screen.
परख–Test.
परत–Layer.
परम–Absolute.
परमाणु–Atom
परम आर्द्रता–Absolute Humidity.
परावर्त्तन–Reflection.
परावर्तित किरण–Reflected Ray.
परिधि–Circumference.
परिणामित–Resultant.
परिभाषा–Definition.
परिभ्रमण–Rotation.
परिवाहन–Convection.
परिच्छेद–Cross-section.
परिपथ–Circuit.
प्रकाश–Light.
प्रकाश-विज्ञान–Light.
प्रकृति=Nature.
प्रच्छाया–Umbra.
प्रतिक्रिया–Reaction.
प्रतिबिम्ब–Image.
प्रभाव–Effect.
प्रतिरोध–Resistance.
प्रयोग–Experiment.
प्रयोगशाला–Laboratory.
प्रयास–Effort.
प्रणाली–System.
प्रधान–Principal.
प्रवाह–Flow.
प्रसार–Expansion.
प्रत्यक्ष–Apparent.
प्राप्त ताप–Heat gained.
प्रामाणिक–Standard.
प्रामाणिक तापक्रम–Normal Temperature.
पारदर्शक–Transparent.
पारम्भिक–Elementary.
प्रायोगिक फल–Experimental Result.
पारा–Mercury.
पार्श्विक–Lateral.
पिथ की गोली–Pith ball.
पिंड–Body.
पीतल–Brass.
पीढ़ी–Wooded Bridge.
पूर्ण–Perfect, total.

प्रिज्म–Prism.
पेंच–Screw.
पैमाना–Scale.

फ

फल–Result.
फुट–Foot.
फैलना–Expansion.
फोटो–Photograph.

ब

बल–Force.
बल-रेखा–Lines of force.
बत्ती–Lamp.
बन्धकता–Valency.
बनावटी–Artificial.
बर्फ–Ice.
बाट–Weights
बाइसिकिल-पम्प–Bicycle Pump.
बिजली–Electricity.
बिजली की भट्ठी–Electric Furnace.
बिजली की इस्तिरी–Electric Iron.
बिन्दु–Point.
बिम्ब–Image.
बीकर–Beaker
बुन्सन सेल–Bunsen cell
बुरादा–Iron filings
बुलबुला–Bubble
बेलन–Cylinder
बैटरी–Battery
बैरोमीटर (भार मापक)–Barometer

भ

भट्ठी–Furnace
भाप–Vapour
भार–Weight
भुजा–Arm
भुजांक–Abscissae
भूल–Error
भेदाभास–Parallax
भौतिक तुला–Physical Balance
भौगोलिक मध्याह्न–Geographic meridian
भौतिक विज्ञान–Physics
भौतिक राशि–Physical Quantity

म

मज्जक–Pith
मध्यमान–Mean
मधुर ध्वनि–Musical sound
मशीन–Machine
मात्रा–Mass
माध्यम–Medium
माप–Measurement
मापक-फ्लास्क–Measuring Flask
मापक बेलक–Measuring Cylinder
मार–Stroke

मिलाना–Connect
मूल-अन्तर–Fundamental Interval
मूल-बिन्दु–Origin
मैनोमीटर–Manometer
मोटर–Motor

य

यंत्र–Instrument
यथार्थ–True, real
यांत्रिक–Mechanical
यू-नली–U Tube

र

रकाब–Stirrup
रगड़–Friction
रव–Crystal
रमफोर्ड का फोटोमीटर–Rumford's photometer
रासायनिक–Chemical
रूपान्तर–Transformation
रोपना–Deposit

ल

लघु–Shot, small
लचीला–Elastic
लटकन–Suspension
लम्ब–Perpendicular
लिफ्ट–Lift
लीवर–Lever
लुंठन घर्षण–Rolling Friction
लुढ़कना–Roll
लेकलांचो सेल–Leclanche Cell
लेखाचित्र–Graph
लेखापत्र–Graph paper
लेन्स–Lens

व

वक्र–Curved
वक्रता-केन्द्र–Centre of Curvature.
वक्र-त्रिज्या–Radius of Curvature.
वर्गीकरण–Classification
वर्तन–Refraction.
वर्तनांक–Refractive index.
वर्तित किरण–Refracted Ray.
वजन–Weight.
वलय–Ring.
वाता प्रवेश–Air tight
वॉट–Watt.
वॉट आवर–Watt Hour.
वायु-पम्प–Air-pump.
वायु मंडल–Atmosphere.
वायु भार-Atmospheric pressure.
वायु-स्तम्भ–Air-Column.
वायुभार-मापक–Barometer.
वाष्प–Vapour.
वाष्पीकरण–Vaporisation
वाहक–Carrier.
वाद्य-नल–Organ pipe.
विकर्षण–Repulsion.
विकिरण–Radiation.

विचलन–Deviation.
विकृत–Distorted.
विन्दु–Point.
विधि–Method, Process.
विद्युत्–Electricity.
विद्युतीय–Electrical.
विद्युत्-चुम्बक–Electro-magnet.
विद्युत्-परिपथ–Electrical Circuit.
विद्युतीय बल-रेखायें–Electric lines of force.
विद्युत्-धारा–Electric current.
विद्युतीय विभव–Electrical potential.
विद्युत्-प्रदाय–Electricity Supply.
विद्युत्-मुद्रण–Electro-plating.
विद्युत्-सामर्थ्य–Electrical Power.
विद्युत्-शक्ति–Electrical Energy.
विपरीत–Opposite.
विभव–Potential.
विभवान्तर–Potential Difference.
विरल–Rare.
विराम–Rest.
विराम-घड़ी–Stop-watch.
विशालन–Magnification.
विशाल–Magnified.
विशिष्ट ताप–Specific Heat
विशेषतायें–Requisites.
विषम–Odd.
विसर्जन–Discharge.
विस्तार–Range
विक्षेप–Deflection.
विसंवाहित–Insulated.
विज्ञान–Science.
विषुवत रेखा–Equator.
वृत्ताकार–Circular.
वृत्ताकार गति—Circular-motion.
वेग—Velocity.
वेगवृद्धि—Acceleration.
वेग ह्रास—Retardation.
वोल्टमीटर—Voltmeter
व्यवस्थित—Adjusted.
व्यावहारिक—Practical.
व्युत्क्रम—Reciprocal, Inverse
व्युत्क्रम वर्ग का नियम–Law of Inverse square.

श

शक्ति–Energy.
शन्ट–Shunt.
शंकु–Cone.
शाखा–Branch.
शीर्ष-बिन्दु–Vortex.
शून्य–Zero, vacuum.
श्रेणी-क्रम–Series.

शोषण–Absorption.

स

सघन–Dense.

सत्यापन करना–Verify

सदृश–Like.

समकालावर्ती–Isochronus.

समकोण–Right Angle.

समतल–Plane surface.

समतल दर्पण–Plane Mirror.

समतल उन्नतोदर–Plano-convex.

समरूप–Uniform.

समान–Like.

समानान्तर–Parallel.

समानान्तर-क्रम–In parallel.

समद्विबाहु त्रिभुज–Isosceles triangle.

समत्रिबाहु त्रिभुज–Equilateral triangle.

समानुपाती–Proportional.

समांग–Homogenous.

समीकरण–Equation.

सरल रेखात्मक गमन–Rectilinear Propagation.

सरकंडे की गोली–Pith ball.

सरल दोलक–Simple pendulum.

साधारण–Common.

साइफन–Siphon.

साधारण तुला–Common Balance.

सामर्थ्य–Power.

सायरन–Siren.

सावधानी–Precantions.

साहुल–Plumb line.

सिकुड़ना–Contract.

सिद्धान्त–Principle.

सीमा–Limit.

सीमित–Finite, Limiting.

सिरा–Terminals, Ends.

सीसा–Lead.

सीटी–Whistle.

सुग्राहक–Sensitive.

सुर–Note.

सुरीली ध्वनि–Musical Sound.

सूई-चुम्बक–Compassneedle.

सूचक–Pointer.

सूची-छिद्र कैमरा–Pin-hole Camera.

सूत्र–Formula.

सूर्य-ग्रहण–Solar Eclipse.

स्तम्भ–Pillar stand.

स्पिरिट तल–Spirit Level.

स्थानान्तर–Displacement.

स्थायी चुम्बक–Permanent magnet.

स्थानीय क्रिया–Local Action.

स्पर्श रेखा–Tangent.

स्थिरांक–Constant.

स्थिर-विद्युत्–Statical Electricity.

संकेत–Hint.
संकेतक–Pointer.
संगम–Focus.
संघनित–Condensed.
संचक–Condenser.
संचारन–Transmission.
संचालित–Transmitted.
संचायक सेल–Accumulator.
संतुलन–Balance.
संतृप्त–Saturated.
संमित विधि–Symmetrical Method.
संमित–Symmetrical.
सम्मिलित–Combined.
संपर्क–Contact.
संपीड़क–Condensing
सयोजन–Connection.
संवाहन–Convection.
सांध्वनिक–Harmonics.

ह

हल करना–Solve.
हाइड्रोजन–Hydrogen.
हॉर्स-पावर (अश्व शक्ति)–Horse power.
हिमांक–Freezing point.
हिम-मिश्रण–Freezing mixture
हिम–Ice.
क्षणिक–Momentary.
क्षितिज–Horizon.
क्षैतिज–Horizontal.
क्षैतिज तीव्रता–Horizontal Intensity

रसायन-विज्ञान

(CHEMISTRY)

पहला अध्याय

विषय-प्रवेश

आज के युग में कौन ऐसा व्यक्ति होगा जो विज्ञान के अनुसंधानो से परिचित नही होगा ? एटम बम, स्पुतनिक, राकेट, टेलीवीजन, पेनीसिलिन आदि तरह-तरह की अनोखी वस्तुएँ आज विज्ञान के द्वारा ही हमें प्राप्त हुई है। विज्ञान का अर्थ विशेष ज्ञान होता है। इसका कार्य प्रकृति के रहस्यो का उद्‌घाटन करना होता है। इससे हम नयी-नयी चीजें पाते है तथा सांसारिक वस्तुओ के बारे में अपने ज्ञान की वृद्धि करते है।

मानवता की उत्पत्ति के साथ ही विज्ञान की उत्पत्ति हुई। ज्यो ज्यो हम सभ्य तथा सुसंस्कृत होते गये, त्यो-त्यो विज्ञान भी आगे बढ़ता गया। आज विज्ञान का क्षेत्र बहुत ही विस्तृत हो गया है और इसके कई-एक विभाग तथा अंग बन चुके हैं। पदार्थविज्ञान, रसायनविज्ञान, जीवविज्ञान, वनस्पतिविज्ञान, कृषि विज्ञान, ज्योतिष विज्ञान, भूगर्भ विज्ञान आदि इसके प्रमुख अंग है।

रसायनविज्ञान विज्ञान की वह शाखा है जिसमें हम पदार्थों के गुण, रचना तथा उनमें होनेवाले परिवर्तनो का अध्ययन करते है। रसायन का सम्बन्ध विज्ञान के करीब सभी शाखाओ, जैसे—भौतिक, भूगर्भ, वनस्पति, प्राणी, कृषि, गणित आदि के साथ है। रसायन का ज्ञान हमारे देश मे लोगो को प्राचीन काल से ही है और बहुत-सी रासायनिक विधियाँ उस समय भी काफी प्रचलित थी। नागार्जुन, कणाद तथा चरक आदि विद्वानो के रसायन-सम्बन्धी कार्यो का पुस्तको में उल्लेख मिलता है। लेकिन रसायन का क्रमबद्ध अध्ययन पाश्चात्य देशो में ही हुआ। इसमे राबर्ट ब्यायल, कैमेन्डीस, लव्वाजिये, प्रीस्टले आदि रसायनज्ञो की बहुत ही महत्वपूर्ण देन रही।

आज रसायन विज्ञान की उन्नति इतनी हो गई है कि किसी रसायनज्ञ के लिए सभी प्रकार के रासायनिक अध्ययन न केवल कठिन हैं, बल्कि असम्भव भी हैं। अतः रसायनविज्ञान को भी कई शाखाओ में बाँट दिया गया है। इनमें मुख्य शाखाएँ निम्नलिखित है।

(१) अकार्बनिक रसायन अथवा अप्रागारिकी (Inorganic Chemistry)
(२) कार्बनिक रसायन या प्रागारिकी (Organic Chemistry)
(३) भौतिक रसायन (Physical Chemistry)

(४) विश्लेषणात्मक रसायन (Analytical Chemistry)

(५) जीवरसायन (Bio Chemistry)

(६) व्यावसायिक रसायन (Industrial Chemistry)

अकार्बनिक रसायन—यह धातु तथा अन्य तत्वों (कार्बन को छोड़कर) और उनके यौगिकों के अध्ययन का विषय है।

कार्बनिक रसायन—यह केवल कार्बन के यौगिकों के अध्ययन का विषय है।

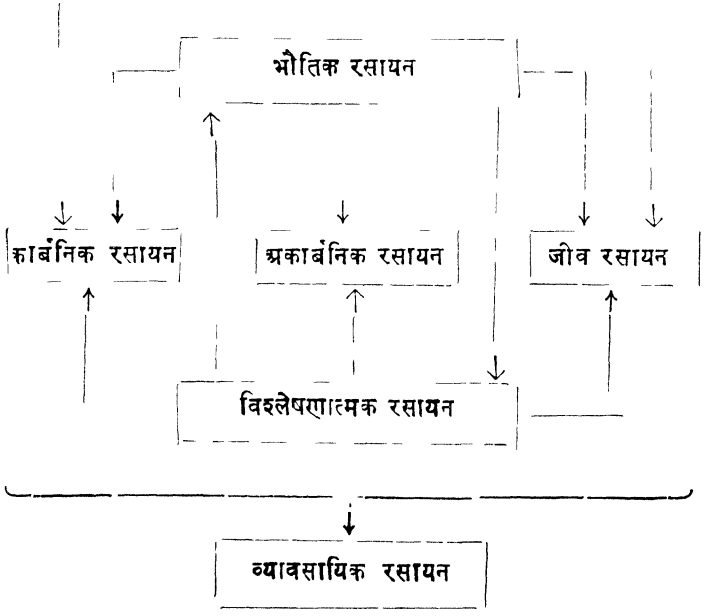
भौतिक रसायन—यह रसायनशास्त्र का सिद्धान्त बतलाता है तथा रासायनिक परिवर्त्तनों की व्याख्या करता है।

विश्लेषणात्मक रसायन—यह पदार्थों के विश्लेषण का नियम है।

जीव रसायन—जीव पदार्थों के रासायनिक अध्ययन का विषय है।

व्यावसायिक रसायन—यह व्यवसाय में रसायन के उपयोग से सम्बन्ध रखता है।

इन शाखाओं तथा इनमे परस्पर सम्बन्ध को निम्न तालिका की सहायता से आसानी से समझा जा सकता है।



रसायन का महत्व

आधुनिक जीवन में रसायन का महत्व इतना बढ़ गया है कि उसको वर्णन करने में एक बड़ी पुस्तक तैयार हो जायगी। रसायन शास्त्र ने हमारे दिन-प्रतिदिन के कार्यों में अपना विशेष स्थान बना लिया है। यहाँ तक कि जिस शक्ति की बदौलत हम अपने शरीर द्वारा कोई भी कार्य सम्पादित करते हैं, वह शक्ति स्वयं रासायनिक प्रतिक्रिया से ही हमारे शरीर में पैदा होती है।

एक समय था जबकि अलकतरा (कोलटार) हमारे लिए एक बड़ी समस्या थी। यह लोगों की समझ में नहीं आता था कि इस दुर्गन्धित तथा कुरूप वस्तु को कहाँ फेंका जाय? क्योंकि इसका कोई खास उपयोग नहीं मालूम था। लेकिन आज रसायन की मदद से उसी दुर्गन्धित तथा कुरूप अलकतरे से हम सुन्दर से सुन्दर रंग, सुगन्धित इत्र आदि प्राप्त करते हैं। आज जहाँ कहीं भी हम अपनी नजर दौड़ाते हैं और अपने उपयोग की वस्तुओं को देखते हैं, तो प्रत्येक में रसायन का महत्वपूर्ण स्थान पाते हैं। ईंट, सीमेन्ट, भवन-निर्माण की सामग्रियाँ, काँच, औषधियाँ कीटाणु-नाशक विषैले पदार्थ रसायन की ही देन हैं। रेशम, कपूर, नील जो केवल प्रकृति से ही मिल पाते हैं, आज रसायन की मदद से ये वस्तुएँ सस्ती दर पर प्रयोगशाला में बनायी जाती हैं। रसायन की प्रगति जारी है। अतएव हमारा मानव-समाज इसकी मदद से और भी सुखी होगा।



दूसरा अध्याय

वैज्ञानिक इकाई तथा उपकरण
(Scientific units and apparatus)

इकाइयाँ—किसी भी भौतिक राशि की माप मालूम करने के लिए उसी के समान कुछ विशेष और सुविधाजनक राशि को प्रमाण मान लिया जाता है तथा इसी पद से वह राशि व्यक्त की जाती है। यही रूढ़ि राशि जो माप का प्रमाण है, **इकाई** कहलाती है। किसी राशि के संख्यात्मक माप से हमें पता चलता है कि उस माप में **इकाई** कितनी बार शामिल है। जब हम कहते हैं कि कोई वस्तु पाँच फीट लम्बी है तो इससे पता चलता है कि एक लम्बाई विशेष 'फुट' को इकाई मान लिया गया है और उस वस्तु की लम्बाई फुट से पाच गुनी है।

माप में इकाइयों की दो प्रणालियाँ बहुधा काम में आती है।

१. **फ्रांसीसी या मेट्रिक**—सेण्टीमीटर-ग्राम-सेकेण्ड (Centimetre-Gramme-Second) **प्रणाली**।

२. **अंग्रेजी**—फुट-पौंड-सेकेण्ड (Foot-Pound-Second) प्रणाली।

मेट्रिक प्रणाली में लम्बाई, पिंडमान तथा समय की इकाइयाँ क्रमशः सेन्टीमीटर, ग्राम और सेकेण्ड हैं। उसे सी० जी० एस० (C. G. S.) प्रणाली कहते हैं। अंग्रेजी प्रणाली में लम्बाई, पिंडमान तथा समय की इकाइयाँ क्रमशः फुट, पौंड और सेकेण्ड है। उसे एफ० पी० एस० (F. P. S.) प्रणाली कहते है।

लम्बाई, पिंडमान और समय तीन ऐसी भौतिक राशियाँ है, जिनकी माप का एक दूसरे से कोई भी सम्बन्ध नही है। अतः लम्बाई, पिंडमान और समय की इकाइयों को **मौलिक इकाइयाँ** (Fundamental units) कहते हैं।

इन राशियों की इकाइयों से निकाली गईं अन्य भौतिक राशियों की इकाइयाँ व्युत्पन्न इकाइयाँ (Derived units) कहलाती हैं।

लम्बाई की इकाई :—फ्रांसीसी प्रणाली में लम्बाई की मौलिक इकाई सेन्टीमीटर, Centimetre (से० मी०, Cm.) है। यह एक मीटर का शतांश है। एक मीटर प्रांस की ऑफिस मे रखे हुए प्लैटिनम के डंडे की ४° सें० पर लम्बाई है।

अंग्रेजी प्रणाली में मौलिक इकाई फुट है। यह एक गज का एक तिहाई होता है। एक गज लन्दन ऑफिस में रखे हुए पीतल के एक डंडे पर दो चिह्न के बीच की दूरी है।

क्षेत्रफल की इकाई :—फ्रांसीसी प्रणाली में इसकी इकाई **वर्ग-सेन्टीमीटर** (Square Centimetre, Sq. cm.) है। अंग्रेजी प्रणाली के अनुसार यह **वर्ग फुट** (Square foot, Sq. ft.) है।

आयतन की इकाई :—मेट्रिक प्रणाली में आयतन की इकाई **घन सेन्टीमीटर** (Cubic Centimetre, cu. cm.) है। परन्तु द्रव का आयतन अधिकतर लीटर में लिखते हैं। एक लीटर प्रायः १००० घन सेन्टीमीटर के बराबर होता है।

अंग्रेजी प्रणाली के अनुसार यह **घनफुट** (Cubic Foot, cu. ft.) है।

पिंडमान की इकाई :—फ्रांसीसी प्रणाली में पिंड की इकाई **ग्राम** है। एक ग्राम पेरिस में ४° से० पर एक घन सेन्टीमीटर स्रावित जल के पिंडमान के बराबर है। परन्तु इस प्रकार के जल का पिंडमान ज्ञात करना सुगम नहीं, अतः पेरिस में रखे हुए प्लैटिनम के एक टुकड़े का पिंडमान एक ग्राम माना जाता है।

अंग्रेजी प्रणाली के अनुसार पिंड की इकाई **पौंड** है। यह अंग्रेजी ऑफिस में रखे हुए प्लैटिनम के एक टुकड़े का पिंडमान है।

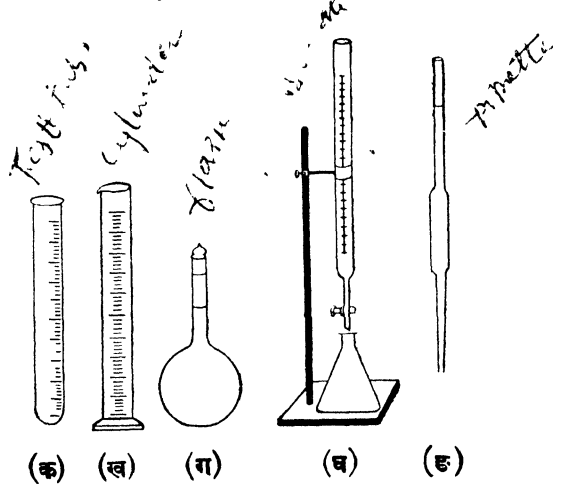
समय की इकाई :—दोनों ही प्रणालियों में समय की इकाई **सेकेंड** है। यह दिन का १/८६४०० भाग है।

परन्तु यह स्मरण रखना चाहिए कि प्रायः सभी वैज्ञानिक प्रयोगों में मेट्रिक प्रणाली के अनुसार ही माप होती है। रासायनिक विधियों में लम्बाई तथा समय की इकाइयों का उपयोग बहुत कम होता है। केवल आयतन तथा

पिंडमान मापने की आवश्यकता अधिकतर होती है। अतएव यहाँ आयतन तथा पिंडमान मापने की विधियाँ बताई जायँगी।

आयतन की माप :—साधारण कामों के लिए द्रवों के आयतन विभिन्न क्षमतावाले पात्रों के द्वारा मापे जाते हैं। परन्तु वैज्ञानिक कामों के लिए विशेषकर रासायनिक प्रयोगों में द्रवों के आयतन कुछ विशेष उपकरणों द्वारा मापे जाते हैं। वे उपकरण मापक-परख नली (Measuring test tube), मापक बेलन (Measuring Cylinder), मापक कुप्पी (Measuring flask), ब्यूरेट (Burette), पिपेट (Pipette) इत्यादि हैं। साधारण प्रयोगों में आयतन मापने के लिए मापक परखनली तथा मापक बेलन व्यवहार में लाये जाते हैं। आयतनात्मक विश्लेषण-सम्बन्धी प्रयोगों में ब्यूरेट, पिपेट तथा मापक कुप्पी का व्यवहार होता है।

मापक परख नली (Measuring test tube) :—यह साधारण परखनली जैसी अंशांकित नली (चि० १क) होती है, जो १० या २० बराबर



(क) (ख) (ग) (घ) (ङ)

चित्र १

भागों में अंकित रहती है। प्रत्येक चिह्न एक घन सेण्टीमीटर बतलाता है। अतः किसी प्रयोग के लिए इस अंशांकित नली के द्वारा इच्छानुसार द्रव का आयतन लिया जा सकता है।

मापम बेलन (Measuring cylinder) :—यह एक बेलनाकार (चित्र १ ख) काँच का उपकरण है, जो घन सेन्टीमीटर, घनफुट अथवा दोनों में अशांकित रहता है। यह विभिन्न समाई का होता है। साधारण कामों के लिए द्रव का आयतन मापने के लिए इसे काम में लाते हैं।

मापक कुप्पी (Measuring flask) :—यह एक चिपटे पेंदे की कुप्पी है, जिसकी गर्दन पतली और लम्बी होती है (चि० १ ग) और उस पर एक चिह्न यह दिखाने के लिए रहता है कि चिह्न तक भर देने पर उसमें द्रव का एक निर्दिष्ट आयतन रहता है। जैसे २५० घन सेंटीमीटर, ५०० घन सेंटीमीटर इत्यादि। अगर उसमें से द्रव को ढाला जाय, तो स्पष्ट है कि प्राप्त द्रव का आयतन उस निर्दिष्ट आयतन से कम होगा, क्योंकि कुछ द्रव वर्त्तन की दीवारों से लगा रह जायगा। इस मापक कुप्पी को प्रमाण घोल (Standard solution) बनाने के काम में लाते हैं। इस कुप्पी को सर्वदा स्रावित जल से धोना चाहिए। इसे कभी भी गर्म हवा में सुखाना अथवा हिम-मिश्रण में ठंढा नहीं करना चाहिए।

ब्यूरेट (Burette) :—यह लगभग ६५-७० सेंटीमीटर लम्बी अंकित नली (चि० १ घ) होती है, जिसका एक सिरा संकीर्ण होता है। संकीर्ण सिरे में शीशे की टेपी (Stop cock) होती है या रबर नली के द्वारा एक टोंटी (Jet) लगी रहती है। रबर नली को बन्द करने या खोलने के लिए एक क्लिप (Clip) लगा रहता है। ब्यूरेट पर ० से ५० घन सेंटीमीटर ऊपर से नीचे की ओर अंकित रहता है। ० ऊपरी सिरे से प्रायः ८-१० सेंटीमीटर की दूरी पर रहता है। ५० घन सें० मी० वाले अंक के नीचे भी प्रायः ८-१० सें० मी० लम्बी जगह रहती है। प्रत्येक दो अंकों के बीच १० चिह्न रहते हैं, जिनसे द्रव का आयतन प्रथम दशमलव स्थान तक ज्ञात हो सके। ब्यूरेट को व्यवहार में लाने के पहले उसे कास्टिक सोडा, नाइट्रिक अम्ल तथा स्रावित जल से क्रम से धो लें। तत्पश्चात् ब्यूरेट में व्यवहार में लाये जानेवाले द्रव से पखार (Rinse) लें। ब्यूरेट पठन के समय निम्न बातों पर ध्यान देना चाहिए।

१. द्रव की सतह, ब्यूरेट पर का चिह्न तथा आंख समतल में हों :—

२. ब्यूरेट लम्ब रूप में रहे।

३. प्रारम्भिक अंकन तथा अन्तिम अंकन का अन्तर ब्यूरेट से लिए गये द्रव का आयतन होता है।

पिपेट (Pipette) :—यह शीशे का बना उपकरण होता है, जिसके दोनों सिरों की ओर पतली नलियाँ रहती है तथा बीच में एक बल्ब (bulb) रहता है (चि० १ ङ)। एक ओर की पतली नली में टोंटी रहती है तथा दूसरी ओर पतली नली के ऊपर एक चिह्न बना रहता है। बल्ब की बाहरी सतह पर 5c.c., 10cc, 25cc, 50cc. आदि लिखे रहते है। तात्पर्य यह है कि पिपेट में चिह्न तक द्रव भरकर किसी दूसरे पात्र में डालने पर उसके बल्ब पर अंकित संख्यावाले आयतन के बराबर द्रव निकलता है। अतः, इसके द्वारा एक बर्त्तन से दूसरे बर्त्तन में द्रव का निर्दिष्ट आयतन स्थानान्तरित कर सकते है।

पिपेट का प्रयोग करने के पहले इसे ब्यूरेट की तरह अच्छी तरह साफ कर लेते हैं तथा काम में लाये जानेवाले द्रव से पखार लेते है। द्रव खींचते समय पिपेट की टोंटी को द्रव की सतह के नीचे अच्छी तरह डुबाते है। पिपेट को एक हाथ से पकड़े रहते है तथा द्रव को मुँह से धीरे-धीरे तबतक खींचते है, जबतक द्रव की सतह चिह्न के कुछ ऊपर तक न चली आये। तत्पश्चात् द्रव का खींचना रोककर फुर्ती के साथ उस सिरे को उँगली से बन्द कर देते है और दबाव जरा-सा कम करके द्रव को गिराकर उसकी सतह चिह्न तक ले आते हैं। अब उस द्रव को आवश्यकतानुसार दूसरे बर्त्तन में ढालते हैं। पिपेट से द्रव के अन्तिम बून्द को निकालने के लिए टोंटी को बर्तन की दीवार या बर्त्तन में रखे द्रव की सतह से छुला देते है।

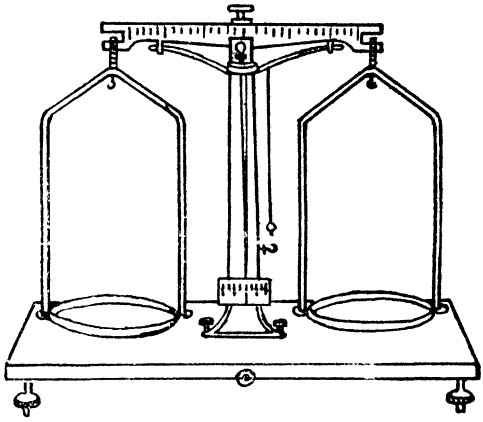
सावधानी :—समाहृत अम्ल, क्षार अथवा किसी जहरीली वस्तु के घोल को पिपेट से कभी भी न खींचें।

पिंडमान की माप :—हम जानते हैं कि किसी वस्तु का पिंड (Mass) उसमें के पदार्थ की सम्पूर्ण मात्रा है, जहाँ कि उसका भार (weight) उस बल (Force) के बराबर है, जिससे पृथ्वी का केन्द्र उस वस्तु को अपनी ओर खींचता है। भिन्न-भिन्न अक्षांशों पर एक ही वस्तु पर लगनेवाले पृथ्वी के आकर्षण बल भिन्न-भिन्न होते हैं। परन्तु किसी भी अक्षांश पर विभिन्न वस्तुओं के भार उनके पिंड के समानुपाती होते हैं। अतः, वस्तुओं के पिंडमान की माप तुलनात्मक ही हो सकती है। अतएव, उनके पिंडों की तुलना के लिए उनके भारों की तुलना पर्याप्त है। इस प्रकार की तुलना तौलने की क्रिया द्वारा की जाती है और इसके लिए जिस यंत्र का व्यवहार होता है उसे तुला (Balance) कहते हैं।

तुला (Balance)

साधारण काम के लिए मामूली तुला व्यवहार करते है। परन्तु वैज्ञानिक कामों के लिए अच्छी तुला का व्यवहार होता है। रासायनिक प्रयोगों में खास कर विश्लेषण कार्य के लिए वस्तुओं का भार ठीक-ठीक जानना अति आवश्यक है। अतः इसके लिए रासायनिक तुला (Chemical balance) का व्यवहार होता है।

रासायनिक तुला का वर्णन :—रासायनिक तुला (चित्र २) में धातु की एक अनम्य (Rigid) तथा चिह्नांकित डंडी (Beam) होती है जो क्षैतिज (Horizontal) रहती है और जिसका आश्रय (Point of suspension) तुला के भार केन्द्र (Center of gravity) से थोड़ा ऊपर रहता है। डंडी में गोमेद (Agate) पत्थर के तीन क्षुरधार (Knife edge) होते है। एक मध्य में और दो मध्य से समदूरी पर दोनो सिरों पर रहते है। घर्षण (Friction) को न्यूनतम करने के लिए मध्य का क्षुरधार गोमेद के बने हुए दो आयताकार टुकड़ों पर आधारित होता है; जो एक लम्ब छड़ के शिखर पर जड़े रहते है। वह छड़ एक खोखले स्तम्भ के भीतर रहता है और बाहर से एक लीवर (Lever) के द्वारा ऊपर नीचे किया जाता है। यह स्तम्भ एक क्षैतिज आधार में लम्ब रूप से जकड़ा रहता है।



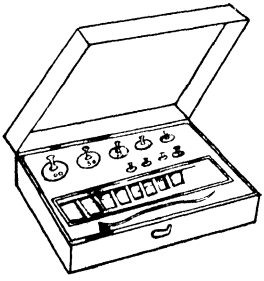
चित्र २

तुला के दोनों पलड़े डंडी से रिकाब (Stirrup) के सहारे लटकते रहते है। यहाँ भी घर्षण को न्यूनतम करने के लिए रिकाब के ऊपरी हिस्से में एक धारीदार गोमेद पत्थर जड़ा रहता है, जो क्षुरधार पर अवलम्बित रहता है।

डंडी के मध्य में एक सूचक (Pointer) लम्बरूप से लगा रहता है, जिसका दूसरा सिरा स्तम्भ की जड़ में लगी हुई चिह्नांकित पटरी (Scale) पर डंडी के साथ झूलता रहता है। जिस समय दोनों पलड़े संतुलित रहते हैं, सूचक की नोक पटरी पर बने हुए चिह्नों के ठीक मध्य से दोनों ओर बराबर दूरी तक जाती है। यदि दोनों पलड़ों के भार में कुछ अन्तर हो, तो उसे ठीक करने के लिए दोनों सिरों पर दो चक्र, जैसे पेच (Screw) रहते हैं, जिनको भीतर या बाहर की ओर चलाने से उस ओर के पलड़े का भार घटता या बढ़ता है।

धूल आदि से बचने के लिए तुला एक शीशे के बक्स में रखी रहती है, जो साधारणतः तीन ओर से खोला जा सकता है। यह देखने के लिए कि तुला का आधार या बक्से का पेंदा क्षैतिज है, कहीं-कहीं समतल निर्देशक (Spirit level), किन्तु अधिक तुला में साहुल या ओलन (Plumb line) लगे रहते हैं। साहुल का सूत्र स्तम्भ से लगे एक कुण्डल के मध्य होकर लटकता है या वह एक कांटी की नोंक के ठीक ऊपर लटकता रहता है। यदि आधार क्षैतिज नहीं हो, तो उसे आधार के नीचे के पेच द्वारा क्षैतिज किया जाता है।

बाट-बक्स (Weight-box)—रासायनिक तुला के साथ बाट-बक्स (चित्र ३) रहता है; जिसमें प्रमाण बाट रहते हैं। मुख्य बाट पीतल के बने रहते हैं, किन्तु **बाट खंड** (Fractional weights) अलमुनियम के बने रहते हैं। कीमती बाटों के ऊपर निकेल या सोने की कलई की होती है जिससे बाट जल्दी खराब न हो जाय। ये एक बक्स में रखे रहते हैं। बाट खंड बक्स के एक भाग में मोटे शीशे से ढके रहते हैं।



चित्र ३

ये बाट इस क्रम से बक्स में सजे रहते हैं—५० ग्राम, २० ग्राम, २० ग्राम, १० ग्राम, ५ ग्राम, २ ग्राम, २ ग्राम, १ ग्राम, ५०० मिलीग्राम, २०० मिलीग्राम, २०० मिलीग्राम १०० मिलीग्राम, ५० मिलीग्राम, २० मिलीग्राम २० मिलीग्राम और १० मिलीग्राम तथा एक १ मिलीग्राम वाला **आरोहक** (Rider)।

बाटों की सहायता से हम किसी वस्तु का भार १० मिलीग्राम तक माप सकते है किन्तु आरोहक की सहायता से ०·२ मिलीग्राम तक भी भार ज्ञात कर सकते हैं। इस प्रकार आरोहक की सहायता से किसी वस्तु का सहस्रांश ग्राम तक शुद्धतम भार ज्ञात हो सकता है।

आरोहक का व्यवहार—आरोहक का व्यवहार तुला की मुख्य डंडी के ऊपर लगी एक सहायक चिह्नांकित डंडी पर रखकर किया जाता है। इस सहायक डंडी के मध्य में ० (शून्य) चिह्न रहता है तथा यह मुख्य डंडी के भी मध्य में रहता है। शून्य चिह्न की दोनों ओर दस-दस चिह्न (१, २, ३, ४·····आदि) सम दूरी पर बने रहते हैं।

आरोहक का भार प्रायः १० मिलीग्राम होता है। इसको शून्य चिह्न पर रखने से डंडी पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता क्योंकि इसका भार भार-केन्द्र से होकर गुजरता है। आरोहक को जब दसवें चिह्न पर रखते हैं, तो इसका भार १० मिलीग्राम होता है। इससे यह स्पष्ट है कि आरोहक को क्रमशः पहले, दूसरे, तीसरे·····आदि चिह्न पर रखने से उसका भार $\frac{१}{१०} \times १०$ मिलीग्राम, अर्थात् १ मिलीग्राम, $\frac{२}{१०} \times १०$ मिलोग्राम अर्थात् २ मिलीग्राम, $\frac{३}{१०} \times १०$ मिलीग्राम अर्थात् ३ मिलीग्राम इत्यादि होगा। इनके अतिरिक्त १ और २, २ और ३, ३ और ४···४ आदि चिह्नों के बीच भी पाँच छोटे-छोटे चिह्न बराबर दूरी पर बने रहते हैं। अतएव उनमें से प्रत्येक चिह्न का मान ०·२ मिलीग्राम होगा, अर्थात् आरोहक उन्हीं छोटे चिह्नों पर रखने से वस्तु का भार सहस्रांश ग्राम तक ज्ञात होगा। इस प्रकार आरोहक को सहायक डंडी पर चलाकर ०·२ मिलीग्राम तक वस्तु का शुद्धतम भार ज्ञात किया जा सकता है।

रासायनिक तुला को व्यवहार में लाने के नियम

(१) व्यवहार में लाने के पहले तुला के प्रत्येक अंग को सदा साफ कर लेना चाहिए। तुला के पलड़े आदि को बाल के झाड़न (Camel hair brush) से साफ करना चाहिए।

(२) तुला के आधार को क्षैतिज (Horizontal) कर लेना चाहिए।

(३) लीवर (Lever or milled head) के द्वारा डंडी को उठाना चाहिए जिससे पलड़े स्वतन्त्रतापूर्वक झूल सकें।

(४) तुला के पलड़े संतुलित रहने पर सूचक चिह्नांकित पटरी के मध्य से बराबर दोनों ओर जायगा। ऐसा नहीं रहे तो डंडी के सिरे के पेंच द्वारा उसे ठीक कर लेना चाहिये।

(५) तौलने के पहले डंडी को पुनः लीवर (Lever) द्वारा स्थिर कर लेना चाहिए और तब जिस वस्तु को तौलना हो उसे बायें पलड़े पर और बाट को दाहिने पलड़े पर रखना चाहिए।

(६) जिस किसी भी बाट को पलड़े पर नहीं रखना चाहिए। अनुमान से उस बाट को सबसे पहले रखना चाहिए, जो अन्दाजन वस्तु की तौल से थोड़ा अधिक जान पड़े। और तब धीरे-धीरे क्रम से छोटे बाट या बाट खंड व्यवहार में लाना चाहिए। यह क्रम तब तक जारी रहना चाहिए, जबतक डंडी के उठाने से सूचक पटरी के मध्य दोनों ओर सम भाग तक न झूले।

संतुलित हो जाने पर भार को सावधानीपूर्वक पुस्तिका (Note-book) में लिख लेना चाहिए। जिस समय सूचक स्थिर हो, उस समय का भार कभी नहीं लिखना चाहिए।

(७) किसी भी वस्तु को उपयुक्त पात्र में रख कर पलड़े पर रखना चाहिए, जैसे—घड़ी के शीशे, भार बोतल इत्यादि। ऐसा करने से पलड़े गन्दे नहीं होंगे तथा वस्तु का भार भी शुद्ध होगा।

(८) किसी भी गर्म पदार्थ को पलड़े पर नहीं रखना चाहिए। उसे ठंढा कर लेना चाहिए, क्योंकि गर्म अवस्था में वस्तुओं की तौल प्रत्यक्षतः अशुद्ध होती है।

(९) डंडी को हमेशा धीरे-धीरे उठाना और गिराना चाहिए। क्योंकि डंडी को झोंके के साथ उठाने या गिराने से स्तम्भ में लगी हुई, गोमेद पत्थर की असिकोर भोथी हो जायगी और तुला का संतुलन अशुद्ध हो जायगा।

(१०) जब कभी कोई वस्तु पलड़े पर रखनी या उसपर से उतारनी हो, तो डंडी को लीवर के द्वारा स्थिर कर लेना चाहिए।

(११) डंडी को स्थिर करने के लिए बराबर लीवर का प्रयोग करना चाहिए। जब सूचक अंकित पटरी के मध्य की ओर जाता हो, तो डंडी को धीरे से स्थिर करना चाहिए।

(१२) डंडी को उठाने पर यदि सूचक नाममात्र को झूले तो एक पलड़े पर तलहथों के द्वारा हवा का हल्का झोंका देना चाहिये।

(१३) सूचक के देखने में किसी प्रकार की भूल न हो, इसके लिए सूचक को सामने से देखना चाहिए।

(१४) बाट को इधर-उधर नहीं रखना चाहिए। उन्हें या तो पलड़े पर या बाटबक्स में रखना चाहिए।

(१५) संतुलन के पश्चात् तौल को पुस्तिका में लिख लेना चाहिए और बाट को बक्स में उचित स्थान पर रखते समय पुनः लिखे अंक से मिला लेना चाहिए, जिससे अशुद्धि की संभावना न रहे। तौल को अंकित करने के पश्चात् बाट को बक्स में रख देना चाहिए।

(१६) शिक्षक की आज्ञा के बिना १०० ग्राम से अधिक भारी वस्तु को रासायनिक तुला पर नहीं तौलना चाहिये।

(१७) तौलना समाप्त होते ही तुला-बक्स को बन्द कर देना चाहिए, जिससे उसमे धूल इत्यादि जमा नहीं हो।

तुला को व्यवहार में लाने के समय उपरोक्त नियमों के अतिरिक्त अन्य बातों पर भी ध्यान देना आवश्यक है।

(१) बाट या बाट-खंडों को टेबुल, कापी, अथवा किसी अन्य स्थान पर नहीं रखना चाहिए, क्योंकि अन्य स्थान पर रखने से उनमें धूल के कण सट जाने से तौल अशुद्ध हो जाता है। कभी-कभी छोटे-छोटे बाट-खण्ड के खो जाने का भी डर रहता है।

(२) बाटों को हाथ से न छूना चाहिए नहीं तो उनके भार बढ़ जायंगे और तौल अशुद्ध हो जायगा। अतएव उन्हें एक चिमटे (Forceps) से, जो प्रत्येक बाटबक्स के साथ रहता है, पकड़ कर निकालना या रखना चाहिए।

(३) पलड़े पर बाट क्रम में रखा जाना चाहिए जिसमें बाटों को अंकित करने में सुविधा हो।

(४) आरोहक का प्रयोग करते समय इस बात का ध्यान अवश्य रहे कि आरोहक डंडी पर रखा जाय और आवश्यकतानुसार वह डंडी पर एक जगह से दूसरी जगह तुला-बक्स के साथ लगे हुए वाहक (Carrier) से हटाया जाय।

(५) आरोहक का प्रयोग करने के बाद उसे डंडी पर से हटा कर बाटबक्स में रख देना चाहिए।

(६) तौलने के समय तुलाबक्स के सामनेवाला पल्ला बन्द रखना चाहिए। क्योंकि सांस की हवा से भी पलड़े हिलने लग जायेंगे।

(७) तुला बक्स की बांयी ओर वाले पल्ले को तौली जानेवाली वस्तु के रखने या हटाने के समय ही खोलना चाहिए।

(८) तुला बक्स की दाहिनी ओर के पल्ले को खोल कर बाटों को दाहिने पलड़े पर रखना या हटाना चाहिए।

स्मरणार्थ

इकाई :—किसी वस्तु की माप अथवा तौल ज्ञात करने के लिए व्यवहार में लाई गई सुविधाजनक रूढ़राशि को इकाई कहते हैं।

इकाईयों की प्रणालियाँ :—इकाइयों की दो प्रणालियाँ हैं।

(१) मेट्रिक प्रणाली (सेन्टीमीटर ग्राम सेकेण्ड, Centimetre gramme, Second)।

(२) अंग्रेजी प्रणाली (फुट, पौंड, सेकेण्ड, Foot, Pound, Second)।

लम्बाई की इकाई :—मेट्रिक प्रणाली में लम्बाई की इकाई **सेन्टीमीटर** तथा अंग्रेजी प्रणाली में एक **फुट** है।

क्षेत्रफल की इकाई :—मेट्रिक प्रणाली में क्षेत्रफल की इकाई **वर्ग सेन्टीमीटर** तथा अंग्रेजी प्रणाली में **वर्गफुट** है।

आयतन की इकाई :—मेट्रिक प्रणाली में आयतन की इकाई घन सेन्टीमीटर तथा अंग्रेजी प्रणाली में घनफुट है। मेट्रिक प्रणाली में द्रव का आयतन नापने के लिए दूसरी इकाई प्रयुक्त होती है, जिसे **लीटर** (Litre) कहते हैं। एक लीटर १००० घन सेन्टीमीटर के बराबर होता है।

पिंडमान की इकाई :—मेट्रिक प्रणाली में पिंडमान की इकाई **ग्राम** है तथा अंग्रेजी प्रणाली में एक **पौंड** है।

समय की इकाई :—दोनों प्रणालियों में समय की इकाई एक सेकेण्ड है, जो एक दिन का $\frac{१}{८६४००}$ भाग है।

परन्तु यह स्मरण रहना चाहिए कि प्रायः सभी वैज्ञानिक प्रयोगों में मेट्रिक प्रणाली का व्यवहार होता है। आजकल भारत वर्ष में सभी कामों के लिए मेट्रिक प्रणाली का ही व्यवहार होने लगा है।

आयतन मापक उपकरण :—आयतन माप के लिए साधारणतः निम्नलिखित उपकरण काम में लाये जाते हैं :—

(१) मापक परख नली। (२) मापक बेलन। (३) मापक कुप्पी (४) ब्यूरेट तथा (५) पिपेट।

तुला।—पिंडमान मापने के लिए जो यंत्र काम में लाया जाता है, उसे तुला कहते हैं।

अभ्यास

१. **वैज्ञानिक इकाई से आप क्या समझते हैं ?**

1. What do you understand by 'Scientific unit' ?

२. **वैज्ञानिक इकाइयों की कितनी प्रणालियाँ हैं ?**

2. What are the different systems of Scientific units ?

३. **मेट्रिक प्रणाली में लम्बाई, क्षेत्रफल तथा आयतन की इकाइयों को समझाएँ।**

3. Explain the units of Length, Area and volume in the Metric system.

४. **अंग्रेजी प्रणाली की लम्बाई, क्षेत्रफल एवं आयतन की इकाइयों को समझाएँ तथा मेट्रिक प्रणाली में तत्सम्बन्धी इकाइयों के साथ इनका क्या सम्बन्ध है, बताएँ।**

4. Explain the units of length, area and volume in the British system and show their relationship with the corresponding units in the Metric system.

५. **दोनों प्रणालियों में पिंडमान की इकाइयाँ क्या हैं, समझाएँ।**

5. What are the units of mass in both the systems ? Explain.

६. **लीटर से क्या समझते हैं ? यह किस काम में आता है।**

6 What do you understand by 'litre' ? What for is it used ?

७. **आयतन मापने के लिए किन-किन उपकरणों का व्यवहार होता है ? चित्र के साथ उनका वर्णन करें।**

7. What apparatuses are commonly used for measuring volume ? Describe them with figures.

८. रासायनिक तुला से क्या समझते हैं ? चित्र देकर एक रासायनिक तुला का वर्णन करें ।

8. What do you understand by a 'Chemical Balance' ? Give, with figure, the description of a chemical balance.

९. बाट-बक्स क्या है ? बाट-बक्स में बाटों का क्रम क्या होता है ?

9, What is a weight box ? What is the arrangement of weights in the weight-box ?

१०. बाट-खंड क्या है ? इसका क्या प्रयोजन है ?

10. What is fractional weight ? What is its use ?

११. आरोहक क्या है ? यह किस काम में आता है ?

11. What is a rider ? What for is it used ?

१२. रासायनिक तुला के व्यवहार में लाने के कौन-कौन नियम हैं ।

12. What are the rules for using a chemical balance ?

तीसरा अध्याय

पदार्थ तथा इसकी विभिन्न अवस्थाएँ
(Matter and its different states)

पदार्थ क्या है ? :—दैनिक जीवन में हम अपने चारों ओर विभिन्न रूप, रंग तथा आकार की वस्तुएँ देखते हैं। जैसे—कुर्सी, टेबुल, बेंच, कलम, दावात, ईंट, छुरी, कैंची, बन्दूक इत्यादि। ये सभी भिन्न-भिन्न वस्तुएं हैं, परन्तु इनमें कुर्सी, टेबुल, बेंच, कलम एक ही पदार्थ लकड़ी से बनी हुई हैं। दावात और शीशी काँच तथा ईंट मिट्टी जैसे विभिन्न पदार्थों से बनी है तथा छुरी, कैंची, बन्दूक किसी अन्य पदार्थ लोहे से बनी है। अतः, **पदार्थ** अथवा **द्रव्य** (Matter) वह है, जिससे वस्तुएं बनती हैं।

यद्यपि सभी वस्तुएं पदार्थ से बनी होती हैं, फिर भी वे अपने विशिष्ट गुण एवं आकार से एक दूसरे से पहचानी जाती हैं। अतः, पदार्थ के विशेष भाग को वस्तु (Bodies) कहते हैं। प्रत्येक वस्तु में पदार्थ का जितना परिमाण (Quantity) होता है, वह वस्तु की मात्रा या पिंड (Mass) कहलाता है।

पदार्थ का निजी भार एवं आयतन होता है। यह किसी भी गति में अवरोध उपस्थित करता है तथा एक जगह से दूसरी जगह ले जाया जा सकता है। इन्हें हम किसी-न-किसी ज्ञानेन्द्रिय द्वारा अनुभव कर सकते हैं, तथा ये एक दूसरे के ऊपर दबाव डाल सकते हैं।

शक्ति :—पदार्थों के अतिरिक्त कुछ ऐसी चीजें हैं, जिनका केवल भौतिक अस्तित्व है एवं उनके प्रभाव को हम किसी न किसी ज्ञानेन्द्रिय द्वारा अनुभव

कर सकते हैं। परन्तु इनका निजी भार नहीं होता, तथा इनका कोई रूप या आकार नहीं होता। इन्हें **शक्ति** कहते हैं, जैसे—गैस, ताप, विद्युत चुम्बकत्व, ध्वनि आदि।

पदार्थ और शक्ति में अन्तर
(Difference between Matter and Energy)

पदार्थ	शक्ति
(१) इनका निजी आयतन होता है।	(१) इनका निजी आयतन नहीं होता।
(२) इनका निजी आकार होता है।	(२) इनका कोई आकार नहीं होता।
(३) पदार्थ अन्य वस्तुओं की गति मे अवरोध उत्पन्न करता है।	(३) शक्ति स्वयं अवरोध उत्पन्न नहीं करती।
(४) यह अन्य पदार्थों पर दवाब डालता है।	(४) शक्ति दबाव नहीं डालती।
(५) यह ज्ञानेन्द्रियों द्वारा अनुभव किया जा सकता है।	(५) इसे अथवा इसके प्रभाव को ज्ञानेन्द्रियों द्वारा अनुभव कर सकते हैं।

पदार्थों की बनावट :—वस्तुएँ एक ही या विभिन्न पदार्थों से बनी होती हैं। कुर्सी, टेबुल, बेंच, पलंग, आलमारी आदि सभी एक पदार्थ लकड़ी से बनी हैं। परन्तु, लकड़ी में विभिन्न मौलिक पदार्थ वर्तमान है। उसी प्रकार नमक सोडियम और क्लोरिन, कसीस लोहा, गंधक, ऑक्सीजन और हाइड्रोजन से तथा खड़िया कैलसियम, कार्बन और ऑक्सीजन से बने होते हैं। परन्तु, लोहे की छड़ में एक ही पदार्थ लोहा तथा ताम्बे के तार में एक ही पदार्थ ताम्बा है।

यदि शोरे (Nitre) के एक रवे (Crystal) को लें और टुकड़े-टुकड़े करते जायँ, तो एक समय आयेगा, जब शोरे का एक सूक्ष्म कण प्राप्त होगा जिसमें शोरे के सभी गुण वर्तमान रहेंगे तथा वह स्वतन्त्र रूप में रहेगा और अधिक खंडित करने पर काल्पनिक सूक्ष्मतर कण प्राप्त होंगे। इस प्रकार के सूक्ष्म-कण को, जो स्वतन्त्र रूप में पाया जाय, उसमें वस्तु के सभी गुण वर्तमान हों, और खंडित करने पर उससे सूक्ष्मतर कण प्राप्त हों **अणु** या **मौलिकण**

(Molecule) कहते है। एक ही वस्तु के सभी मौलिकण समान होते है तथा विभिन्न वस्तुओं के मौलिकण भिन्न-भिन्न प्रकार के होते है।

अतः, यह स्पष्ट है कि वस्तु अणुओं का समूह होती है। अब यदि शोरे के अणु को इस प्रकार टुकड़े-टुकड़े करें कि उसमें वर्तमान पोटाशियम (Potassium), नाइट्रोजन (Nitrogen) तथा ऑक्सीजन (Oxygen) के सूक्ष्मतम कण (Smallest particle) प्राप्त हो जाएँ जिन्हे किसी भी रासायनिक क्रिया से और अधिक न तोड़ सकें, तो ये सूक्ष्मतम कण **परमाणु** (Atom) कहलाते है। ये स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलते, परन्तु, सभी रासायनिक क्रियायों में भाग लेते हैं। ये अनश्वर, गतिमान तथा निश्चित भार के होते हैं।

हम ऊपर देख चुके है कि वस्तु अणुओ का समूह होती है तथा अणु एक ही वस्तु या विभिन्न वस्तुओं के परमाणुओ के संगठन (Combination) से बनी होती है। साधारणतः यह जान पड़ता है कि किसी वस्तु में अणु एक दूसरे से एकदम सटे हैं, परन्तु वास्तव में यह बात नही है, अर्थात् प्रत्येक दो अणुओं के बीच कुछ रिक्त स्थान रहता है जिसे अन्तराणविक स्थान (Intermolecular space) कहते हैं। अणुओ के बीच आकर्षण शक्ति होती है, जिसके कारण वे एक दूसरे को अपनी ओर खीचते है जिससे वस्तु संगठित रहती है। इस आकर्षण को अन्तराणविक बल (Intermolecular Force) कहते है। अतः किसी वस्तु में अणुओ का संघनन (Condensation) उनके अन्तराणविक स्थान तथा अन्तराणविक बल के ऊपर निर्भर करता है। जिस वस्तु में अन्तराणविक बल जितना ही अधिक एवं अन्तराणविक स्थान जितना ही कम होता है वह उतना ही संघनित होती है।

अतः हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते है कि ठोस वस्तुओं में अन्तराणविक बल अधिक रहता है तथा अन्तराणविक स्थान कम होता है, जिससे उनके अणु एक दूसरे से सटे रहते हैं। द्रव या तरल वस्तुओं में ठास की अपेक्षा तथा गैसों में तरल की अपेक्षा अन्तराणविक स्थान अधिक और अन्तराणविक बल कम होता है। यही कारण है कि द्रव और गैस आसानी से एक स्थान से दूसरे स्थान पर बहकर चले जाते है तथा उनका अपना निश्चित आकार नहीं होता।

पदार्थ की भिन्न-भिन्न अवस्थाएँ :—ऊपर बताया जा चुका है कि द्रव्य की तीन अवस्थाएँ होती हैं—**ठोस** (Solid), द्रव या तरल (Liquid) तथा वायव्य या गैस (gas)।

ठोस (Solid) :—यह वस्तु की वह अवस्था है, जिसमें उसका आयतन और आकार निश्चित होता है, जैसे—कुर्सी, टेबुल, दावात आदि। इन्हें हम घर में रखें या बाहर मैदान में, इनके आयतन या आकार मे कोई परिवर्त्तन नहीं होता।

द्रव (Liquid) :—यह वस्तु की वह अवस्था है, जिसमें उसका आयतन तो निश्चित रहता है, पर आकार नही। वह जिस पात्र में रखा जाता है, उसी का रूप धारण कर लेता है। जैसे —पानी, दूध, तेल, शराब आदि। इन वस्तुओं का कोई आकार नहीं है। अगर इन्हें एक गिलास में रखा जाय, तो गिलास का आकार ग्रहण कर लेंगी और यदि बोतल में रखा जाय, तो बोतल का आकार ग्रहण कर लेंगी।

तरल वस्तुओं का पृष्ठतल समतल होता है तथा ये एक वर्त्तन से दूसरे वर्त्तन में आसानी से ढाली जा सकती है।

गैस (gas) :—यह वस्तु की वह अवस्था है, जिसमें न वस्तु का आयतन निश्चित रहता है, न आकार। वह जिस बर्त्तन में रखी जाती है, उसी का आयतन और आकार ग्रहण कर लेती है, जैसे—हवा, जलवाष्प, आक्सीजन, नाइट्रोजन आदि। गैस का पृष्ठतल नही होता तथा जहाँ भी रखा जाता है, पूरे स्थान को भर देता है। इसका आयतन तापक्रम और दबाव मे परिवर्त्तन होने से घटता-बढ़ता है। यह भी द्रव की तरह एक बर्त्तन से दूसरे बर्त्तन में ढाला जा सकता है।

द्रव और गैस दोनों बहनेवाले (fluid) पदार्थ कहलाते हैं।

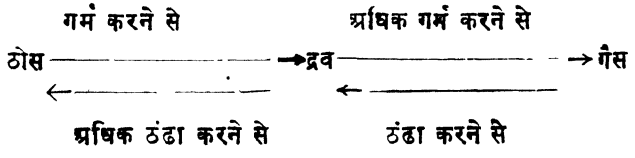
ठोस, द्रव और गैस में अन्तर

ठोस	द्रव	गैस
(१) इसका आयतन और आकार निश्चित होता है।	(१) इसका आयतन निश्चित होता है परन्तु आकार निश्चित नहीं होता। जिस पात्र में रखा जाता है, उसी का आकार धारण कर लेता है।	(१) इसका आयतन और आकार दोनों ही अनिश्चित होते हैं। जिस पात्र में रखा जाता है, उसी का आयतन और आकार धारण कर लेता है।
(२) यह बहनेवाला नहीं है।	(२) यह बहनेवाला है।	(२) यह बहनेवाला है।
(३) इसका तल निश्चित होता है।	(३) स्थिर अवस्था में इसका पृष्ठतल सदा समतल रहता है।	(३) इसका कोई तल नहीं होता।
(४) ताप परिवर्त्तन से इसके आयतन में बहुत कम परिवर्त्तन होता है।	(४) ताप परिवर्त्तन से इसके आयतन में ठोस की अपेक्षा अधिक परिवर्त्तन होता है।	(४) इसमें ताप-परिवर्त्तन से आयतन में ठोस और द्रव की अपेक्षा बहुत परिवर्त्तन होता है।

(५) इस पर दबाव का बहुत कम प्रभाव पड़ता है।	(५) इस पर दबाव का प्रभाव कम होता है।	(५) ठोस और द्रव की अपेक्षा गैस के आयतन में दबाव के कारण अधिक परिवर्त्तन होता है।
(६) इसके कणों के बीच अन्तराणविक स्थान कम एवं परस्पर आकर्षण अधिक होता है। अतएव इसके कण आसानी से पृथक् नहीं किये जा सकते हैं।	(६) ठोस की अपेक्षा द्रव के कणों में अन्तराणविक स्थान अधिक एवं परस्पर आकर्षण कम होता है। फलस्वरूप इसके कण आसानी से पृथक् किये जा सकते हैं।	(६) ठोस और द्रव की अपेक्षा गैस के कणों में अन्तराणविक स्थान अधिक एवं परस्पर आकर्षण बहुत कम होता है। फलस्वरूप इसके कण बड़ी आसानी से पृथक् किये जा सकते हैं।

एक ही पदार्थ की विभिन्न-अवस्थाएँ

साधारणत: पदार्थ प्रकृति में एक विशेष अवस्था में मिलते है। जैसे लकड़ी, पत्थर, ईंट, लोहा आदि ठोस अवस्था मे, पानी, तेल, शराब तरल अवस्था में तथा हवा, नाइट्रोजन आदि गैसीय अवस्था में मिलते है। बहुत-से पदार्थ ऐसे भी है जो तीनों अवस्थाओं में पाये जाते है, जैसे पानी प्रकृति मे तीनों अवस्थाओं में पाया जाता है। यह ठोस अवस्था में बर्फ के रूप में ऊँचे पहाड़ों के शिखरों पर, तरल अवस्था में जल के रूप में नदी, तालाब, कुएं, झील तथा समुद्र में एवं गैसीय अवस्था मे जलवाष्प के रूप मे वायुमंडल में मिलता है। बर्फ के टुकड़े को गर्म करने पर वह पिघल कर पानी (द्रव) बन जाता है और अधिक गर्म करने पर भाप में परिणत हो जाता है। उसी तरह भाप को ठंढा करने से वह पानी तथा पानी को अधिक ठंढा करने पर वह बर्फ के रूप में बदल जाता है। इससे यह स्पष्ट है कि एक ही वस्तु विभिन्न परिस्थितियों में तीनों अवस्थाओं में पायी जा सकती है। ये अवस्थाएं तापक्रम के परिवर्त्तन से एक दूसरे में परिवर्त्तित हो सकती है। जैसे—



कुछ ऐसे भी पदार्थ है, जो गर्म किये जाने पर बिना द्रव अवस्था में बदले ठोस से सीधे गैस और ठंढा किये जाने पर गैस से सीधे ठोस में बदल जाते हैं, जैसे—नौसादर, कपूर, आयोडिन आदि। कुछ ऐसी भी वस्तुएं हैं, जो सिर्फ ठोस रूप में ही पायी जा सकती हैं, जैसे—काष्ठ आदि।

पदार्थ के गुण :--पदार्थ के गुण दो प्रकार के होते है :—

(१) साधारण गुण (General properties), और
(२) विशिष्ट गुण (Specific properties)

साधारण गुण तो सभी पदार्थों में लगभग एक ही से होते हैं। परन्तु पदार्थों के विशिष्ट गुण भिन्न-भिन्न होते हैं, जिनके कारण हम उन्हें पहचान सकते हैं।

(क) पदार्थ के साधारण गुण ये हैं :—

(१) पदार्थ का अपना निजी आयतन होता है।

(२) पदार्थ का अपना निजी भार होता है।

(३) पदार्थ किसी भी गति में अवरोध उत्पन्न करता है।

(४) पदार्थ को एक स्थान से दूसरे स्थान मे स्थानान्तरित कर सकते हैं।

(५) पदार्थ ठोस द्रव एवं गैस किसी भी अवस्था में रह सकता है।

(ख) पदार्थ के विशिष्ट गुण दो प्रकार के होते है :—

(१) भौतिक गुण (Physical properties)

(२) रासायनिक गुण (Chemical properties)

(१) भौतिक गुण :—प्रत्येक पदार्थ का अपना विशेष रंग, गंध आदि होता है। जैसे पत्ता का रंग हरा होता है, अमोनिया की विशेष तीक्ष्ण गंध होती है, आदि।

किसी वस्तु के रंग, गंध, स्वाद, आकार, घनत्व, चुम्बकत्व तथा विद्युत-सम्बन्धी गुण उसके भौतिक गुणों में आते हैं।

(२) रासायनिक गुण :—कार्बन हवा में जल कर कार्बन डाइ-ऑक्साइड तथा गंधक हवा में जलकर सल्फर डाइऑक्साइड बनाता है। इस प्रकार अलग-अलग पदार्थ के अलग-अलग रासायनिक गुण होते हैं।

उपरोक्त बातो से यह स्पष्ट है कि साधारणत: पदार्थ निम्नलिखित गुणों से ही पहचाने जाते हे :—

(१) अवस्था (२) रंग, (३) रूप, (४) स्पर्श, (५) गंध, (६) स्वाद, (७) घनत्व, (८) घुलनशीलता, (९) लचीलापन, (१०) आघातवर्धनीयता (११) रन्ध्रता, (१२) ताप का प्रभाव तथा (१३) अम्ल, क्षार एवं अन्य रासायनिक प्रतिकारकों का प्रभाव आदि।

स्मरणार्थ

पदार्थ :—पदार्थ अथवा द्रव्य वह है, जिससे वस्तुएँ बनती हैं। पदार्थ में निम्न बातों का होना आवश्यक है।

(१) इसका निजी आयतन होता है।

(२) इसका निजी भार होता है।

(३) यह किसी भी गति में अवरोध उत्पन्न करता है।

(४) यह एक जगह से दूसरी जगह ले जाया जा सकता है।

(५) यह दबाव डालता है।

(६) इसे किसी-न-किसी ज्ञानेन्द्रिय द्वारा अनुभव करते हैं।

पिंड :—वस्तु में द्रव्य की मात्रा को उसका पिंड कहते हैं।

शक्ति।—शक्ति वह भौतिक चीज है, जिसका अनुभव तो हम करते है, परन्तु उसमें पदार्थ की तरह आयतन, भार एवं अन्य गुण नहीं होते, जैसे—ताप, विद्युत, प्रकाश इत्यादि।

पदार्थ और शक्ति में अन्तर :—(१) पदार्थ का निजी आयतन होता है, शक्ति का नहीं। (२) पदार्थ का निजी भार होता है, शक्ति का नहीं। (३) दोनों ही ज्ञानेन्द्रियों द्वारा अनुभव किये जा सकते हैं। (४) पदार्थ दबाव डालता है, शक्ति नहीं। (५) पदार्थ किसी गति में अवरोध उत्पन्न करता है, शक्ति नहीं।

पदार्थों की बनावट :—प्रत्येक पदार्थ मौलिक रूप से सूक्ष्म कणों से बना है। ये सूक्ष्मकण अणु (Molecule) कहलाते हैं। ये स्वतन्त्र रूप में मिलते हैं। इनमें पदार्थ के सभी गुण वर्तमान रहते हैं। ये काल्पनिक सूक्ष्मतर खंडों में बाँटे जा सकते हैं तथा एक ही पदार्थ के सभी अणु समान होते हैं।

ये सूक्ष्मतर खंड, जो काल्पनिक हैं और जिनसे अणु बने होते हैं, परमाणु (Atom) कहलाते हैं। ये स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलते हैं। परन्तु, ये अनश्वर है एवं स्थायी तीव्र गति से विचरते हैं। इनका भार स्थिर होता है तथा सभी रासायनिक क्रियाओं में भाग लेते हैं।

अन्तराणविक स्थान एवं अन्तराणविक बल :—पदार्थ सूक्ष्मकण अर्थात् अणुओं से बना है। इन अणुओं के बीच रिक्त स्थान होता है, जिसे अन्तराणविक स्थान (Intermolecular Space) कहते हैं। यह ठोस में कम, तरल पदार्थ में अधिक तथा गैसों में इससे भी अधिक होता है। इन अणुओं को संघटित रखने के लिए इनके बीच आकर्षण होता है, जिसे अन्तराणविक बल (Intermolecular Force) कहते हैं। यह ठोस में सबसे अधिक, तरल पदार्थ में उससे कम और गैस में सबसे कम होता है।

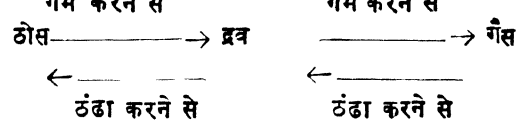
पदार्थ की भिन्न-भिन्न अवस्थाएँ :—पदार्थ की तीन अवस्थाएँ होती हैं—(१) ठोस, (२) द्रव या तरल एवं (३) वायव्य अथवा गैस।

ठोस :—ठोस के आकार और आयतन निश्चित रहते हैं। जैसे—कुर्सी, मेज, दावात आदि।

द्रव :—द्रव का आयतन तो निश्चित है, पर आकार निश्चित नहीं। इसे जिस पात्र में रखते हैं, उसी का आकार ग्रहण कर लेता है। इसका तल समतल होता है। जैसे—पानी, दूध, शराब आदि।

गैस :—इसका न आयतन निश्चित रहता है, न आकार। इसे जिस बर्तन मे रखते हैं, उसको पूरी तरह भर-कर उसी का आयतन एवं आकार ग्रहण कर लेता है। जैसे—हवा, नाइट्रोजन, ऑक्सीजन आदि।

एक ही द्रव्य की तीन अवस्थाएँ :—एक ही द्रव्य तीनों अवस्थाओं में पाया जा सकता है। ठोस किसी विशेष तापमान पर तरल तथा तरल पदार्थ किसी अन्य विशेष तापमान पर गैस में परिणत हो सकता है। इसके विपरीत क्रिया भी होती है। ताप के कारण तथा अन्तराणविक स्थान में परिवर्तन होने के कारण द्रव्य की अवस्था बदल जाती है। जैसे—बर्फ, पानी और जलवाष्प एक ही पदार्थ जल की तीन अवस्थाएँ हैं। गर्म करने से बर्फ जल मे तथा जल वाष्प में परिणत होते हैं। ठंढा करने से जलवाष्प जल में एवं जल बर्फ मे परिणत हो जाते हैं।



पदार्थ के गुण :—पदार्थ में दो तरह के गुण होते हैं—

(१) साधारण गुण।

(२) विशिष्ट गुण।

१. पदार्थ के साधारण गुण :—

(१) पदार्थ का निजी आयतन होता है।

(२) पदार्थ का निजी भार होता है।

(३) पदार्थ किसी भी गति मे अवरोध उत्पन्न करता है।

(४) पदार्थ को स्थानान्तरित कर सकते हैं।

(५) पदार्थ ठोस, द्रव या गैस किसी भी अवस्था में रह सकता है।

२. पदाथ के विशिष्ट गुण :— ये दो प्रकार के होते है।

(क) **भौतिक गुण** (Physical properties) :—प्रत्येक पदार्थ का अपना विशेष रंग, गंध आदि होता है। उसके अतिरिक्त वस्तु के स्वाद, आकार, घनत्व, चुम्बकत्व तथा विद्युत-सम्बन्धी गुण भी भौतिक गुण है।

(ख) **रासायनिक गुण** (Chemical properties) :—विभिन्न पदार्थों में भिन्न-भिन्न प्रकार की रासायनिक प्रतिक्रिया होने को रासायनिक गुण कहते हैं।

पदार्थ की पहचान :—साधारणत: पदार्थ निम्नलिखित गुणों से ही पहचाना जाता है।

(१) अवस्था, (२) रंग, (३) रूप, (४) गंध, (५) स्पर्श, (६) स्वाद, (७) घनत्व, (८) घुलनशीलता, (९) लचीलापन, (१०) आघातवर्धनीयता, (११) रन्ध्रता, (१२) ताप का प्रभाव तथा (१३) अम्ल, क्षार एवं अन्य रासायनिक प्रतिकारकों का प्रभाव।

अभ्यास

१. पदार्थ से क्या समझते हैं। उदाहरण देकर समझाएँ।

1. What do you understand by matter ? Explain with examples.

२. शक्ति क्या है ? शक्ति और पदार्थ में क्या अन्तर है ?

2. What is Energy ? What is difference between energy and matter ?

३. पदार्थ की भिन्न-भिन्न कौन-सी अवस्थाएँ हैं। उदाहरण के साथ समझाएँ।

3. What are the defferent states of matter ? Explain with examples.

४. ठोस, द्रव और गैस में क्या अन्तर है ? समझाएँ।

4. What is difference between solid, liquid and gas ? Explain.

५. उदाहरण देकर समझाएँ कि एक ही पदार्थ तीनों अवस्थाओं में पाया जा सकता है तथा ये अवस्थाएँ एक दूसरे में परिवर्त्तनशील हैं।

5. Explain with example that the same substance can exist in three different states and that they are interconvertible.

६. द्रव तथा गैस किन-किन बातों में मिलते-जुलते हैं ?

6. In what respects do the liquids and gases resemble each other ?

७. पदार्थ के साधारण एवं विशिष्ट गुण से क्या समझते हैं।

7. What do understand by the general and specific properties of matter ?

८. पदार्थ किन-किन विशिष्ट गुणों से पहचाना जा सकता है ?

8. By what specific properties is a matter identified ?

९. टिप्पणी लिखें—

पिंडमान, ठोस, अणु, परमाणु, अन्तराणविक स्थान एवं अन्तराणविक बल।

9. Write notes on—mass, solid, molecule, atom, intermolecular space and intermolecular force.

१०. पदार्थ पर ताप का साधारणतः क्या प्रभाव पड़ता है ?

10. How is matter ordinarily effected by heat ?

चौथा अध्याय

भौतिक तथा रासायनिक परिवर्त्तन
(Physical and chemical changes)

प्रकृति में तथा अपने दैनिक जीवन में भी हम पाते है कि वस्तुओं में भिन्न-भिन्न परिस्थितियों में विभिन्न प्रकार के परिवर्त्तन होते रहते है। जैसे दूध का खट्टा हो जाना, आर्द्र हवा में रखे रहने पर ताम्बे के एक चमकीले टुकड़े पर हरे रंग का धब्बा पड़ जाना, तथा नमी के कारण लोहे में जंग लगना आदि। इसके अतिरिक्त कुछ-कुछ ऐसे परिवर्त्तन भी होते हैं जो कुछ ही काल के लिए वस्तुओं में अस्थायी परिवर्त्तन ला देते हैं। जैसे विद्युत्-धारा के प्रभाव से बिजली के बल्ब का चमकना, चुम्बक के प्रभाव से लोहे की छड़ में चुम्बकीय गुण आ जाना, बर्फ का पिघल कर पानी बन जाना तथा पानी का वाष्प में परिणत होना।

पहले परिवर्त्तनों में परिवर्त्तन के कारण वस्तु के मौलिक गुण भी बदल जाते हैं, अतः ये परिवर्त्तन स्थायी हैं। किन्तु दूसरे प्रकार के परिवर्त्तनों में केवल वस्तु की अवस्था में परिवर्त्तन होता है। उनके मौलिक गुणों में कोई परिवर्त्तन नहीं होता।

अतः पदार्थों में दो प्रकार के परिवर्त्तन होते हैं :—

(१) भौतिक परिवर्त्तन (Physical changes)।

(२) रासायनिक परिवर्त्तन (Chemical changes)।

(१) **भौतिक परिवर्त्तन**—भौतिक परिवर्त्तन वह है, जिसमें किसी कारण से पदार्थ के कुछ गुण कुछ काल के लिए बदल जाते हैं, परन्तु उनकी बनावट और भार में कोई परिवर्त्तन नहीं होता तथा इसके फलस्वरूप कोई नयी वस्तु नहीं बनती।

ऐसे परिवर्त्तन ताप, प्रकाश, बिजली, चुम्बक आदि के कारण हुआ करते हैं। ये अस्थायी होते हैं।

भौतिक परिवर्त्तन के कुछ उदाहरण

प्रयोग (१)—प्लैटिनम के एक तार को बत्ती में गर्म करें। गर्म होने पर वह चमकेगा तथा प्रकाश देगा। बत्ती से हटाने पर ठंढा होने पर उसकी चमक जाती रहेगी। यहाँ प्लैटिनम में अस्थायी परिवर्त्तन होता है, क्योंकि उसके मौलिक गुण में कोई अन्तर नहीं आता।

प्रयोग (२)—बर्फ के एक टुकड़े को बीकर में लेकर टेबुल पर छोड़ दें। कुछ देर के बाद वह पिघलकर पानी हो जायगा। यह परिवर्त्तन अस्थायी है, क्योंकि पानी भी अधिक ठंढा करने पर बर्फ में बदल जायगा। अतः पानी और बर्फ के मौलिक गुण में कोई अन्तर नहीं है।



चित्र ४

प्रयोग (३)—एक लोहे की कील लें और उसे लोहे की रेतन से सटाएं। लौह-रेतन कील से आकर्षित नहीं होते। अब कील को एक चुम्बक से सटाकर लौह-रेतन के नजदीक लाएं। लौह-रेतन तेजी से कील में सट जाते हैं (चित्र ४)। फिर चुम्बक को कील पर से हटा दें। लौह-रेतन अपने आप नीचे गिर जायेंगें। अतः कील में चुम्बकीय गुण अस्थायी तौर पर आ गया था।

प्रयोग (४)—एक बीकर में कुछ पानी लें। उसमें कुछ शोरे के रवों को मिलाएं। वे विलीन हो जायेंगें। अब उस घोल को गर्म करें, जिसमें पानी भाप बनकर उड़ जाय। कुछ देर के बाद आप पायेंगे कि पानी भाप बनकर उड़ गया है और शोरे के रवे बच गये है। यहाँ भी घोल बनने से शोरे के रवों में कोई मौलिक परिवर्त्तन नही हुआ है। अतः घोल बनना भी एक भौतिक परिवर्तन है।

(२) **रासायनिक परिवर्त्तन** :—रासायनिक परिवर्त्तन वह है, जिसमें पदार्थ सदा के लिए बदल जाते है, और उससे नये पदार्थ बन जाते है, जिनके गुण और भार मूल पदार्थ के गुण और भार से भिन्न होते है। यह स्थायी परिवर्त्तन है। अतः रासायनिक परिवर्त्तन के फलस्वरूप मिली नयी वस्तु से मौलिक वस्तु का सरल विधियों द्वारा पुनः प्राप्त होना सम्भव नही। इस परिवर्त्तन में ताप परिवर्त्तन अवश्यकर होता है। इस परिवर्त्तन को रासायनिक क्रिया (Chemical reaction) भी कहते है। लोहे में जंग लगना, दूध का दही बनना तथा उसका खट्टा होना, पेड़-पौधों का उगना, बढ़ना और नष्ट होना, सीसा, टीन, जस्ता इत्यादि का गरम होने पर भस्म बनना, पत्तों या मांस

इत्यादि का सड़ना, शरीर के अन्दर भोजन से रक्त-मांस का बनना इत्यादि सभी रासायनिक परिवर्त्तन के उदाहरण हैं।

अतः यह स्पष्ट है कि प्रत्येक रासायनिक परिवर्त्तन में नई चीजें बनती हैं तथा ताप-प रवर्त्तन अवश्य होता है।

जिन रासायनिक क्रियाओं में ताप-क्षेपण (Evolution of heat) होता है, उन्हें **बाह्य-तापिक** प्रतिक्रिया (Exothermic reaction) कहते हैं एव प्रक्रिया मे बने हुए यौगिक को **बाह्य तापिक यौगिक** (Exothermic compound) कहते हैं। जैसे कोयले के ऑक्सीजन में जलने से ताप उत्पन्न होता है।

जिस प्रतिक्रिया में ताप लुप्त होता है अर्थात् वस्तुओं का तापक्रम गिर जाता है, वह **अन्तरतापिकप्रतिक्रिया** (Endothermic reaction) कहलाती है ; जैसे कार्बन डाई सल्फाइड का बनना। ऐसे यौगिक को **अन्तर-तापिक यौगिक** (Endothermic compoud) कहते हैं।

रासायनिक परिवर्त्तन के कुछ उदाहरण

प्रयोग (१) एक लोहे के चम्मच में थोड़ा गंधक लेकर गर्म करें। वह पहले पिघलेगा और बाद में जलने लगेगा। उसके जलने पर विशिष्ट गन्धवाली एक नई वस्तु अर्थात् सल्फर डाईआक्साइड बनेगी, जिसके गुण गन्धक के गुण से भिन्न हैं। अतः यह रासायनिक परिवर्त्तन है।

प्रयोग (२) मैगनेसियम के तार या फीते के एक टुकड़े को बत्ती में गर्म करें। गर्म होने पर वह तीव्र प्रकाश के साथ जलने लगेगा तथा उससे उजला धुंआ निकलेगा। मैगनेसियम का टुकड़ा श्वेत चूर्ण में परिणत हो जायेगा, जिसके गुण मैगनेसियम के गुण से भिन्न है तथा उससे मैगनेसियम पाना सरल नहीं। अतः यह रासायनिक परिवर्त्तन है।

प्रयोग (३) एक परखनली में थोड़ी चीनी लें और उसे गर्म करें। चीनी पहले पिघलने के जैसी जान पड़ेगी और लाल हो जायेगी। बाद में काली हो जायगी और कोयला बच जायगा। इस कोयले के गुण चीनी के गुण से भिन्न है तथा उससे चीनी बनाना आसान नहीं। अतः यह रासायनिक परिवर्त्तन है।

प्रयोग (४) एक घड़िया (Crucible) में थोड़ा लौह-चूर्ण और गंधक-चूर्ण ले लें और उसे बत्ती में गर्म करें। कुछ देर गर्म करने पर एक काला पदार्थ मिलेगा, जिसके गुण लोहा तथा गंधक के गुण से भिन्न हैं। अर्थात् एक नयी वस्तु बनी है, जिससे मूल वस्तुओं का पाना आसान नहीं। अतः यह एक रासायनिक परिवर्त्तन है।

इसी तरह रासायनिक परिवर्त्तन के अनेक उदाहरण दिये जा सकते हैं।

कुछ ऐसे उदाहरण जिनमें भौतिक और रासायनिक परिवर्त्तन साथ-साथ होते हैं :—

(क) **मोमबत्ती का जलना** :—मोमबत्ती के जलने की प्रक्रिया में भौतिक एवं रासायनिक परिवर्त्तन दोनों होते हैं।

(१) **मोम का पिघलना** :—कुछ अंश में मोम पिघल जाता है। किन्तु ठंढा होने पर पहले जैसा ठोस रूप में बदल जाता है। यह भौतिक परिवर्त्तन है।

(२) **मोम का जलना** :—मोम का जो अंश सदा के लिए लुप्त हो जाता है, वह कार्बन डाइ ऑक्साइड और जल में परिणत हो जाता है। यह रासायनिक परिवर्त्तन है।

(ख) **लोहा का गर्म होना** :—लोहे की छड़ को गर्म करने में दोनों तरह के परिवर्त्तन होते हैं।

(१) **लोहे का चमकना** :—गर्म करने पर लोहा अधिक तापक्रम पर चमकने लगता है, किन्तु ठंढा होने से वह चमक जाती रहती है। यह भौतिक परिवर्त्तन है।

(२) **लोहे का भस्म बनना** :—गर्म लोहे के साथ हवा के सम्पर्क में आने से लोहे का भस्म बन जाता है, जिसके गुण लोहे के गुण से भिन्न है। अतः यह रासायनिक परिवर्त्तन है।

भौतिक तथा रासायनिक परिवर्त्तन में अन्तर

भौतिक परिवर्त्तन	रासायनिक परिवर्त्तन
(१) इसमें वस्तु के कुछ गुण जैसे—अवस्था, रंग आदि बदल जाते हैं। परन्तु कोई नयी वस्तु नहीं बनती।	(१) इसमें वस्तु पूर्णतः बदल जाती है और नयी वस्तु बन जाती है, जिसके प्रायः सभी गुण मूल वस्तु के गुण से भिन्न होते हैं।
(२) परिवर्त्तित अवस्था में पदार्थ के अणु नहीं बदलते।	(२) पदार्थ के अणु बदल जाते हैं।
(३) परिवर्त्तन अस्थायी है।	(३) परिवर्त्तन स्थायी है।
(४) ताप-परिवर्त्तन होना अनिवार्य नहीं।	(४) ताप-परिवर्त्तन होना अनिवार्य है।
(५) विपरीत क्रिया द्वारा पदार्थ परिवर्त्तित अवस्था से प्रारंभिक अवस्था में सुविधा से प्राप्त किया जा सकता है।	(५) विपरीत क्रिया द्वारा फलित वस्तु से मूल वस्तु सुविधा से प्राप्त नहीं की जा सकती।

तत्व, यौगिक और मिश्रण

तुम देख चुके हो कि पदार्थ में भौतिक, रासायनिक अथवा दोनों परिवर्त्तन हो सकते हैं। रासायनिक परिवर्त्तन या रासायनिक क्रिया के फलस्वरूप पदार्थ या तो विच्छिन्न होकर भिन्न-भिन्न पदार्थ दे सकता है या किसी अन्य पदार्थ से सयोग कर तीसरे नये पदार्थ का निर्माण कर सकता है। बहुत-से ऐसे पदार्थ है, जो विभिन्न गुणवाले दो या दो से अधिक पदार्थों में विच्छिन्न नहीं होते, बल्कि दूसरे पदार्थ से संयोगकर केवल नयी वस्तुओं का निर्माण करते है, जैसे सोना, ताम्बा, लोहा, आक्सीजन, हाइड्रोजन। इन पदार्थों को खण्डित करने पर जितने भी खण्ड मिलेंगे, सभी के मौलिक गुण एक ही होंगे। ऐसे पदार्थ को **तत्व** (Element) कहते हैं। जो पदार्थ विच्छिन्न होकर विभिन्न गुणवाले नये पदार्थ देते है, उन्हें यौगिक (Compound) कहते हैं, जैसे—चीनी, हराकसीस, शोरा, पानी आदि। इन सभी पदार्थों में एक से अधिक मौलिक पदार्थ वर्त्तमान हैं। अतएव पदार्थ साधारणतः दो प्रकार के होते हैं।

(१) तत्व (Element)

(२) यौगिक (Compound)

(१) तत्व :—तत्व वह है, जिससे अभी तक किसी भी रासायनिक साधन से दो या दो से अधिक पदार्थ नहीं मिल सके हैं, अर्थात् जो एक ही प्रकार के द्रव्य से बना है।

उदाहरण :—लोहा, ताम्बा, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन आदि—

तत्व में एक और विशेषता है कि इसमे कभी भी विच्छेदन प्रक्रिया (Decomposition) नहीं होगी। यह हमेशा संयोगकर नयी वस्तु बनायेगा अतएव प्रतिक्रिया में फलित नयी वस्तु का भार मौलिक वस्तु के भार से अधिक होगा।

तत्व की मौलिकता कभी भी नष्ट नहीं होती।

(२) यौगिक—यौगिक वह है, जो किसी रासायनिक साधन से दो या दो से अधिक पदार्थों में बाँटा जा सके, जिनके गुण मूल वस्तु के गुण से भिन्न हों।

उदाहरण—चीनी, पारे का लाल ऑक्साइड, शोरा आदि। चीनी में कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन है, पारे के लाल ऑक्साइड मे पारा एवं ऑक्सीजन है तथा शोरे में पोटाशियम, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन हैं। अतः किसी निश्चित मात्रा में तत्वों के परस्पर संयोग से यौगिक बनता है।

तत्व और यौगिक में अन्तर

तत्व	यौगिक
(१) इससे दो या दो से अधिक विभिन्न गुणवाले पदार्थ आज तक नही मिले हैं।	(१) इससे दो या दो से अधिक विभिन्न गुणवाले पदार्थ मिल सकते हैं।
(२) तत्व में केवल संयोग की क्रिया होती है, विच्छेदन की क्रिया नही।	(२) यौगिक में संयोग एवं विच्छेदन दोनों क्रियाएँ होती हैं।
(३) प्रतिक्रिया में फलित वस्तु का भार मौलिक वस्तु के भार से अधिक रहता है।	(३) प्रतिक्रिया में फलित वस्तु का भार मूल वस्तु के भार से अधिक (संयोग की क्रिया में) या कम (विच्छेदन की क्रिया में) होता है।
(४) रासायनिक प्रतिक्रियाओं के फल-स्वरूप तत्व अपनी मौलिकता नहीं खोता।	(४) रासायनिक क्रियाओं के फलस्वरूप यौगिक के गुण में परिवर्त्तन आ जाता है।

टिप्पणी :—यह स्मरण रहना चाहिए कि यदि भविष्य मे किसी रासायनिक क्रिया से किसी तत्व में दो या दो से अधिक पदार्थ पाये जायँ, तो वह उस समय से तत्व नहीं रह जायगा। प्राचीन काल में क्षिति, जल, पावक, व्योम और वायु ये सभी तत्व समझे जाते थे। बाद में यह धारणा छोड़ देनी पड़ी, क्योंकि देखा गया है कि पानी में हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन दो मौलिक पदार्थ हैं, तथा वायु में ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन डाइ-ऑक्साइड, जलवाष्प, आर्गन इत्यादि अनेक पदार्थ हैं।

तत्वों का वर्गीकरण (Classification of Elements)

आजतक १०२ तत्व ज्ञात हुए हैं। विश्व की सभी वस्तुएँ इन्हीं तत्वों में से है या इनमें से दो या दो से अधिक के संयोग से बनी हैं।

लोहा, तांबा, पारा, सीसा, स्वर्ण आदि तत्वों के समान गुण रखनेवाले तत्वों को एक वर्ग में रखा गया है और इन्हें धातु (Metal) कहते हैं। इनसे विभिन्न गुणवाले तत्वों को दूसरे वर्ग में रखा गया है और वे अधातु (New metal) कहलाते हैं, अर्थात् धातु नहीं हैं।

यद्यपि धातु और अधातु वर्ग की कोई निर्दिष्ट सीमा निर्धारित नहीं है, तथापि विशिष्ट गुणों के आधार पर तथा अध्ययन की सुविधा के लिए तत्वों को इन दो वर्गों में रखा गया है।

धातु और अधातु में अन्तर

धातु	अधातु
१. धातु प्रायः चमकीले होते है।	१. अधातुओं में चमक नहीं होती अपवाद—आयोडिन और ग्रैफाइट चमकीले होते हैं।
२. धातु प्रायः आघात वर्द्धनीय (Malleable) होते हैं। अर्थात् धातुओं को हथौड़ी से पीटने पर वे चिपटे हो जाते है। अतएव, उनके बड़े-बड़े चदरे बन सकते है। अपवाद-विस्मथ, यह पीटने पर भुरभुरा (Brittle) होता है।	२. अधातु में यह गुण नहीं होता। ये आघात से प्रायः भुरभुरे (Brittle) हो जाते हैं।

धातु	अधातु
३. धातु प्रायः वर्द्धनशील (ductile) होते है। अतएव, उनके बारीक-से-बारीक तार भी खीचे जा सकते हैं।	३. अधातु में यह गुण नहीं होता।
४. धातु चिमड़े होते है, अर्थात् उनमें भार बर्दाश्त करने की शक्ति होती है।	४. अधातु में यह गुण नही होता।
५. धातु प्रायः बिजली और ताप के परिचालक (conductor) हैं।	५. अधातु प्रायः बिजली और ताप के कुपरिचालक (Bad Conductor) होते है। अपवाद—ग्रेफाइट बिजली का सुपरिचालक है।
६. साधारण तापमान पर धातु प्रायः ठोस होते है। अपवाद—पारद तरल है।	६. अधातु ठोस, द्रव या गैस होते हैं।
७. धातुओं को पटकने या पीटने से टन या झन की आवाज निकलती है।	७. अधातु से वैसी ध्वनि नही निकलती है।
८. धातुओं का विशिष्ट गुरुत्व प्रायः १ से अधिक होता है। अपवाद—सोडियम और पोटासियम।	८. अधातु का वि० ग्र० १ से कम होता है। अपवाद—आयोडिन, फास्फोरस।
९. धातु धन विद्युन्मय (Electro posilive) होते है।	९. अधातु प्रायः ऋणविद्युन्मय (Electro negative) होते हैं। अपवाद—हाइड्रोजन धन विद्युन्मय है।
१०. धातु के ऑक्साइड भस्मीय (basic) होते है। अर्थात् धातु के ऑक्साइड अम्लों से प्रतिक्रिया कर लवण और जल	१०. अधातु के ऑक्साइड अम्लीय होते है। अतएव, पानी में घुलकर अम्ल देते है तथा भस्म से प्रतिक्रिया कर लवण एवं जल देते हैं।

देते हैं। क्रियाशील धातु के ऑक्साइड पानी में धुलकर क्षार देते हैं।	
अपवाद—ZnO, Al_2O_3 आदि। ये क्षार के साथ भी प्रतिक्रिया कर लवण देते हैं।	अपवाद—H_2O, NO ये उदासीन (neutral) हैं।
११. धातु साधारणतः खनिज अम्लों (Mineral acids—HCl, HNO_3, H_2SO_4) में धुल जाते हैं और हाइड्रोजन निकलता है।	११. अधातु तनु (delute) खनिज अम्लों में नहीं घुलते।
१२. धातु हाइड्रोजन के साथ यौगिक नहीं बनाते या अस्थायी हाइड्राइड बनाते हैं।	१२. अधातु हाइड्रोजन के साथ स्थायी यौगिक बनाते हैं।

मिश्रण (Mixture) :—प्रकृति में कुछ वस्तुएँ ऐसी हैं, जिन्हें यांत्रिक विधि (Mechanical means) से हम दो विभिन्न गुणवाले अवयवों (Components) में सुगमता से पृथक् कर सकते हैं। जैसे गदले पानी को हम छानकर मिट्टी और स्वच्छ पानी को अलग कर सकते हैं। समुद्री जल के स्रवण से नमक और पानी पृथक् हो सकते हैं। इन वस्तुओं में दो या दो से अधिक पदार्थ इस प्रकार मिले है, जिनके सभी गुण वर्त्तमान हैं। अतएव गंदला पानी तथा समुद्री जल मिश्रण है।

अतः मिश्रण वह है जो दो या दो से अधिक पदार्थों (तत्व अथवा यौगिक) के इस प्रकार मिलाने से बनता है कि उसके गुण उसके घटक अवयवों (Components) के गुण से मिलते-जुलते है तथा उसके अवयव भौतिक साधनो से पृथक् किये जा सकते हैं। इसमें कोई नया यौगिक नहीं बनता है।

उदाहरण :—बालू और नमक का मिश्रण, बालू और नौसादर का मिश्रण, चीनी का घाल, हवा, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का मिश्रण आदि।

मिश्रण के भेद (Types of mixture)

मिश्रण के घटक अवयवों की अवस्था के अनुसार ६ प्रकार के मिश्रण बन सकते हैं—

(१) ठोस और ठोस का मिश्रण, जैसे—बालू और नमक का मिश्रण।
(२) ठोस और द्रव का मिश्रण, जैसे—चीनी का घोल।
(३) ठोस और गैस का मिश्रण, जैसे—धुआँ।
(४) द्रव और द्रव का मिश्रण, जैसे—पानी और शराब का मिश्रण।
(५) द्रव और गैस का मिश्रण, जैसे—सोडावाटर, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल।
(६) गैस और गैस का मिश्रण, जैसे—हवा-ऑक्सीजन, नाइट्रोजन आदि का मिश्रण।

मिश्रण के घटक—अवयवों की मौलिकता के आधार पर तीन प्रकार के मिश्रण होते हैं।

(१) तत्व और तत्व, जैसे—लोहा और गन्धक।
(२) तत्व और यौगिक, जैसे—लोहा और बालू।
(३) यौगिक और यौगिक, जैसे—नमक और बालू।

मिश्रण के घटक अवयवों का पृथक्करण

भिन्न-भिन्न प्रकार के मिश्रणों में ठोस और ठोस, द्रव और द्रव तथा गैस और द्रव के मिश्रण अधिकतर मिलते हैं।

इन मिश्रणों के अवयव साधारणतः निम्नलिखित विधियों से अलग किये जा सकते हैं।

(क) ठोस और ठोस का मिश्रण :

(१) **हाथ से चुनकर** :—कंकड़ और बालू के मिश्रण से कंकड़ को हाथ से चुनकर अलग किया जा सकता है।

(२) **चलनी से चालकर** :—आटा को चालकर चोकर अलग किया जाता है।

(३) **चुम्बक द्वारा** :—लोहे और गन्धक के मिश्रण से चुम्बक द्वारा लौह को गन्धक से अलग किया जा सकता है।

(४) **द्रव से धोकर** :—बालू और कोयले के चूर्ण के मिश्रण से कोयले को पानी से धोकर अलग किया जा सकता है।

(५) **पानी पर तैराकर** :—काग के कतरन को किसी भारी चीज (बालू) से पानी पर तैराकर अलग किया जा सकता है।

(६) **पानी और तेल के मिश्रण पर तैराकर** :—बालू और जींकब्लेंडी के मिश्रण से अवयव इस प्रकार अलग किये जाते हैं।

(७) **विद्युत् द्वारा** :—शीशे के लाल ऑक्साइड तथा गन्धक के मिश्रण के अवयव इस विधि से अलग किये जाते हैं।

(८) **विद्युत् चुम्बक द्वारा** :—चुम्बकीय पदार्थ को अन्य पदार्थ के साथ मिले रहने पर इस विधि से अलग करते हैं।

(९) **उपयुक्त घोलक** (Solvent) **द्वारा** :—बारूद (शोरा, गन्धक और कोयले) के अवयव को पानी तत्पश्चात् कार्बनडाइसल्फाइड जैसे घोलक द्वारा अलग कर सकते हैं।

(१०) **उत्सादन द्वारा** :—नसादर और नमक के मिश्रण के अवयव को इस विधि से पृथक् करते हैं। नसादर उत्साद के रूप में प्राप्त होता है।

(११) **द्रवीकरण** :—शीशे और बालू के मिश्रण से शीशे को पिघलाकर अलग किया जाता है।

(ख) ठोस और द्रव का मिश्रण :

(१) **छानकर** :—किसी द्रव तथा उसमें अघुलनशील पदार्थ के मिश्रण को छानकर अलग कर सकते हैं।

(२) **स्रवण द्वारा** :—किसी द्रव तथा उसमें घुलनशील पदार्थ के मिश्रण को स्रवण विधि द्वारा अलग कर सकते हैं।

(ग) द्रव और द्रव :

(१) **पृथक्कारक टीप द्वारा** :—परस्पर अघुलनशील एवं अमिलनसार द्रवों के मिश्रण से अवयव इस विधि द्वारा अलग हो सकते है।

(२) **स्रवण द्वारा** :—परस्पर घुलनशील एवं मिलनसार द्रवो के मिश्रण से अवयव स्रवण द्वारा अलग हो सकते है। भिन्न-भिन्न द्रवों के क्वथनांक (Boiling point) भिन्न-भिन्न होते हैं। अतः वे भिन्न-भिन्न तापमान पर स्रावित होगे।

(घ) गैस और गैस का मिश्रण :

(१) **प्रसरण** (Diffusion) **द्वारा** :—हल्का गैस जल्दी प्रसारित होता है तथा भारी गैस देर से।

(२) **उपयुक्त घोलक द्वारा** :—उपयुक्त घोलक की सहायता से एक गैस दूसरे से अलग किया जा सकता है।

मिश्रण और यौगिक में अन्तर

मिश्रण	यौगिक
(१) यह दो या दो से अधिक पदार्थों को किसी भी मात्रा में केवल मिला देने से बनता है।	(१) यह दो या दो से अधिक पदार्थों के किसी निश्चित अनुपात में रासायनिक संयोग से बनता है। अतः इससे एक नयी वस्तु बनती है।
(२) इसके गुण इसके अवयवों के सामान्य गुणों से मिलते-जुलते है।	(२) इसके प्रायः सभी गुण इसके अवयवों के गुणों से भिन्न होते है।
(३) यह सम (Homegeneous) या विषम (Hetrogeneous) हो सकता है।	(३) यह सदा सम होता है।
(४) इसके बनने में ताप-परिवर्त्तन होना अनिवार्य नहीं है।	(४) इसके बनने में ताप-परिवर्त्तन अवश्यमेव होता है।
(५) इसके अवयव भौतिक साधन से पृथक् किये जा सकते हैं।	(५) इसके अवयव संयुक्तावस्था में रहते है। अतः वे भौतिक साधन से अलग नहीं किये जा सकते।
(६) इसका द्रवणांक या क्वथनांक प्रायः अनिश्चित होता है।	(६) शुद्ध यौगिक का द्रवणांक या क्वथनांक प्रायः निश्चित होता है।

स्मरणार्थ

भौतिक परिवर्त्तन :—भौतिक परिवर्त्तन में पदार्थ के कुछ गुण कुछ काल के लिए बदल जाते है, किन्तु उनकी बनावट और भार में कोई परिवर्त्तन नहीं होता। यह अस्थायी होता है।

रासायनिक परिवर्त्तन :—रासायनिक परिवर्त्तन में पदार्थ के गुण और भार सदा के लिए बदल जाते हैं। उससे नये पदार्थ बनते हैं, जिनके गुण और भार मूल पदार्थ के गुण और भार से भिन्न होते हैं। यह स्थायी होता है।

इस रासायनिक परिवर्त्तन को रासायनिक क्रिया कहते है।

वाह्यतापिक क्रिया :—जिस रासायनिक क्रिया में ताप उत्पन्न होता एवं तापमान बढ़ जाता है, उसे वाह्यतापिक क्रिया कहते हैं। जैसे कोयले के आक्सीजन में जलने से ताप उत्पन्न होता है।

अन्तःतापिक क्रिया :—जिस क्रिया में ताप-शोषण होता है एवं तापमान घट जाता है, उसे अन्तःतापिक क्रिया कहते है। जैसे कार्बन डाईसल्फाइड का बनना।

भौतिक एवं रासायनिक क्रियाएँ जिनमें परिवर्तन साथ-साथ होते हैं : कुछ ऐसे भी उदाहरण मिलते है जिनमें भौतिक एवं रासायनिक परिवर्त्तन साथ-साथ होते हैं। जैसे—

(क) मोमबत्ती का जलना—इसमें मोम का पिघलना भौतिक परिवर्त्तन तथा मोम का जलकर कार्बनडाइआॅक्साइड में परिणत होना रासायनिक परिवर्त्तन है।

(ख) **लोहा का गर्म होना**—गर्म करने पर अधिक तापमान पर लोहे का चमकना भौतिक परिवर्त्तन तथा लोहे का वायु के आॅक्सीजन के संयोग से भस्म में परिणत हो जाना रासायनिक परिवर्त्तन है।

तत्व :—तत्व वह पदार्थ है, जिसमें अभीतक किसी भी रासायनिक साधन से दो या दो से अधिक पदार्थ नहीं मिल सके है अर्थात् जिसके मौलिक गुण सदा एक ही रहते हैं, जैसे—लोहा, ताँबा, हाइड्रोजन आॅक्सीजन आदि।

यौगिक :—यौगिक वह पदार्थ है, जो किसी रासायनिक साधन से दो या दो से अधिक पदार्थों में बाँटा जा सके एवं उन विभिन्न वस्तुओं के गुण परस्पर तथा उस मूल वस्तु के गुण से भिन्न हो अर्थात् जो कम-से-कम दो मौलिक पदार्थों से बना हो, जैसे—जल, चीनी, शोरा, तूतिया आदि।

तत्व और यौगिक में अन्तर

तत्व	यौगिक
(१) इससे दो या दो से अधिक विभिन्न गुणवाले पदार्थ आजतक नहीं मिले है।	(१) इससे दो या दो से अधिक विभिन्न गुणवाले पदार्थ मिल सकते हैं।
(२) तत्व में केवल संयोग की क्रिया होती है, विच्छेदन की क्रिया नहीं।	(२) यौगिक में संयोग या विच्छेदन दोनों क्रियाएँ होती हैं।
(३) प्रतिक्रिया में फलित वस्तु का भार तत्व के भार से अधिक होता है।	(३) प्रतिक्रिया में फलित वस्तु का भार मूल वस्तु के भार से अधिक (संयोग में) या कम (विच्छेदन मे) होता है।
(४) रासायनिक प्रतिक्रियाओं के फल-स्वरूप तत्व अपनी मौलिकता नहीं खोता।	(४) रासायनिक क्रियाओं के फल-स्वरूप यौगिक के गुण में परि-वर्त्तन हो जाता है।

तत्वों का वर्गीकरण :—आजतक १०२ तत्व ज्ञात हुए हैं। विश्व की सभी चीजें इन्हीं तत्वों मे से है अथवा इन्हीं के परस्पर संयोग से बनी हैं।

तत्व दो प्रकार के है—(१) धातु और (२) अधातु।

अधिकतर समान गुण रखनेवाले तत्वों को एक वर्ग में रखा गया है और इन्हें धातु कहते हैं। जैसे लोहा, सोना, चाँदी आदि।

इनसे भिन्न गुण रखनेवाले तत्वों को अधातु कहते हैं। जैसे कार्बन, गंधक, ऑक्सीजन आदि।

धातु प्राय: चमकीले, आघातवर्धनीय, वर्द्धनशील, चिमड़े, बिजली और ताप के परिचालक एवं धन विद्युन्मय होते हैं तथा हाइड्रोजन से संयोग नहीं करते किन्तु अम्ल से हाइड्रोजन विस्थापित करते हैं, इनके ऑक्साइड भस्मीय होते एवं इनके क्लोराइड का जल में वाष्पीकरण होता है। अधातु में प्राय: इनके विपरीत बातें पायी जाती हैं।

मिश्रण :—यह दो या दो से अधिक पदार्थों की मिलावट है, जिसमें कोई रासायनिक प्रतिक्रिया नहीं होती तथा जिसका गुण अवयवों के गुणों का औसत होता है।

मिश्रण के भेद :—मिश्रण कई प्रकार के होते है।

पदार्थ की मौलिकता के दृष्टिकोण से मिश्रण तीन प्रकार के होते है :—

(१) तत्व और तत्व का मिश्रण। (२) तत्व और यौगिक का मिश्रण। (३) यौगिक और यौगिक का मिश्रण।

पदार्थों की अवस्थाओं के दृष्टिकोण से मिश्रण ६ प्रकार के होते है—(१) ठोस और ठोस का मिश्रण, (२) ठोस और द्रव का मिश्रण, (३) ठोस और गैस का मिश्रण, (४) द्रव और द्रव का मिश्रण, (५) द्रव और गैस का मिश्रण तथा (६) गैस और गैस का मिश्रण।

मिश्रण के अवयवों का पृथक्करण :—

(क) ठोस और ठोस के मिश्रण के अवयव प्रायः निम्न विधियों से पृथक् किये जाते हैं।

१. हाथ से चुनकर, २. चलनी से चालकर, ३. चुम्बक द्वारा, ४. द्रव मे घोलकर, ५. पानी पर तैराकर, ६. पानी और तेल के मिश्रण पर तैराकर, ७. विद्युत द्वारा, ८. विद्युत-चुम्बक द्वारा ९. उपयुक्त घोलक द्वारा, १०. उत्सादन द्वारा तथा ११. द्रवीकरण द्वारा।

(ख) **ठोस और द्रव**—ठोस और द्रव के मिश्रण के अवयव को, (१) छान कर एवं (२) स्रवण द्वारा पृथक् किया जा सकता है। जैसे पानी और बालू के मिश्रण को छानकर तथा चीनी और पानी के मिश्रण को स्रावित कर अवयवों को अलग किया जा सकता है।

(ग) **द्रव और द्रव का मिश्रण**—विभिन्न द्रवों के मिश्रण के अवयवों को पृथक्कारक टीप द्वारा अथवा स्रावित कर अलग किया जाता है।

(घ) द्रव और गैस के मिश्रण को गर्म करने से गैस द्रव से अलग हो जाता है।

(ङ) **ठोस और गैस का मिश्रण**—धुआँ गैस और कार्बन कण का मिश्रण है। कुहासा गैस और जलकण का मिश्रण है।

गैस और गैस का मिश्रण—विभिन्न गैसों के मिश्रण से अवयवों को (१) प्रसरण, (२) द्रवीभूत कर अथवा (३) उपयुक्त घोलक द्वारा अलग किया जा सकता है।

मिश्रण एवं यौगिक में अन्तर

मिश्रण	यौगिक
(१) यह दो या दो से अधिक पदार्थों का सम्मिश्रण होता है।	(१) यह दो या दो से अधिक पदार्थों के संयोग से बनता है।
(२) इसमें घटकों का अनुपात कुछ भी हो सकता है।	(२) इसमें अवयवों का निश्चित अनुपात होता है।
(३) यह सम अथवा विषम हो सकता है।	(३) यह सदा सम होता है।
(४) इसके घटक भौतिक साधन से अलग हो सकते हैं।	(४) इसके अवयव भौतिक साधन से अलग नहीं हो सकते।
(५) इसके बनने मे ताप-परिवर्त्तन अनिवार्य नहीं है।	(५) इसके बनने में ताप-परिवर्त्तन होना अनिवार्य है।
(६) इसके द्रवणांक एवं क्वथनांक प्रायः अनिश्चित होते हैं।	(६) इसके द्रवणांक एवं क्वथनांक प्रायः निश्चित होते हैं।

अभ्यास

१. भौतिक परिवर्त्तन से क्या समझते हैं? उदाहरण सहित समझाइये।

1. What do you understand by physical change? Explain with examples.

२. रासायनिक परिवर्त्तन क्या है? उदाहरण देकर समझाइये।

2. What is chemical change? Explain with examples.

३. उदाहरण देकर भौतिक और रासायनिक परिवर्त्तन में अन्तर समझाइये।

3. Distinguish between physical and chemical chenges with giving examples.

४. निम्नलिखित दशाओं में किस तरह के परिवर्त्तन होते हैं? (क) बर्फ का पिघलना, (ख) मोमबत्ती का जलना, (ग) लोहे में जंग लगना, (घ) दूध का दही बनना, (ग) कोयले का जलना, (च) लोहे की छड़ का चुम्बक में बदलना, (छ) नसादर का उत्सादन (ज) कली चूने का भखरे चूने में बदलना एवं (झ) गंधक का जलना।

4 What changes do take place in the following cases ? (a) Melting of ice (b) Burnig of candle (c) Rusting of iron (d) Curdling of milk (e) burning of coal (f) Turning of iron rod into a magnet (g) Sublimation of sal ammoniac (h) Conversion of quick lime into slaked lime (i) Burning of sulphur.

५. किस तरह के परिवर्त्तन होंगे, यदि
(क) प्लाटिनम के तार को अधिक गर्म किया जाय।
(ख) मैगनेसिया के तार को अधिक गर्म किया जाय।
(ग) तार से बिजली प्रवाहित की जाय।
(घ) कपूर को खुली हवा में रख छोड़ा जाय।
(ङ) अम्लीय जल से विद्युत् धारा प्रवाहित की जाय।
(च) सोडियम के टुकड़े को पानी में डाला जाय।
(छ) चीनी को पानी में डाला जाय?

5. What changes will take place if—
(a) Platinum wire is strogly heated.
(b) magnesium wire is strongly heated.
(c) electricity is passed through a wire.
(d) Camphor is left exposed to air.
[e] electricity is passed through acidulated water.
(f) a piece of sodium is put in water.
(g) Sugar is put in water ?

६. वाह्यतापिक तथा अन्तःतापिक क्रियाएँ क्या हैं ? उदाहरण सहित समझाइये ।

6. What are exothermic and endothermic reactions ? Explain with examples.

७. तत्व से क्या समझते हैं ? उदाहरण देकर समझाइये ।

7. What do you understand by Element ? Explain with examples.

८. कितने तत्व अभी तक ज्ञात हैं ? कुछ मुख्य तत्वों के नाम बताइये ।

8. How many elements are known uptil now ? Give the names of some important elements.

९. धातु और अधातु से क्या समझते हैं ? इन समूहों के कुछ साधारण सदस्यों के नाम देकर धातु और अधातु में अन्तर बताइये ?

9. What do you understand by metal and non-metal ? Distinguish between the metal and non metal, giving the names of a few common members of these groups.

१०. यौगिक क्या है ? यौगिक और तत्व में क्या अन्तर है ?

10. What is a compound ? How does it differ from element ?

११. मिश्रण क्या है ? मिश्रण और यौगिक में क्या अन्तर है ?

11. What is a mixture ? How does it differ from a compound.

१२. मिश्रण कितने प्रकार के होते हैं ? प्रत्येक का उदाहरण दें ।

12. What are different types of mixture ? give example of each.

१३. निम्नलिखित मिश्रणों के अवयवों को पृथक् करने की उपयुक्त विधियों का वर्णन करें :—

(क) बालू और नमक का मिश्रण ।

(ख) बालू और लौह-चूर्ण का मिश्रण ।

(ग) बालू और नसादर का मिश्रण ।

(घ) बालू और गंधक का मिश्रण ।

(ङ) बालू और खड़िया का मिश्रण ।

(च) बारूद ।

(छ) पानी और ईथर का मिश्रण ।

(ज) हाइड्रोजन और कार्बन डाइआक्साइड का मिश्रण ।

13. Describe the suitable methods for the separation of the components of the following mixtures :—

(a) mixture of sand and salt.

(b) mixture of sand and iron powder.

(c) mixture of sand and sal ammoniac.

(d) mixture of sand and sulphur.

(e) mixture of sand and chalk.

(f) gun powder.

(g) mixture of water and ether.

(h) mixture of hydrogen and carbon dioxide.

१४. यह साबित करें कि—

(क) कार्बन एक तत्व है,

(ख) जल यौगिक है तथा

(ग) हवा मिश्रण है,

उपयुक्त प्रयोगों का वर्णन करें ।

14. Describe suitable experiments to show that,

(a) carbon is an element,

(b) water is a compound and

(c) air is a mixture.

पाँचवाँ अध्याय

प्रयोगशाला की विविध प्रक्रियाएँ
(Laboratory Processes)

थिराना (Sedimentation) :—जब किसी द्रव में भारी अनघुल ठोस को डाल देते है, तो ठोस के कण द्रव में चारों ओर बिखर जाते हैं। कुछ तो नीचे बैठ जाते है और कुछ द्रव में अवलम्बित रहते है। इस क्रिया को **अवलम्बन** (suspension) कहते हैं। धीरे-धीरे अवलम्बित ठोस कण भी नीचे बैठने लगते हैं और कुछ समय के बाद सभी ठोसकण तलछट (sediment) के रूप में नीचे बैठ जाते है और ऊपर का द्रव साफ नजर आता है। इस पूरी प्रक्रिया को थिराना कहते हैं।

प्रयोग—एक बीकर मे कुछ पानी लें और उसमें कुछ खड़िया (chalk) का चूर्ण डाल दें। कुछ कण तो नीचे बैठ जायँगे, किन्तु कुछ पानी में अवलम्बित रहेंगे, जिससे द्रव दुधिया जान पड़ेगा। बीकर को मेज पर रख छोड़ें। कुछ समय के बाद पाएंगे कि सब खड़िया नीचे बैठ गया है और ऊपर का द्रव साफ है।

निथारना (Decantation) :—किसी द्रव तथा अनघुल ठोस पदार्थ के मिश्रण से ठोस के नीचे बैठ जाने पर स्वच्छ द्रव को सावधानीपूर्वक किसी दूसरे बर्त्तन में ढालने की क्रिया को निथारना कहते है। इस प्रक्रिया में ढालते समय ठोस कण को द्रव के साथ नहीं जाना चाहिए।

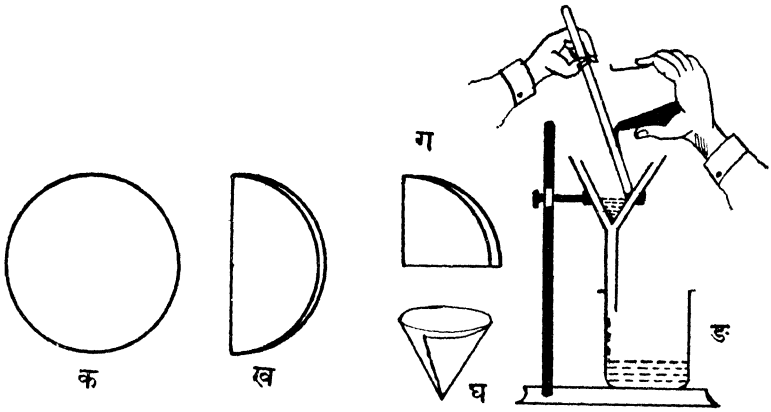
प्रयोग—उपरोक्त प्रयोग में खड़िये के कणों के बैठ जाने पर स्वच्छ पानी को दूसरे बर्त्तन में इस प्रकार डालें कि खड़िये के कण पानी के साथ न जायँ।

छानना (Filtration) :—द्रव तथा किसी अनघुल ठोस के मिश्रण से ठोस कणों को द्रव से किसी सछिद्र माध्यम (Porous medium) के सहारे

पृथक् करने की क्रिया को **छानना** कहते हैं। छानना इस मूल सिद्धान्त पर निर्भर करता है कि माध्यम के छिद्र इतने सूक्ष्म होते हैं कि द्रव-कण तो उनसे पार हो जाते हैं लेकिन ठोस-कण रुक जाते है। छने द्रव को **छना-द्रव** (Filtrate) तथा ठोस को **अवशेष** (Residue) कहते है।

सछिद्र माध्यम के लिए बारीक कपड़ा, कोयला, (Charcoal), सछिद्र पत्थर (Porous stone), सछिद्र पत्र (Filter paper) आदि उपयुक्त हो सकते है। रासायनिक प्रयोगों में साधारणत: सछिद्र पत्र अर्थात् छनना कागज का ही व्यवहार होता है।

प्रयोग—एक गोल छनना कागज लें (चित्र ५ क) और उसे बीच से मोड दें (चित्र ५ ख)। फिर उसे बीच से एक बार और मोड़ें जिससे उसकी चार पर्तें बन जायँ (चित्र ५ ग)। अब उसे इस प्रकार खोलो कि उसके तीन पर्तें एक ओर तथा चौथी पर्त दूसरी ओर हो जायँ और उसका आकार कोणीय



चित्र ५

बन जाय। उसे टीप में रख कर टीप के आकार का बना लें (चित्र ५ घ)। फिर उसे फनेल में भिगाकर इस प्रकार दबाएँ कि कागज टीप की दीवार में सट जाय और उनके बीच हवा न रहे। अब टीप को छानना स्तम्भ (Filter stand) में रख दें और एक बीकर टीप के नीचे इस प्रकार रखें कि टीप बीकर को अन्दर से छूना रहे (चित्र ५ ङ)।

एक दूसरे बीकर में पानी के साथ कुछ खड़िया मिला लें और उस मिश्रण को एक काँच की छड़ (glass rod) के सहारे इस टीप मे गिराएँ। स्वच्छ द्रव नीचे के बीकर में जमा होगा तथा खड़िया छननापत्र पर रह जायेगा।

सावधानी—(१) काँच की छड़ बाये हाथ में तथा छाननेवाले द्रव का बीकर दाहिने हाथ मे रहना चाहिए।

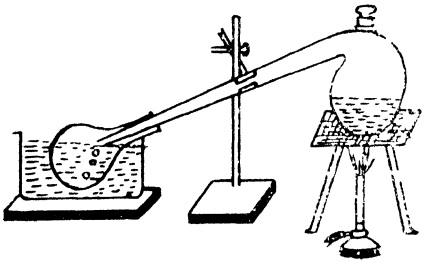
(२) छानने के समय द्रव छड़ के सहारे कागज के तीन पर्त वाले हिस्से पर गिरना चाहिए।

(३) द्रव की सतह कागज के बराबर न आनी चाहिए, नहीं तो द्रव बिना छने ही कागज और टीप की दीवार के बीच से निकल जायगा।

संघनन (Condensation) एवं स्रवण (Distillation): जलवाष्प ठंढक पाकर द्रव में परिणत हो जाता है, तब इस क्रिया को संघनन अथवा द्रवीभवन कहते है। वाष्पीभवन तथा द्रवीभवन की सम्मिलित प्रक्रिया को स्रवण कहते हैं।

अतः स्रवण वह क्रिया है जिसमें द्रव गर्मी पाकर वाष्प में परिणत हो जाय तथा वाष्प ठंढा होने पर पुनः द्रव में परिणत हो जाय।

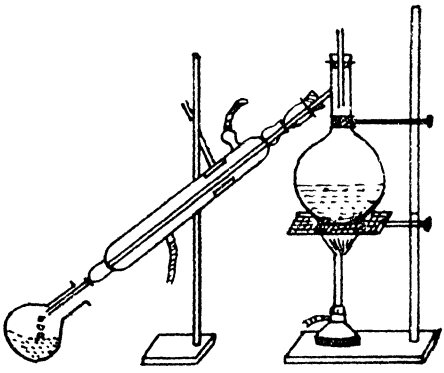
प्रयोग :—एक रिटार्ट में थोड़ा साधारण जल लेकर उसे चित्र ६ में दिये जैसा सजाएँ। जल में थोड़ा पोटाशियम परमैगनेट का घोल डाल दें। तत्पश्चात् रिटार्ट को गर्म करें। जल वाष्प बनकर रिटार्ट की गर्दन से होता हुआ फ्लास्क में जायेगा। फ्लास्क को ठढे जल से ठंढा करें। वाष्प घनीभूत होकर द्रव में परिणत हो जायेगा, जो फ्लास्क (ग्राहक) में जमा होगा। ग्राहक में एकत्रित जल को स्रावित जल कहते है।



चित्र ६

उपरोक्त प्रयोग में सभी भाप घनीभूत नही होने पाता अतएव आंशिक रूप से बाहर निकल जाता है।

अतः वाष्प को भलीभाँति ठंढा करने के लिए रिटार्ट के बदले स्रवण कुप्पी एवं लीबीग-शीतक को एक साथ सजाकर उपकरण प्रस्तुत करें (चि० ७) फ्लास्क को गर्म करने से द्रव वाष्प में परिणत होगा और वह शीतक में भलीभाँति ठंढा होकर पुनः द्रव में परिणत हो जायेगा, जो ग्राहक मे जमा होगा।



चित्र ७

यह विधि जल को शुद्ध करने, गुलाब जल तैयार करने अथवा समुद्री जहाजो पर पीने का पानी तैयार करने में प्रयुक्त होती है।

घोल, विलयन (Solution) :—किसी पदार्थ का किसी द्रव के साथ सम मिश्रण (Homogeneous mixture) जिसमें उनकी आपेक्षिक मात्राएँ कुछ निर्दिष्ट सीमाओं के अन्तर्गत बदली जा सकती हैं और जो स्वच्छ (clear) तथा पारदर्शक (transparent) है—**घोल** या **विलयन** कहलाता है। जैसे पानी में चीनी का घोल, पारा में तूतिये का घोल, कार्बन डाइसल्फाइड में गंधक का घोल, अल्कोहल में आयोडिन का घोल आदि।

प्रयोग (१)—एक बीकर में कुछ चीनी लें। उसमें जल मिला कर शीशे की छड़ से चलाएँ। चीनी लुप्त हो जाती है। किन्तु यह नष्ट नहीं होती क्योंकि द्रव के वाष्पीकरण (Evaporation) के बाद चीनी को पुनः प्राप्त कर सकते है। यह मिश्रण स्वच्छ तथा पारदर्शक होगा एवं इसमें सभी जगह मिठास बराबर होगी, अतएव यह सम है। अतः यह पानी मे चीनी का घोल है।

प्रयोग (२)—उपरोक्त प्रयोग को तूतिये के साथ दुहराएँ। नीले रंग का तूतिये का घोल प्राप्त होगा।

पहले प्रयोग में आप पायेंगे कि घोल में रंग नहीं है परन्तु दूसरे प्रयोग में घोल का रंग नीला है। अतः घोल का रंगीन होना आवश्यक नहीं।

घोल में ठोस को घुल्य या विलेय (solute) तथा द्रव को **घोलक या विलायक** कहते है।

घुल्य एवं घोलक की आपेक्षिक मात्राओं के अनुसार घोल दो प्रकार के होते है।

(१) तनु घोल (dilute solution)

(२) सांद्र, समाहृत घोल (concentrated solution)

तनु घोल :—जिस घोल में घुल्य की मात्रा घोलक की अपेक्षा बहुत कम रहती है, उसे तनुघोल कहते है।

समाहृत घोल:—जिस घोल मे घुल्य की मात्रा तनु घोल की अपेक्षा काफी अधिक रहती है, उसे समाहृत घोल कहते है।

यह स्मरण रखना चाहिए कि तनु घोल और समाहृत घोल के बीच निर्दिष्ट सीमा नहीं है। किसी वस्तु का एक घोल उसके दूसरे घोल से तनु हो सकता है एवं उसी के तीसरे घोल की अपेक्षा समाहृत हो सकता है।

किसी द्रवविशेष की अन्य वस्तुओं को घोलने की क्षमता (Capacity) के अनुसार घोल तीन प्रकार के होते है।

(१) असंपृक्त, या असंतृप्त घोल (Unsaturated or undersaturated solution)

(२) संपृक्त, संतृप्त घोल (Saturated solution)

(३) अतिसंपृक्त, अतिसंतृप्त घोल (Supersaturated or over saturated solution)

प्रयोग—(१) एक बीकर में थोड़ा स्रावित जल लें। उसमें कुछ साधारण नमक मिलाकर चलाएँ। नमक लुप्त हो जायगा। कुछ और नमक डालें वह भी लुप्त हो जायगा। इस तरह नमक मिलाते जाएँ जब तक कि कुछ नमक घोल में नीचे बैठ न जाय। इस प्रकार से प्राप्त घोल, जिसमें और अधिक नमक घोलने की शक्ति बाकी नहीं है तथा जिसके साथ अनघुल ठोस कण साम्य (Equilibrium) स्थिति में है, संतृप्त या संपृक्त घोल (Saturated solution) कहलाता है। इस अवस्था के आने के पहले तक सभी अवस्थाओं में घोल की ऐसी क्षमता थी कि उसमें और अधिक ठोस घुल सके। अतः वह असंतृप्त अथवा असंपृक्त घोल (unsaturated solution) था।

अतः असंतृप्त घोल वह घोल है, जिसमें किसी विशेष तापमान पर और अधिक ठोस घोलने की क्षमता हो।

संतृप्त घोल वह घोल है जिसमें किसी निर्दिष्ट तापक्रम पर और अधिक ठोस घोलने की क्षमता न हो और कुछ ठोस बिना घुले ही घोल में नीचे

बैठा रहे। अर्थात् किसी विशेष तापक्रम पर संतृप्त घोल वह घोल है, जिसमें घुल्य के अनघुल कण एवं घोल परस्पर साम्य स्थिति में हों।

संतृप्त घोल के साम्य को (१) अधिक जल मिलाकर अथवा (२) घोल का तापक्रम बढ़ाकर नष्ट किया जा सकता है। अतएव किसी भी ठोस की विभिन्न मात्राएँ जो द्रव की निश्चित मात्रा को विभिन्न तापक्रमों पर संतृप्त करेंगी, भिन्न-भिन्न होंगी एवं यद्यपि घुलनेवाली मात्रा और तापक्रम में कोई सरल सम्बन्ध नहीं है, फिर भी यह स्पष्ट है कि अधिक तापक्रम पर द्रव को संतृप्त करनेवाली घुल्य की मात्रा साधारणतः अधिक होगी।

प्रयोगशाला के तापक्रम पर शोरे का संतृप्त घोल बनाना

प्रयोग—एक बीकर में थोड़ा स्रावित जल लें। उसमें शोरे की थोड़ी-थोड़ी मात्रा डालें और शीशे की छड़ से चलाते रहें। इस क्रिया को तबतक जारी रखें जबतक शोरे की कुछ मात्रा बिना घुले ही बच जाय। अब घोल को गर्म करें बचा हुआ शोरा घुल जायगा। और शोरा डालकर घोल को चलाएँ। शोरा तबतक डालें जबतक कुछ मात्रा बिना घुले ही बच न जाय। बीकर को प्रयोगशाला के तापक्रम तक ठंढा होने के लिए रख दें। पूर्णतः ठढा होने के बाद तापमापक से घोल का तापक्रम देख लें। ऊपर का द्रव प्रयोगशाला के तापक्रम पर जल में शोरे का सतृप्त घोल है।

अति संतृप्त घोल (Supersaturated solution) :—यह विशेष प्रकार से प्राप्त एक विशेष घोल है, जिसमें किसी तापक्रम पर द्रव की मात्रा को संतृप्त करने के लिए जितना ठोस चाहिए, उससे अधिक ठोस घुला हुआ हो। इस घोल को हिला देने पर या इसमें घुल्य का एक कण डाल देने पर घोल से ठोस कण मुक्त हो जाते है। कभी-कभी पूरा का पूरा घोल ठोस रूप में प्राप्त हो जाता है। जैसे चीनी का घोल, हाइपो (Sodium thiosulphate) का घोल आदि।

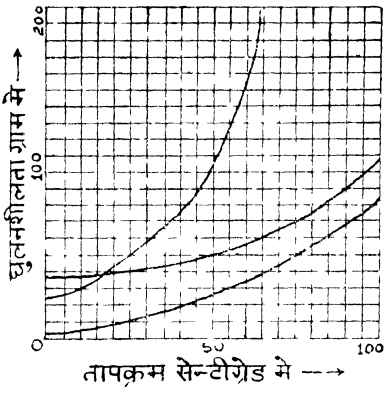
प्रयोग :—एक चौड़ी परख-नली में हाइपो के कुछ रवे लें और उसे एक सिकंजे (Clamp) में स्तम्भ से स्थिर कर दें। अब परखनली को बत्ती से धीरे-धीरे गर्म करें। गरम होने पर रवा जल-मुक्त होगा और हाइपो के रवे रवा-जल की उसी अल्प मात्रा में विलीन हो जायेंगे। यह हाइपो का अतिसंतृप्त घोल है, क्योंकि यह ठंढा होने पर भी घोल के रूप में रहेगा। यदि इसमें हाइपो का एक कण डाल दिया जाय तो वह पुनः सबका सब ठोस रूप में परिणत हो जायगा।

घुलनशीलता एवं घुलनशीलता-रेखा (Solubility and solubility curve)

तापक्रम में परिवर्त्तन होने से द्रव की किसी निश्चित मात्रा को अथवा द्रव की विभिन्न मात्राओं को संतृप्त करने के लिए ठोस की भिन्न-भिन्न मात्राओं की आवश्यकता होती है। परन्तु किसी द्रव की निश्चित मात्रा को संतृप्त करने के लिए ठोस विशेष की एक निश्चित मात्रा की ही आवश्यकता होगी। अतएव जल के १०० ग्राम को किसी निश्चित तापक्रम पर संतृप्त करने के लिए ठोस की निश्चित मात्रा आवश्यक होगी। यह मात्रा उस ठोस की जल में उस तापक्रम पर घुलनशीलता (Solubility) कहलायगी।

अतः किसी निश्चित तापक्रम पर किसी ठोस की घुलनशीलता उसकी ग्राम में वह मात्रा है जो १०० ग्राम स्रावित जल को उसी तापक्रम पर संतृप्त करने के लिए नितान्त पर्याप्त हो। जैसे शोरे की घुलनशीलता २० से० पर ३१·२ है तथा नमक की घुलनशीलता उसी तापक्रम पर ३६ है।

ठोस की घुलनशीलता तापक्रम बढ़ने से बढ़ती है तथा तापक्रम घटने से घटती है। अतएव तापक्रम के साथ किसी ठोस की घुलनशीलता मे परिवर्त्तन दिखाने का सबसे सरल साधन है वर्गांकित कागज पर घुलनशीलता रेखा (Solubility curve) खीचना।



चित्र ८

OX अक्ष (axis) पर तापक्रम एवं OY अक्ष (axis) पर घुलनशीलता अंकित करते हैं। इस प्रकार अंकित निर्दिष्ट विन्दुओं को मिलाने पर जो रेखा (सरल अथवा वक्र) मिलती है उसे **घुलनशीलता रेखा** (Solubility curve) कहते है (चित्र ८)।

यह रेखा बहुत ही उपयोगी होती है तथा इससे वस्तुओं की घुलनशीलता तथा आपेक्षित घुलनशीलता का पता चलता है। इससे निम्न बातों का पता लगता है :—

(१) किस वस्तु की घुलनशीलता किस तापक्रम पर कितनी है,

(२) उस वस्तु की घुलनशीलता तापक्रम के साथ किस तरह बदलती है,

(३) एक ही तापक्रम पर विभिन्न वस्तुओं की घुलनशीलता का तुलनात्मक अध्ययन,

(४) उस वस्तु के संतृप्त घोल को ठंढा करने पर कितना ठोस पृथक् होगा,

(५) विभिन्न घुलनशील ठोस पदार्थों के मिश्रण से आंशिक रवाकरण द्वारा कौन-सा अवयव पहले पृथक् होगा।

जल में गैस की घुलनशीलता :—ठोस के समान गैस भी द्रवों में घुलनशील होते हैं, किन्तु ठोस की प्रकृति के विपरीत गैसों की घुलनशीलता गर्म जल में ठंढे जल की अपेक्षा कम होती है। एक ही द्रव में विभिन्न तापक्रम पर किसी गैस विशेष की विभिन्न मात्राएँ घुलती हैं तथा विभिन्न द्रव समान स्थिति में एकही गैस की विभिन्न मात्राएँ घुलाते हैं।

जल के निश्चित भार में घुलनेवाले गैस का भार निम्नलिखित तथ्यों पर निर्भर करता है।—

(१) गैस के गुण, (२) तापक्रम एवं (३) जल के सम्पर्क में स्थित गैस का दबाव।

अतः निर्दिष्ट तापक्रम पर किसी द्रव में किसी गैस की **घुलनशीलता** (Solubility of gas) गैस का वह भार है जो द्रव के १ ग्राम में सामान्य दबाव (७६ सें० मी०) पर घुलता है। सामान्य प्रथा के अनुसार गैस की घुलनशीलता को सामान्य तापक्रम एवं सामान्य दबाव पर गैस के उस आयतन से व्यक्त करते हैं, जो प्रयोग के तापक्रम और दबाव पर द्रव के एक आयतन में घुलता है।

जल के अतिरिक्त अन्य घोलक :—जल के अतिरिक्त अन्य घोलक जो विभिन्न वस्तुओं के घोलने के लिए व्यवहृत होते हैं, अधिकतर अम्ल, क्षार अथवा कार्बनिक द्रव होते हैं। जो पदार्थ जल में नहीं घुलते, उन्हें इन घोलकों में घोल कर प्रयोग करते हैं। कार्बनिक द्रवों में विशेषकर अलकोहल, ईथर, बेंजीन, कार्बन डाईसल्फाइड आदि मुख्य हैं।

रवा, मणिभ एवं रवे बनाना
(Crystal and Crystallisation)

नमक, फिटकरी, शोरा, तूतिया, कसीस आदि के कणों को देखने से पता चलता है कि इनमें किसी न किसी तरह की सुडौल आकृति है। इन्हें अणुवीक्षण यन्त्र (Microscope) से देखने से स्पष्ट रूप से पता चलता है

कि नमक के कण घनाकार (cubic), फिटकिरी के अष्टभुजी (Octahedral), शोरा और कसीस के कण सूच्याकार (Prismatic) हैं। इन विशिष्ट ज्यामितिक आकृतिवाले कणों को रवा अथवा मणिभ (Crystal) कहते है।

अत: पदार्थ के निश्चित ज्यामितिक आकृति के कण को रवा कहते हैं।

जिन वस्तुओं के कण ज्यामितिक आकार के नहीं होते उन्हें **बे रवादार** (Amorphous) कहते है।

जिस विधि से विभिन्न वस्तुओं के रवे प्राप्त किये जाते हैं, उन्हें **रवे बनाना** अथवा रवाकरण (Crystallisation) कहते है।

रवे बनाने की विधियाँ :—निम्नलिखित विधियों से रवे बनाये जाते हैं।

(१) **संतृप्त घोल को ठंढा कर** :—उच्च तापमान पर ठोस का संतृप्त घोल बनाकर ठंढा करने से ठोस के रवे प्राप्त होते हैं।

प्रयोग—एक बीकर में दिये हुए ठोस का उचित घोलक में घोल बना लें। उस घोल को वेसिन में लेकर गर्म करें; जिससे उच्च तापमान पर संतृप्त घोल बन जाय। उस घोल की एक बूंद घड़ी के शीशे पर रखकर ठंढा करें। यदि ठोस-कण पृथक् हों तो समझें कि **रवाकरण बिन्दु** (Crystallisation point) आ गया है। अब उस वेसिन को पानी के ऊपर अथवा हवा में रखकर ठंढा करें। ठंढा होने पर ठोस के रवे पृथक् हो जायेंगे। इन्हें द्रव से अलग कर लें। इस बचे द्रव को **मातृ द्रव** (Mother liquor) कहते हैं। **रवों** को शोखता कागज अथवा छनना कागज की परत में रखकर वाह्य द्रव को सुखा दें।

नोट :—रवों को गर्म कर नहीं सुखाना चाहिए।

शोरा, फिटकरी, तूतिया, हरा कसीस आदि के रवे उपरोक्त विधि से प्राप्त होते हैं। हवा में ठंढा करने से बड़े रवे तथा जल द्वारा ठंढा करने से छोटे रवे मिलते हैं। बड़े रवे देखने में अधिक सुडौल होते हैं, किन्तु छोटे रवे उनकी अपेक्षा अधिक शुद्ध होते हैं।

फिटकरी, तुतिया, इत्यादि के बहुत बड़े रवे प्राप्त करने के लिए इनके संतृप्त घोल को कुछ काल के लिए छोड़ दिया जाता है अथवा इनके संतृप्त घोल में उसी वस्तु के एक बड़े कण को धागे से बांध कर लटका दिया जाता है। इस कण के ऊपर ठोस जमा होता जाता है और बड़े आकार का रवा प्राप्त होता है।

(१) **वस्तु के घोल के वाष्पीकरण से** :—ठोस वस्तुओं के पूर्ण रूप से वाष्पीकरण से भी ठोस के रवे प्राप्त होते हैं।

प्रयोग :—एक वेसिन में साधारण नमक का घोल लेकर गर्म करें। जल धीरे-धीरे बाष्प बनकर निकल जायगा और रवेदार ठोस बच जायगा। ये रवे घनाकार होंगे।

(३) ऊर्ध्वपातन अथवा उत्सादन क्रिया से :—उस क्रिया में ठोस वस्तुएँ पिघलती नहीं है, वरन् सीधे बाष्प में परिणत हो जाती हैं। बाष्प ठंढा होने पर पुनः ठोस रूप में बदल जाता है। अतः, पुनः ठोस बनने की क्रिया में वह रवे के रूप में प्राप्त होता है।

प्रयोग :—एक वेसिन में कुछ नसादर अथवा आयोडिन के कण लें। उसे एक टीप से ढँककर बालू उष्मक (Sand bath) पर गर्म करें। ठोस बाष्प बन जायेगा और टीप की ढंढी सतह के संपर्क में आने पर पुनः ठोस रूप में जमा हो जायेगा। इसके कण रवेदार होंगे।

(४) पिघले ठोस को ठंढा कर :—पिघली वस्तु ठंढी होने से पुनः ठोस रूप मे बदल जाती है। इस प्रक्रिया में ठोस रवे के रूप में मिलता है।

प्रयोग :—एक घड़िया में कुछ गंधक का चूर्ण ले लें। उसे गर्म करें। वह पिघल जायेगा। अब उसे ठंढा होने के लिए छोड़ दें। जब पपड़ी पड़ने लगे, तो उसे छेद दें और उससे बचे गंधक द्रव को उडेल दें। घड़िये की दीवार पर तथा पेंदी पर गंधक के सूच्याकार रवे प्राप्त होंगे।

रवा-जल (Water of crystallisation) :—शोरा, नमक, तूतिया, कसीस आदि के रवों को विभिन्न परखनलियों में गर्म करें। शोरा पिघल जायगा, नमक के कण नहीं पिघलेंगे एवं तूतिया या हरा कसीस के रवे रंगहीन हो जायेंगे और परखनलियों के ऊपरी भाग में द्रवकण जमा हो जायेंगे। जाँचने से पता चलेगा कि ये द्रवकण जलकण हैं। अतएव, हम पाते हैं कि शोरे, नमक, तूतिये तथा कसीस के रवे एक ही विधि से तैयार किये जाने पर भी बनावट में भिन्न हैं। तूतिये और हरे कसीस के अणु में जल-अणु भी बर्त्तमान हैं, किन्तु शोरे और नमक के अणु में नहीं। ये जलकण रवा-करण की क्रिया के समय वस्तु के अणुओं में प्रवेश कर जाते हैं और उनके अणु के साथ संयुक्त रहते हैं। इस जल को **रवाकरण का जल** अथवा **रवा-जल** कहते हैं। रवा जल युक्त रवों को **उदित** (Hydrate) कहते हैं। इन रवों को गर्म करने पर रवा जल निकल जाता है और रवे टूट जाते हैं तथा रंगीन रवे रंगहीन हो जाते हैं। उदित के निर्जल हो जाने के बाद बचे पदार्थ को निरुदित (anhydrous) कहते हैं।

अतः, **रवा-जल** वह जल है, जो रवे बनते समय रवों में प्रवेश कर उसमें संयुक्त रहता है, और जो रवों को रवे के रूप में रखने तथा किसी-किसी अवस्था में रवों को रंगीन बनाने के लिए आवश्यक है।

उदित में रवा-जल की मात्रा ज्ञात करना :

प्रयोग :—एक घड़िये को पहले तौल लें, फिर उसमें लगभग १-२ ग्राम तक उदित की मात्रा लेकर उसका भार ज्ञात कर लें। तत्पश्चात् उसे त्रिकोण (claypipe triangle) पर रखकर प्रकाशहीन ज्वाला में गर्म करें। जब उसका सारा पानी निकल जाय और सफेद-सा चूर्ण बच जाय, तो उसे शुष्क कारक (Desiceator) में रखकर ठंढा करें। इस रीति को दुहराएँ जबतक कि घड़िये में बचे हुए पदार्थ का भार स्थिर न हो जाय।

प्रयोग के आँकड़ों को इस प्रकार लिखें और उनसे रवा-जल की मात्रा की गणना करें।

ढक्कन सहित घड़िये का भार ··· ··· ··· a ग्राम

,, + उदित का भार ··· ··· b ग्राम

,, + निरूदित वस्तु का भार ···· c ग्राम

उदित में रवा-जल की प्रतिशत मात्रा $= \frac{b-c}{b-a} \times 100$

पुष्पण एवं प्रस्वेदन (Efflorescence and Deliquescence) :—कुछ उदित से, उन्हे खुली हवा में रख देने पर, बिना गर्म किये रवा-जल आंशिक रूप से अथवा पूर्ण रूप से निकल जाते है और वस्तु निरूदित होती है। ऐसी वस्तुओं को पुष्पणीय अथवा नोना लगनेवाली वस्तु कहते है। इस घटना को **पुष्पण** अथवा **नोना लगना** कहते है।

कुछ वस्तुएँ ऐसी भी होती हैं जिन्हे खुली हवा में रखने से वे गीली अथवा आर्द्र बन जाती है। ऐसी वस्तुओं को **जल-आकर्षक** (Hygroscopic) कहते है। इनमें कुछ इतनी जल-आकर्षक होती हैं कि आकर्षित जल मे विलीन होकर घोल बना देती हैं। ऐसी वस्तुओं को **प्रस्वेदनीय** अथवा **पसीजनेवाली** वस्तुएँ एवं इस घटना को **प्रस्वेदन** अथवा **पसीजना** कहते हैं।

गलना या पिघलना :—(Melting or fusion) आप जानते हैं कि मक्खन, घी, मोम आदि गर्म करने से पिघल जाते है। बर्फ हवा में रखने

पर थोड़ी गर्मी से पिघल कर पानी बन जाता है। किन्तु सोना, चाँदी, लोहा आदि कुछ ऐसी वस्तुएँ है जो अधिक गर्म करने पर पिघलती हैं। इससे यह स्पष्ट है कि प्राय: प्रत्येक ठोस वस्तु थोड़ी अथवा अधिक गर्मी पाकर तरल में बदल जाती हैं। अत: गर्मी के कारण ठोस वस्तुओं के द्रव में बदलने की क्रिया को **पिघलना** (Melting) अथवा **गलना** (Fusion) कहते हैं।

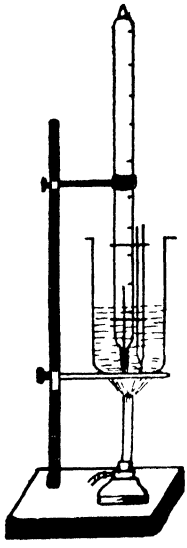
परन्तु प्रत्येक वस्तु के निश्चित दबाव पर पिघलने का एक निश्चित तापक्रम होता है, जिसे उस वस्तु का द्रवणांक (Melting point) कहते है। द्रव भी ठंढा करने पर उसी परिस्थिति में ठीक इसी तापक्रम पर पुन: ठोस में परिणत हो जाता है। यद्यपि किसी वस्तुविशेष के लिए द्रवणांक निश्चित होता है, विभिन्न पदार्थों के लिए द्रवणांक भिन्न-भिन्न होते हैं। द्रवणांक दबाव में परिवर्त्तन तथा अपद्रव्यों की उपस्थिति के कारण बदल जाते हैं।

मोम का द्रवणांक निकालना :—मोम का द्रवणांक दो विधियों से निकाला जाता है :—

(१) केश-नली विधि एवं (२) तरल मोम को ठोस में परिणत कर।

यहाँ पर केश-नली विधि का वर्णन किया जायगा।

प्रयोग :—एक शीशे की केश-नली (capillary tube) लें जो करीब २ इंच लम्बी हो। उसका एक छोर बन्द कर दें और उसमें मोम चूर्ण ले लें। तब उसे थर्मामीटर की घुण्डी से सटाकर एक बीकर में पानी के अन्दर इस तरह लटकाएँ कि केश नली का ऊपरी भाग पानी की सतह से ऊपर रहे (चि० ६)। पानी को गर्म करें। जब मोम पिघल कर पारदर्शी हो जाय तो तापमान नोट कर लें। पुन: मोम को ठंढा होने दें और दुबारा जब मोम ठोस बनने लगे, तो तापमान नोट कर लें। दोनों का औसत मान मोम का द्रवणांक होगा।



चित्र ६

वाष्पीभूत होना (Vaporisation) :—किसी ठोस या द्रव के वाष्प में परिणत होने की प्रक्रिया को वाष्पीभूत होना कहते हैं। यह दो तरह से होती है :—

(१) साधारण तापमान पर द्रव का वाष्प स्वयं वायुमंडल में जाता है।

(२) द्रव को गर्म करने से उसका अधिक वाष्प बनता है और किसी निर्दिष्ट तापमान पर द्रव खौलने लगता है।

वाष्पीकरण (Evaporation) :—द्रव के किसी भी तापक्रम पर धीरे-धीरे वाष्प बनकर उड़ने की प्रक्रिया को वाष्पीकरण कहते है। पानी के बदले यदि हम ईथर या अल्कोहल ले, तो वह पानी की अपेक्षा बहुत जल्दी वाष्प बनकर उड़ जाता है। द्रव के वाष्पीकरण से ठंढक पैदा होती है। तेजी से वाष्प बननेवाले द्रव को उड़नशील (Volatile) द्रव कहते है।

द्रव के वाष्पीकरण का वेग निम्न बातों पर निर्भर करता है :—

(१) द्रव के तापमान पर—जितना अधिक तापमान होगा उतनी ही जल्दी उसका वाष्प बनेगा।

(२) द्रव के पृष्ठतल के प्रसार पर—द्रव का प्रसार जितना ही अधिक होता है, उतना ही अधिक वाष्प बनता है।

(३) हवा की शुष्क अवस्था पर—हवा जितनी अधिक शुष्क होगी उतनी तेजी से वाष्पीकरण होगा।

(४) द्रव के ऊपरवाली हवा की गति पर—जितनी तेजी से द्रव के ऊपर से होकर हवा बहती है, उतना ही अधिक वाष्प बनता है।

(५) द्रव की विशिष्टता पर—जिन द्रवों का क्वथनांक कम होता है, वे उतनी ही तेजी से वाष्प में परिणत होते है।

उबाल (Boiling or Ebulltion) :—द्रव को गर्म करने से उसका तापमान बढ़ता है। बढ़ते-बढ़ते जब एक निर्दिष्ट तापमान पहुँच जाता है, तो द्रव बहुत तेजी से वाष्पीभूत होने लगता है और जबतक सब द्रव वाष्प में परिणत नहीं हो जाता, उसका तापमान स्थिर रहता है। इस प्रक्रिया को **उबलना** (Boiling or Ebullition) कहते है और इस स्थिर तापमान को उस द्रव विशेष का उबाल बिन्दु या क्वथनांक (Boiling point) कहते हैं। सभी द्रवों के उबाल विन्दु प्रायः निश्चित हैं। अपद्रव्यों की उपस्थिति तथा दबाव में हेर-फेर के कारण उबाल विन्दु में भी परिवर्त्तन हो जाता है।

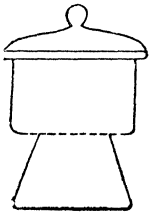
वाष्पीकरण एवं उबाल में अन्तर

वाष्पीकरण	उबाल
(१) इसकी प्रक्रिया धीरे-धीरे होती है।	(१) इसकी प्रक्रिया तेजी से होती है।
(२) यह द्रव के केवल पृष्ठतल पर होता है।	(२) यह द्रव के प्रायः प्रत्येक भाग में होता है।
(३) यह किसी भी तापक्रम पर होता रहता है।	(३) यह निश्चित तापक्रम पर होता है।
(४) द्रव का वाष्प-दबाव वायुमंडल के दबाव से कम रहता है।	(४) द्रव का वाष्प-दबाव वायुमंडल के वाष्प दबाव के बराबर होता है।

शुष्ककरण अथवा सुखाना (Desiccating or drying) :— आर्द्र वस्तुओं से जल के अंश को हटाने की प्रक्रिया को शुष्ककरण या सुखाना कहते हैं। जिन वस्तुओं में जल सोखने की क्षमता रहती है एवं जिन्हें आर्द्र वस्तुओं के सुखाने के लिए काम में लाया जाता है, उन्हे **शुष्ककारक पदार्थ** (Desiccating agent or drying agent) कहते है। प्रयोगशाला में वस्तुओं के सुखाने के लिये भिन्न-भिन्न प्रकार के यन्त्र एवं भिन्न-भिन्न प्रकार के शुष्ककारक पदार्थ व्यवहृत होते हैं।

साधारणतः आर्द्र ठोस वस्तुओं को गर्म कर सुखाने के लिए भाप प्रकोष्ट (Steam oven) तथा गर्म हवा प्रकोष्ट (Air oven) काम में आते हैं।

साधारण तापमान पर किसी ठोस या द्रव की नमी को दूर करने के लिए एक विशेष ढंग का उपकरण काम आता है, जिसे **शुष्ककारक** (Dessicator) कहते है (चि० १०)। यह काँच का एक पात्र है, जिसकी दीवार मोटी रहती है। इसके ऊपर का भाग घिसा रहता है और उसपर एक ढक्कन रहता है जिसके किनारे का नीचे का भाग भी घिसा रहता है। ढक्कन को पकड़ने के लिए बीच में एक घुंडी रहती है। मध्य में एक जस्ते की जाली अथवा चीनी मिट्टी की

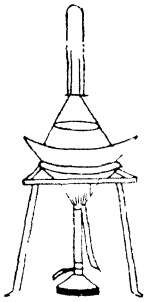


चित्र १०

एक सछिद्र तख्ती रहती है जिस पर आर्द्र वस्तु को बासन अथवा किसी अन्य पात्र में रख देते हैं। शुष्ककारक के निचले भाग में कैल्शियम क्लोराइड, स० गंधकाम्ल इत्यादि रखते हैं।

निम्नलिखित पदार्थ शुष्ककरण के लिए व्यवहार में लाये जाते है। कॉस्टिक सोडा, कॉस्टिक पोटाश, कलीचूना सं० गंधकाम्ल, कैल्शियम क्लोराइड, फॉसफोरस पेंटॉक्साइड इत्यादि। शुष्ककारक पदार्थ केवल शुष्ककारक में ही व्यवहृत नहीं होते बल्कि गैसों को सुखाने के लिए अन्य पात्र में भी व्यवहृत होते है। साधारणत: उल्फ बोतल, यू-नली आदि इसके लिए उपयुक्त होते है।

ऊर्ध्व पातन या उत्सादन (Sublimation) :—साधारणत: ठोस पदार्थ गर्म करने पर द्रव में पिघल जाते हैं, तत्पश्चात् अधिक गर्म करने पर वाष्प में परिणत होते है। किन्तु कुछ ऐसे भी ठोस पदार्थ हैं, जो गर्म करने पर द्रव रूप में नहीं परिणत होकर एकाएक वाष्प रूप मे बदल जाते है तथा ठंढा होने पर पुन: ठोस रूप में आ जाते हैं, जैसे—आयोडिन, नसादर, कपूर आदि। इस क्रिया को **ऊर्ध्वपातन** या **उत्सादन** (sublimation) कहते हैं तथा पुनरुपलब्ध ठोस पदार्थ को उर्ध्वपात अथवा उत्साद (sublimate) कहते हैं। अत: **ऊर्ध्वपातन** (**उत्सादन**) वह प्रक्रिया है जिसमें ठोस गर्म होने पर बिना पिघले वाष्प बन जाता है और वाष्प ठंढा होने पर पुन: पूर्ववत् ठोस में बदल जाता है।



चित्र ११

प्रयोग—एक बासन में कुछ आयोडिन रख कर उसे एक टीप से ढँक दें। बासन को एक तिपाई पर तार की जाली अथवा बालू ऊष्मक (sand bath) पर रख दें। टीप की डंटी के ऊपर एक परखनली को उलट कर रखें (चि० ११)। वाष्प को धीरे-धीरे गर्म करें। आयोडिन का सुन्दर बैंगनी वाष्प ऊपर उठते दीख पड़ेगा, जो टीप की दीवार पर ठंढा होकर काले ठोस के रूप में जम जाएगा। यही जमा हुआ ठोस उत्साद (sublimate) कहलाता है तथा यह प्रक्रिया उत्सादन कहलाती है।

ठोस वाष्पशील (volatile) वस्तुओं को शुद्ध करने में यह विधि प्रयुक्त होती है।

स्मरणार्थ

थिराना :—यह वह प्रक्रिया है, जिससे अनघुल ठोस मिश्रित द्रव को स्थिर छोड़ देने से ठोस कण नीचे बैठ जाते है एवं स्वच्छ द्रव ऊपर रह जाता है।

निथारना :—अनघुल ठोस मिश्रित द्रव के थिरा जाने के उपरान्त स्वच्छ द्रव को सावधानीपूर्वक दूसरे बर्त्तन में ढालने की क्रिया को निथारना कहते हैं।

छानना—द्रव तथा किसी अनघुल ठोस के मिश्रण से ठोस कणों को किसी सछिद्र माध्यम के सहारे पृथक् करने की क्रिया को छानना कहते हैं। सछिद्र माध्यम को **छनना** कहते हैं। छनना परत पर बचे ठोस को **अवशेष** एवं नीचे के छने द्रव को **छना द्रव** कहते हैं।

स्रवण :—यह वह क्रिया है जिसमें द्रव ताप पाकर वाष्प में परिणत हो जाता है और वाष्प ठंढा होकर पुनः द्रव में बदल जाता है।

यह प्रक्रिया दैनिक जीवन, औषधि बनाने तथा उद्योग-धंधों में भी व्यवहृत होती है।

घोल या विलयन :—किसी पदार्थ का किसी द्रव के साथ सम मिश्रण, जिसमें उनकी आपेक्षिक मात्राएँ कुछ निर्दिष्ट सीमाओं के अन्तर्गत बदली जा सकती है और जो स्वच्छ तथा पारदर्शक हो—**घोल** या **विलयन** कहलाता है। घोल का रंगीन होना अनिवार्य नहीं है। घोल के दो अंग होते हैं—(१) द्रव जिसे घोलक या विलायक कहते हैं और (२) द्रव में विलीन पदार्थ जिसे घुल्य या विलेय कहते हैं।

तनु और समाहृत घोल—तनु घोल उसे कहते है, जिसमें घुल्य की मात्रा अपेक्षाकृत कम रहती है। समाहृत घोल वह है, जिसमें घुल्य की मात्रा अधिक रहती है।

असंतृप्त घोल—वह है जिसमें किसी विशेष तापमान पर और अधिक घुल्य को घोलने की क्षमता हो।

संतृप्त घोल :—**संतृप्त घोल** वह है, जिसमें किसी निर्दिष्ट तापक्रम पर और अधिक घुल्य घोलने की क्षमता न हो। अर्थात् किसी विशेष तापक्रम पर संतृप्त घोल वह घोल है, जिसमें घुल्य के अनघुल कण एवं घोल परस्पर साम्य स्थिति में हों।

अतिसंतृप्त घोल :—यह विशेष प्रकार से प्राप्त एक विशेष घोल है, जिसमें किसी तापक्रम पर द्रव की मात्रा को संतृप्त करने के लिए जितना ठोस चाहिए, उससे अधिक ठोस घुला हुआ हो।

घुलनशीलता :—किसी निश्चित तापक्रम पर किसी ठोस की घुलनशीलता उसकी ग्राम में वह मात्रा है, जो १०० ग्राम स्रावित जल को उसी तापक्रम पर संतृप्त करने के लिए नितान्त पर्याप्त हो।

$$\text{घुलनशीलता} = \frac{\text{संतृप्त घोल में घुल्य की मात्रा} \times १००}{\text{घोलक की मात्रा}}$$

घुलनशीलता रेखा :—किसी वस्तु की घुलनशीलता-रेखा वह है जो विभिन्न तापक्रम पर उस वस्तु की जल में घुलनशीलता प्रदर्शित करती है।

जल में गैस की घुलनशीलता :—ठोस के समान गैस भी द्रवों में घुलते हैं, किन्तु ठोस की प्रवृत्ति के विपरीत गैसों की घुलनशीलता गर्म जल में ठंढे जल की अपेक्षा कम होती है। गैस की घुलनशीलता निम्न बातों पर निर्भर करती है—(१) गैस के गुण, (२) तापक्रम एवं (३) जल के सम्पर्क में स्थित गैस का दबाव।

जल के अतिरिक्त अन्य घोलक :—जल के अतिरिक्त अन्य द्रव भी घोलक के रूप मे काम आते हैं। इनमें अम्ल, क्षार तथा कार्बनिक यौगिकों में अल्कोहल, बेंजीन, कार्बन डाइसल्फाइड आदि मुख्य हैं।

रवा एवं रवाकरण :—सुडौल एवं ज्यामितिक आकारवाले ठोस कणों को रवा कहते हैं तथा जिस विधि से रवे तैयार किये जाते हैं, उसे रवाकरण अथवा रवे बनाना कहते है।

रवे साधारणत: निम्नलिखित विधियों से बनाये जाते हैं :—

(१) घोल को उबाल कर, (२) संतृप्त घोल को ठंढा कर, (३) उत्सादन विधि से एवं (४) द्रवित ठोस को ठंढा कर।

रवा-जल :—घोल से रवाकरण की प्रक्रिया में किसी-किसी पदार्थ के रवे के साथ जलअणु संयुक्त रहते है। इन जलअणुओं के कारण रवे का निश्चित आकार तथा कभी-कभी रंग भी पाया जाता है।

उदित :—जल युक्त रवों को उदित कहते हैं।

रवा जल की मात्रा :—उदित को गर्म कर रवाजल की मात्रा ज्ञात की जाती है।

पुष्पण एवं प्रस्वेदन :—जो उदित हवा में रखने पर आंशिक अथवा पूर्णरूप से निरुदित हो जाते है, उन्हें पुष्पणीय वस्तु कहते है एवं इस घटना को पुष्पण कहते है। जिन वस्तुओं में जल सोखकर उसीमें घुल जाने की प्रवृत्ति होती है, उन्हें प्रस्वेदनीय अथवा पसीजनेवाली वस्तु कहते है तथा इस घटना को प्रस्वेदन अथवा पसीजना कहते हैं।

गलना या पिघलना :—ताप के प्रभाव से किसी ठोस के द्रव में बदलने की प्रक्रिया को **गलना** या **पिघलना** कहते हैं। जिस निश्चित तापक्रम पर ठोस द्रव में परिणत होता है, उसे उस ठोस का **द्रवणांक** कहते है। ठोस का द्रवणांक प्रायः केश-नली विधि से निकाला जाता है।

वाष्पीभूत होना :—किसी ठोस या द्रव के वाष्प में परिणत होने की प्रक्रिया को वाष्पीभूत होना कहते है।

वाष्पीकरण :—द्रव के किसी भी तापक्रम पर धीरे-धीरे वाष्प रूप में बदलने की क्रिया को वाष्पीकरण कहते है। वाष्पीकरण से ठंढक पैदा होती है। तेजी से वाष्प बननेवाले पदार्थों को उड़नशील पदार्थ कहते हैं।

द्रव के वाष्पीकरण का वेग निम्न बातों पर निर्भर करता है :—

(१) द्रव के तापमान पर, (२) द्रव के पृष्ठतल के प्रसार पर (३) हवा की शुष्क अवस्था पर, (४) द्रव के ऊपरवाली हवा की गति पर तथा (५) द्रव की विशिष्टता पर।

उबाल :—गर्म किये जाने पर द्रव के किसी निश्चित तापमान पर वाष्प द्रव में परिणत होने की क्रिया का उबाल कहते है तथा उस स्थिर तापमान को उस द्रव का उबाल बिन्दु कहते हैं।

वाष्पीकरण और उबाल में अन्तर

वाष्पीकरण :—(१) इसकी प्रक्रिया धीरे-धीरे होती है।

(२) यह द्रव के केवल पृष्ठतल पर होता है।

(३) यह किसी भी तापक्रम पर होता रहता है।

(४) द्रव का वाष्प-दबाव वायु मंडल के दबाव से कम रहता है।

उबाल :—(१) इसकी प्रक्रिया तेजी से होती है।
(२) यह द्रव के प्रायः प्रत्येक भाग में होता है।
(३) यह निश्चित तापक्रम पर होता है।
(४) द्रव का वाष्प-दबाव वायुमंडल के दबाव के बराबर होता है।

शुष्ककरण :—आर्द्र वस्तुओं से जल के अंग को हटाने की प्रक्रिया को शुष्ककरण या सुखाना कहते हैं।

साधारण तापमान पर किसी ठोस या द्रव की नमी को दूर करने के लिए एक विशेष ढंग का उपकरण काम में लाया जाता है, जिसे शुष्ककारक कहते है।

गैसों के सुखाने के लिए कास्टिक सोडा, कास्टिक पोटाश, साम्द्र गन्धकाम्ल, कैलसियम क्लोराइड आदि काम में लाये जाते है।

ऊर्ध्वपातन या उत्सादन :—ऊर्ध्वपातन या उत्सादन वह प्रक्रिया है, जिसमें ठोस गर्म होने पर बिना पिघले वाष्प बन जाता है और वाष्प ठंढा होने पर पुनः पूर्ववत् ठोस मे बदल जाता है।

ठोस वाष्पशील वस्तुओं को शुद्ध करने में यह विधि प्रयुक्त होती है।

अभ्यास

१. (क) थिराना एवं (ख) निथारना की व्याख्या करें।

1. Explain the terms (a) sedimentation & (b) Decantation.

२. छानना क्या है? किसी अनघुल ठोस और जल के मिश्रण से ठोस के पृथक्करण की विधि का वर्णन करें।

2. What is filtration? Describe the method by which you would separate an insoluble solid form its mixture with water.

३. घोल क्या है? ऐसी वस्तुओं के नाम लें, जो जल में (क) कम, (ख) आसानी से एवं (ग) किसी भी अनुपात में घुलती हों।

3. What is a solution? Give names of the substances which dissolve (a) sparingly, (b) easily and (c) in any proportion in water.

४. संतृप्त घोल क्या है? कमरे के तापक्रम पर, शोरे के जल में संतृप्त घोल किस तरह बनायेंगे?

4. What is a saturated solution ? How will you prepare a saturated solution of Nitre in water at room temperature ?

५. संतृप्त घोल को (क) गर्म करने, (ख) ठंढा करने तथा (ग) तनु करने से क्या होता है ?

5. What happens when a saturated solution is (a) heated, (b) cooled and (c) diluted ?

६. अति संतृप्त घोल क्या है ? इसका किस प्रकार पता लगाएँगे कि दिया हुआ घोल (क) संतृप्त घोल (ख) असंतृप्त घोल अथवा (ग) अतिसंतृप्त घोल है ?

6. What is supersaturated solution ? How will you ascertain if a given solution is (a) saturated (b) unsaturated and (c) supersaturated ?

७. किसी वस्तु की 'घुलनशीलता' की व्याख्या करें । कमरे के तापक्रम पर साधारण नमक की जल में घुलनशीलता किस प्रकार ज्ञात करेंगे ?

7. Explain the term 'solubility of a substance'. How will you determine the solubility of common salt at room temperature ?

८. घुलनशील, घुल्य, घोलक एवं घुलनशीलता-रेखा की व्याख्या करें ।

8. Explain the terms—soluble, solute, solvent and solubility curve.

९. निम्नलिखित आँकड़ों से घुलनशीलता रेखा खींचें :—

	10°से०	20°से०	30°से०	40°से०	50°से०	60°से०
जिंक सल्फेट	42	51·5	60·5	70	76·85	83·2
फेरस सल्फेट	61	74·5	148	186	224	262
ताम्र सल्फेट	17·4	20·7	25	28·5	34	40

9. Draw the solubility curves from the following data :—

	10° C	20° C	30° C	40° C	50° C	60° C
Zink Sulphate	42	51·5	60·5	70	76·85	83·2
Iron Sulphate	61	74·5	148	186	224	262
Copper Sulphate	17·4	20·7	25	28·5	31	40

१०. ठोस और गैस की घुलनशीलता में क्या अन्तर है ? किसी प्रयोग द्वारा समझाएँ ।

10. What is difference between the solubilities of a solid and a gas. Explain it by an experiment.

११. गलने अथवा पिघलने से क्या समझते हैं ? उदाहरण देकर समझाएँ ।

11. What do you understand by melting or 'fusion' ? Explain with examples.

१२. द्रवणांक बिन्दु क्या है ? मोम का द्रवणांक बिन्दु किस प्रकार ज्ञात करेंगे ?

12. What is melting point ? How will you determine the melting point of wax.

१३. वाष्पीभूत होना, वाष्पीकरण एवं उबलने से क्या समझते हैं । प्रत्येक का उदाहरण दें ।

13. What do you understand by 'Vaporisation', 'Evaporation and Ebullition ? Give examples of each.

१४. उबाल बिन्दु क्या है ? उबाल बिन्दु पर अपद्रव्यों का क्या प्रभाव पड़ता है ?

14. What is boiling point ? What is the effect of impureties on boiling point ?

१५. उबाल एवं वाष्पीकरण में क्या अन्तर है ? समझाएँ ।

15. What is difference between 'boiling' and 'evaporation' ? Explain.

१६. शुष्ककरण एवं शुष्ककारक से क्या समझते हैं ? इनके क्या प्रयोजन हैं ?

16. What do you understand by 'Dessication or drying' and Dessicator ? What are their purposes ?

१७. गैस किस प्रकार शुष्क अवस्था में प्राप्त किये जाते हैं ? इन्हें सुखाने के लिए साधारणतः किन वस्तुओं का उपयोग होता है ?

17 How are gases obtained in the dry state ? What substances are commonly used for drying them ?

१८. ऊर्ध्वपातन अथवा उत्सादन से क्या समझते हैं ? कुछ ऐसी वस्तुओं के नाम लें, जो उत्साद के रूप में प्राप्त होती हैं।

18. What do you understand by 'sublimation' ? Name a few substances which are obtained as sublimate ?

१९. किसी उत्सद पदार्थ के शुद्धीकरण की विधि का वर्णन करें।

19. Describe a method for the purification of a sublimable substance.

२०. स्रवण विधि क्या है ? इससे किस तरह जल शुद्ध किया जाता है।

20. What is distillation ? How is water purified by this method ?

२१. रवा एवं रवाकरण से क्या समझते हैं ?

21. What do you understand by crystal and crystallisation ?

२२. रवा जल क्या है ? उदित में इसकी मात्रा किस प्रकार ज्ञात की जाती है ?

22. What is water of crystallisation ? How is the amount of water of crystallisation in a hydrate determined.

२३. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखें—

(क) पुष्पणी, (ख) प्रस्वेदन, (ग) संगठन जल एवं (घ) उदित।

23. Write short notes on the following :—

(a) Efflorescence, (b) Deliquescence, (c) Water of constitution and (d) Hydrate.

छठा अध्याय

नाम, संकेत और सूत्र
(Names, symbols and formulae)

आज तक १०२ तत्व ज्ञात हुए हैं। फिर भी तत्वों की खोज के लिए अनुसन्धान जारी हैं। आगे चलकर संभव है और नये तत्व ज्ञात हो जाएँ। साथ ही यह भी संभव है कि जो अभी तत्व समझे जाते हैं उनमें कई-एक तत्व की श्रेणी से हटकर यौगिक की श्रेणी में आ जायँ।

नामकरण (Nomenclature) :—तत्वों के नामकरण के कई एक आधार हैं। आविष्कार के बाद इनके नाम ग्रहों, नक्षत्रों, देश, काल या आविष्कारक के नाम पर रखे गये हैं।

संकेत :—(Symbol) सुविधा के लिए वैज्ञानिक तत्वों के पूरा नाम न लिखकर चिह्न से ही काम लेते आये हे। प्राचीन काल में हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, चाँदी, लोहा, पारा आदि को विभिन्न सांकेतिक चित्रों से दर्शाया जाता था। आजकल सर्वसम्मति से तत्वो को उनके नाम से लिए गये कुछ अक्षरों से दर्शाया जाता है, जिन्हें **संकेत** कहते हैं। जैसे हाइड्रोजन (Hydrogen) को H, कार्बन (Carbon) को C, ऑक्सीजन (Oxygen) को O, से दर्शाते हैं। अतः हाइड्रोजन का संकेत H, कार्बन का संकेत C, और ऑक्सीजन का संकेत O है।

तत्वों के संकेत के लिए या तो उनके अंग्रेजी नाम का प्रथम अक्षर, प्रथम दो अक्षर, प्रथम अक्षर के साथ अधिक स्पष्ट अन्य कोई अक्षर या नामों के विवरण में अधिक समता होने पर किसी-किसी तत्व के लैटिन नामों से एक या एक से अधिक अक्षर लिये जाते हैं। जैसे कार्बन (Carbon) के लिए C,

कैल्सियम (Calcium) के लिए Ca, क्लोरिन (Chlorine) के लिए Cl, कोबल्ट (Cobalt) के लिए Co एवं ताँबा (Copper, Cuprum) के लिए Cu संकेत हैं।

संकेत की विशेषता :—किसी तत्व का संकेत उस तत्व को दर्शाता है, उस तत्व के एक परमाणु का द्योतक है तथा भार के विचार से उस तत्व के परमाणु भार के समतुल्य है। जैसे H, हाइड्रोजन तत्व को दर्शाता है, हाइड्रोजन के एक परमाणु को बतलाता है तथा भार के विचार से हाइड्रोजन के १ भाग का द्योतक है।

कुछ तत्वों के नाम और उनके संकेत नीचे दिये जाते हैं।

अधातु (Non-metals)

नाम	संकेत	नाम	संकेत
आयोडिन (Iodine)	I	हाइड्रोजन (Hydrogen)	H
आर्गन (Argon)	A	हीलियम (Helium)	He
ऑक्सीजन (Oxygen)	O	नाइट्रोजन (Nitrogen)	N
कार्बन (Carbon)	C	नियन (Neon)	Ne
क्रिप्टन (Krypton)	Kr	फास्फोरस (Phosphorus)	P
क्लोरिन (Chlorine)	Cl	बोरन (Boron)	B
गंधक (Sulphur)	S	ब्रोमिन (Bromine)	Br
जेनन (Xenon)	Xe		

उपरोक्त तत्वों में से आयोडिन, कार्बन, गन्धक और फास्फोरस ठोस के रूप में, ब्रोमिन द्रव रूप में तथा अन्य प्रायः सभी गैस के रूप में मिलते हैं।

धातु (Metals)

नाम	संकेत	नाम	संकेत
अल्युमिनियम (Aluminium)	Al	पोटैशियम (Potassium)	K
आर्सेनिक (Arsenic)	As	बिस्मथ (Bismuth)	Bi
इरिडियम (Iridium)	Ir	बेरियम (Barium)	Ba
कैल्शियम (Calcium)	Ca	मैगनेसियम (Magnesium)	Mg
कोबल्ट (Cobalt)	Co	मैंगनीज (Manganese)	Mn
चाँदी (सिल्वर) (Silver)	Ag.	यूरेनियम (Uranium)	U
जस्ता (Zinc)	Zn	रेडियम (Radium)	Ra
क्रोमियम (Chromium)	Cr	लोहा (आयरन Iron)	Fe
टिन (वंग) (Tin)	Sn	सीसा (लेड Lead)	Pb
टंग्सटन (Tungsten)	W	सोडियम (Sodium)	Na
ताँबा (कॉपर Copper)	Cu	सोना (गोल्ड Gold)	Au
निकेल (Nickel)	Ni	स्ट्रॉन्सियम (Strontium	Sr
पारा (मर्करी Mercury)	Hg.		
प्लैटिनम (Platinum)	Pt		

उपरोक्त तत्वों में पारा को छोड़कर सभी ठोस रूप मे मिलते हैं। पारा तरल अवस्था में मिलता है।

उपधातु (Metalloid) :—आरसेनिक, एन्टीमनी दोनों में धातु एवं अधातु के गुण पाये जाते हैं। अतः उन्हें धातु की श्रेणी में भी रखा जा सकता है और अधातु में भी। ऐसे तत्व उपधातु कहलाते हैं।

सूत्र (Formula) :—जिस प्रकार तत्वो के संकेत होते हैं, जो उनके परमाणु के द्योतक हैं, उसी प्रकार तत्वों के अणु या यौगिक के अणु को भी संकेत द्वारा दर्शाया जाता है, इस संकेत को सूत्र या अणु सूत्र (Molecular formula) कहते हैं। किसी तत्व का अणुसूत्र उसके अणु में वर्त्तमान परमाणुओं की संख्या बतलाता है। यौगिक के अणुसूत्र से उस यौगिक के

अवयवीतत्वों तथा उसके अणु में वर्त्तमान तत्वों के परमाणुओं की संख्या का पता चलता है। जैसे हाइड्रोजन का अणुसूत्र H_2, ऑक्सीजन का O_2, पानी का H_2O, नमक का $NaCl$ तथा शोरे का KNO_3 है। भार के विचार से किसी वस्तु का अणुसूत्र उस वस्तु के अणुभार का भी द्योतक है।

अणुओं के संगठन के बारे मे अधिक ज्ञान प्राप्त करने के लिए कभी-कभी अन्य प्रकार के सूत्रों का भी काम मे लाते है, जिन्हें रचनात्मक सूत्र (Structural formula), चित्र-सूत्र (Graphical formula) आदि कहते है।

रासायनिक समीकरण :—रासायनिक क्रियाओं को प्रस्तुत करने के लिए सर्वसम्मति से माने गये सुगम साधन को रासायनिक समीकरण (Chemical equation) कहते हैं। रासायनिक समीकरण में प्रतिकारों के तथा फलित वस्तुओं के परमाणुओं अथवा अणुओं के बीच संतुलन रहता है। हाइड्राजन एवं ऑक्सीजन के बीच रासायनिक प्रतिक्रिया को निम्न समीकरण से दर्शाते हैं।

$$2H_2 + O_2 = 2H_2O$$

स्मरणार्थ

तत्वों के नाम :—तत्वों के नाम ग्रहों, नक्षत्रों, देश, काल अथवा आविष्कारको के नाम पर पड़े हैं।

संकेत :—तत्वों को लघु रूप में दर्शाने के लिए व्यवहृत चिह्नों को संकेत कहते है। ये तत्व के अंग्रेजी नाम का प्रथम अक्षर, प्रथम दो अक्षर, या प्रथम और अन्य स्पष्ट अक्षर के मेल अथवा नाम के विवरण की समानता के कारण लैटिन नाम से लिए गए अक्षर या अक्षरों के समूह होते हैं। जैसे हाइड्रोजन का संकेत H, कार्बन का संकेत C, इत्यादि।

संकेत की विशेषता :—किसी तत्व का संकेत उस तत्व का, उसके एक परमाणु का एवं भार के विचार से उस तत्व के परमाणु भार का द्योतक है।

तत्व के भेद :—तत्व दो प्रकार के होते है (१) धातु और (२) अधातु।

उपधातु :—जिन तत्वों मे धातु और अधातु दोनों के गुण पाये जाते है उन्हें उपधातु कहते हैं।

सूत्र :—किसी पदार्थ के अणु के संकेत को सूत्र कहते है। इसे अणु-सूत्र भी कहते हैं।

अणु-सूत्र :—किसी तत्व या यौगिक का अणु-सूत्र उस तत्व या यौगिक में वर्त्तमान तत्वो एवं तत्वों के परमाणुओं की संख्याओं तथा भार के विचार से उस तत्व या यौगिक के अणुभार का द्योतक है।

चित्र-सूत्र :—यह अणु-सूत्र के अतिरिक्त अणु में वर्त्तमान परमाणुओं के संगठन को बतलाता है।

समीकरण :—किसी रासायनिक क्रिया को उसमें भाग लेनेवाले पदार्थों एवं उससे फलित पदार्थों को उनके संकेत द्वारा संतुलित अवस्था में लिखने की विधि को समीकरण या रासायनिक समीकरण कहते हैं।

अभ्यास

१. संकेत क्या है ? कुछ तत्वों के संकेत लिखें।

1. What is symbol ? Write down the symbols of a few elements.

२ संकेत की विशेषता क्या है ?

2. What is the significance of a symbol ?

३. तत्वों के कितने भेद हैं ? प्रत्येक वर्ग से पाँच तत्वों के नाम संकेत सहित लिखें।

3. What are different kinds of elements ? Write with their symbols the names of five elements from each group.

४. उपधातु किसे कहते हैं। किन तत्वों को उपधातु की संज्ञा दी गई है और क्यों ?

4. What is metalloid ? What elements are classified as metalloids and why ?

५. अणुसूत्र से क्या समझते हैं ? सोडियम क्लोराइड, कैल्सियम कार्बोनेट, सोडियम हाइड्रॉक्साइड के अणुसूत्र लिखें।

5. What do you understand by the molecular formula ? Write the molecular formulae of sodium chloride, calcium carbonate and sodium hydroxide.

६. रासायनिक समीकरण क्या है ? निम्नलिखित रासायनिक प्रतिक्रिया के समीकरण लिखें—

(क) हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के बीच प्रतिक्रिया होने से जल बनता है ।

(ख) सोडियम हाइड्रॉक्साइड और नाइट्रिक एसिड के बीच प्रतिक्रिया होने से सोडियम नाइट्रेट और जल मिलते हैं ।

(ग) जिंक और गन्धकाम्ल के बीच प्रतिक्रिया होने से जिंक सल्फेट और हाइड्रोजन मिलते हैं ।

6. What is chemical equation ? Write down the equations of the following chemical reactions—

(a) When hydrogen and oxygen react, water is formed.

(b) When sodium hydroxide reacts with sulphuric acid, sodium nitrate and water are formed.

(c) When zinc reacts with sulphuric acid, zinc sulphate and hydrogen are produced.

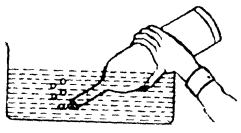
सातवाँ अध्याय

हवा
(Air)

पृथ्वी के चारों ओर अदृश्य गैसो का आवरण है। गैसों के इस अदृश्य आवरण को वायुमंडल (Atmosphere) कहते है और गैसों के इस मिश्रण को वायु अथवा हवा (Air) कहते हैं। इसमें न रंग है, न गंध और न स्वाद ही है। अतः, साधारणतः बहुत कम लोगों का इसके अस्तित्व तथा इसकी बनावट का ज्ञान है। प्राचीन काल के बहुतेरे दार्शनिक (Philosophers) इसे पदार्थ तक नहीं मानते थे। किन्तु वैज्ञानिकों के प्रयोगों ने इसे पूर्णतः प्रमाणित कर दिया है कि हवा एक पदार्थ है। यह न तो तत्व है, न यौगिक वरन् विभिन्न तत्वों और यौगिक पदार्थों का मिश्रण है।

हवा एक पदार्थ है :

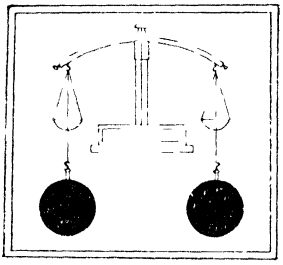
अन्य पदार्थों के जैसा हवा का भी निजी भार एवं आयतन होता है। वह दबाव डालती है एवं इन्द्रियों द्वारा उसका अनुभव होता है। जब हवा चलती है, तो उसके स्पर्श का अनुभव हमारी इन्द्रियों द्वारा होता है। हवा द्रव रूप में ठीक जल की तरह दीख पड़ती है।



चित्र १२

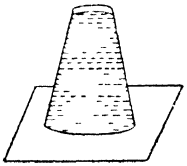
प्रयोग (१)—यदि एक पतले मुँहवाली बोतल को पानी में डुबाएँ तो देखेंगे कि जैसे-जैसे पानी अन्दर प्रवेश करता है, हवा के बुलबुले बाहर निकलते दीख पड़ते हैं (चि० १२)। यह इस बात को प्रमाणित करता है कि हवा का अस्तित्व है तथा इसका आयतन होता है।

प्रयोग (२)—शीशे का एक ग्लोब (Globe) लेते हैं, जिसमें एक डाट (Stop corck) लगा रहता है। उसके अन्दर से वायु पम्प (Air pump) द्वारा हवा को निकाल देते हैं। तत्पश्चात् उसको ठीक उसी के समान आयतनवाले दूसरे ग्लोब से संतुलित कर लेते हैं (चि० १३)। अब डाट खोलने पर पायेंगे कि जैसे-जैसे हवा अन्दर प्रवेश करती है, उस ग्लोब के भार बढ़ने से पलड़ा झुकता जाता है और यह प्रमाणित करता है कि हवा में भार होता है।



चित्र १३

प्रयोग (३)—एक शीशे के गिलास या गैस पात्र (gas jar) को पानी से भर दें और उसको कागज से इस प्रकार ढँक दें कि पानी और कागज के बीच हवा के बुलबुले न रहें। अब उस पात्र को सावधानीपूर्वक उलट दें। जबतक कागज नहीं भीगेगा, पानी नहीं गिरेगा। इससे यह स्पष्ट है कि नीचे से हवा के दबाव के कारण पानी नहीं गिरता। अतः, हवा दबाव डालती है (चि० १४)।



चित्र १४

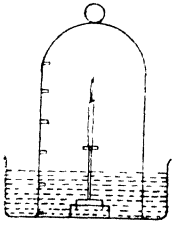
हवा में एक से अधिक पदार्थ वर्त्तमान हैं :

प्रयोगों द्वारा यह प्रमाणित हो सकता है कि हवा में एक से अधिक पदार्थ वर्त्तमान है, जिनके निजी गुण लुप्त नहीं होते। अतः, हवा न तो तत्व है न यौगिक है, वरन् विभिन्न पदार्थों का मिश्रण है।

मोमबत्ती का जलना :

प्रयोग (१) :—यदि एक जलती मोमबत्ती को शून्यक पम्प (Exhaust pump) के घंटा कलश (Bell jar) में रखकर उससे हवा निकाल दें, तो मोमबत्ती तुरत बुझ जायगी। अतः, जलाने के लिए हवा का होना आवश्यक है।

प्रयोग (२) :—एक नाद में पानी लेकर उसमें एक स्तम्भ पर एक मोमबत्ती जला दें। फिर, उसे पाँच भागों में अंकित एक घंटा कलश से ढक दें (चि० १५)। मोमबत्ती थोड़ी देर तक जलेगी और फिर टिमटिमाती हुई धुंआ देकर बुझ जायगी। ठंढा होने पर घंटा कलश में पानी नीचे से पहला चिह्न तक चढ़ जायगा। इससे हम पाते हैं कि हवा के



चित्र १५

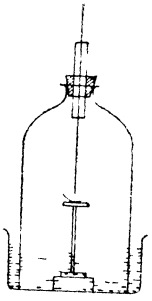
अधिक अंश रहते हुए भी मोमबत्ती बुझ जाती है। अतः, यह स्पष्ट है कि हवा मे कम-से-कम दो विभिन्न गुणवाले पदार्थ वर्त्तमान है, जिनमें एक मोमबत्ती के जलाने मे काम आता है और दूसरा निष्क्रिय है।

गंधक का जलना :

प्रयोग (३) :—एक गोल पेंदे के फ्लास्क मे कुछ गंधक लेकर उसका मुँह रबर के काग से कस कर बन्द कर दें। फ्लास्क को गर्म करें। गंधक पहले पिघलेगी और अधिक गर्म होने पर नीले लौ के साथ जलने लगेगी। ठंढा होने पर फ्लास्क के मुँह का एक नाद में पानी के अन्दर खोले। कुछ पानी चढ़ेगा और फ्लास्क के शेष भाग में हवा का अवशेष रहेगा, जो मोमबत्ती के जलने के बाद बचे हुए निष्क्रिय गैस के समान है। अतः, यह स्पष्ट है कि हवा में कम-से-कम दो पदार्थ हैं, जिनमे एक गंधक के जलाने के लिए आवश्यक है तथा दूसरा निष्क्रिय है।

फास्फोरस का जलना :

प्रयोग (४) :—एक नाद में कुछ पानी ले। उसमे लोहे का एक स्तम्भ रख दें। फॉस्फोरस के एक छोटे टुकड़े को सुखाकर स्तम्भ में लगे हुए चम्मच में रख दें। फिर उसे एक पाँच भाग अंकित घंटा कलश से ढँक दे। तत्पश्चात् काँच की गरम छड़ से, जो घंटा कलश के ऊपरी मुँह बन्द करनेवाले रबर की काग से हाकर लगी रहती है, फास्फोरस को जला दे। फास्फोरस उजले धुएँ के साथ जल उठेगा (चि० १६)। ठंडा होने पर पानी घटा कलश मे पहले की भाँति नीचे से पहले चिह्न तक चढ़ जायगा। हवा के शेष भाग के सभी गुण ऊपर के प्रयोगो में बचे हुए निष्क्रिय गैस के समान ही है। अतः, यहाँ भी हम पाते है कि हवा में कम-से-कम दो पदार्थ है—जिनमें एक फास्फोरस के जलाने के लिए आवश्यक है तथा दूसरा निष्क्रिय है।



चित्र १६

जंग लगना :—दैनिक जीवन में हम पाते है कि लोहे को छड़, लोहे के बर्त्तन या औजार आदि को खुली हवा में छोड़ देने से उन पर भूरे रंग की एक परत जम जाती है। इस भूरे रंग की परत को, जो भुरभुरी होती है तथा

आसानी से झाड़ दिया जा सकता है, जंग या मोरचा (rust) कहते हैं। इस क्रिया को जंग या मोरचा लगना (Rusting of iron) कहते हैं। इसी तरह की क्रिया ताम्बे, पीतल, जस्ता आदि धातुओं के साथ भी होती है। न तो केवल शुष्क वायु में, न हवा रहित जल में लोहे पर जंग लगता है, वरन् दोनों की सम्मिलित क्रिया से धातुओं में जंग लगता है।

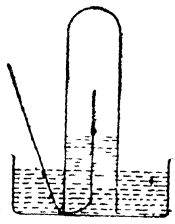
प्रयोग (६)—एक घड़ी के शीशे में थोड़ा लौह चूर्ण रखकर उसे शुष्ककारक (Desiccator) में रख दें। उसमें जंग नहीं लगता।

प्रयोग (७)—तुरत के उबाले हुए हवारहित जल में कुछ लोहे की चमकीली कीलें रख दें। उनमें जंग नहीं पकड़ता।

प्रयोग (८)—एक घड़ी के शीशे में कुछ लौह कण ले लें और उसे जल से भिगा दें। तत्पश्चात् उसे खुली हवा में रख छोड़ें। धीरे-धीरे जंग लगने से वे (लौह कण) भूरे रंग के हो जायेंगे।

उपरोक्त प्रयोगों से यह स्पष्ट है कि जंग लगने के लिए हवा तथा जल दोनों ही आवश्यक हैं। लोहे के कण जल के माध्यम से ही हवे के क्रियाशील भाग द्वारा आक्सीकृत हो जाते हैं।

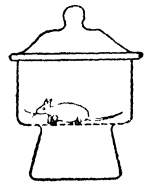
प्रयोग (९)—एक गैसपात्र को नाद में पानी के ऊपर उलट दें। उसके अन्दर एक लोहे के चमकीले तार को प्रविष्ट कराएँ (चि० १७) और उसे उसी अवस्था में कुछ दिनों तक छोड़ दें। तार का जो भाग पानी में है, वह चमकीला रहेगा किन्तु हवा में रहनेवाला भाग भूरे रंग का हो जायगा। वह जंग लगने के कारण ऐसा है। साथ ही साथ आप पाएँगे कि पानी की सतह ऊपर उठकर गैसपात्र के $\frac{1}{5}$ भाग को भर दिया है। बचे हुए गैस में न तो कोई चीज जल सकती है न उसमें कोई जीव जीवित रह सकता है।



चित्र १७

साँस लेना

प्रयोग (१०)—एक शुष्ककारक के निचले कोष्ठ में कास्टिक सोडा का घोल रख दें तथा ऊपरवाले कोष्ठ में एक मेढक या चूहिया रख कर ऊपर से ढक्कन बन्द कर दें (चि० १८)। हवे का जब क्रियाशील भाग समाप्त हो जायेगा, तब वह जानवर जीवित न रह सकेगा। बचे हुए गैस को जाँचने से पता चलेगा कि वह ठीक वैसा ही है, जैसा कि मोमबत्ती,



चित्र १८

गंधक, फास्फोरस के जल जाने के बाद एवं मोरचा लगने के बाद बचा हुआ निष्क्रिय गैस मिलता है। अतः इस साँस लेने की क्रिया में भी हवा का क्रियाशील भाग ही काम आता है।

इससे यह स्पष्ट है कि हवे में कम से कम दो पदार्थ हैं, जिनमें एक वस्तुओं के जल ने, मोरचा लगने तथा जीवों को जीवित रखने में सहायक है; अतएव यह क्रियाशील भाग है। इसको ऑक्सीजन कहते हैं। जीव-जन्तु सभी साँस द्वारा इसी भाग को काम में लाते हैं एवं जीवित रहते है। दूसरा भाग निष्क्रिय है, जो नाइट्रोजन कहलाता है।

उपरोक्त प्रयोगों से हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं—

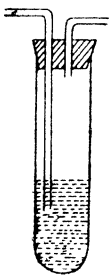
(१) हवे में कम से कम दो पदार्थ हैं जिनमें एक क्रियाशील है तथा दूसरा निष्क्रिय।

(२) जलने, मोरचा लगने तथा साँस लेने की सभी क्रियाएँ समान हैं तथा इनमें केवल हवे का क्रियाशील भाग ही काम आता है।

(३) क्रियाशील भाग आयतन के विचार से लगभग $\frac{1}{5}$ भाग तथा निष्क्रिय भाग $\frac{4}{5}$ भाग है।

(४) जलना, मोरचा लगना तथा साँस लेना ये सभी ऑक्सीकरण की क्रियाएँ हैं। अतएव मोरचा लगने की क्रिया **मन्द दहन** (Slow combustion) की क्रिया कहलाती है।

इन दो अवयवों के अतिरिक्त अल्प मात्रा में अन्य पदार्थ भी वर्त्तमान हैं, जैसे—कार्बन डाइऑक्साइड, जलवाष्प, धूलकण, आर्गन आदि—



चित्र १६

हवा में कार्बन डाइऑक्साइड है :—कार्बन युक्त पदार्थ के जलने तथा सड़ने या साँस लेने पर खाद्यपदार्थ के अन्तः दहन (Internal combustion) से कार्बन डाइऑक्साइड बनता है, जो हवा में मिल जाता है। अतः हवा में कार्बन डाइ-ऑक्साइड का पाया जाना हर तरह से सम्भव है।

प्रयोग (१)—(चि० १६) जैसे उपकरण में थोड़ा स्वच्छ चूना-जल लेकर उससे हवा प्रवाहित करें। स्वच्छ द्रव का रंग दुधिया हो जायगा। कार्बन डाइऑक्साइड चूने के पानी को दुधिया कर देता है। अतः हवा में कार्बन डाइऑक्साइड है।

प्रयोग (२)—एक घड़ी के शीशे में थोड़ा स्वच्छ चूना का पानी (Lime water) लेकर खुली हवा में रख दें। कुछ देर के बाद हम पायेंगे कि द्रव की सतह पर छाली (Scum) पड़ गया है। यह चूने के साथ कार्बन डाइ ऑक्साइड की प्रतिक्रिया से प्राप्त अघुल कैल्सियम कार्बोनेट है।

हवा में जलवाष्प है :—दैनिक जीवन में हम पाते हैं कि किसी बर्त्तन में पानी रख छोड़ें तो वह धीरे-धीरे लुप्त हो जाता है। भीगे कपड़े आदि को हवा या धूप में रखने से वे सूख जाते हैं। गर्मी के दिनों में कुछ जलाशय भी सूख जाते हैं। यह पानी जाता कहाँ है ? जलवाष्प बनकर वायुमंडल में मिल जाता है। अतः हवा में जलवाष्प का रहना हर प्रकार संभव है।

प्रयोग (१)--एक घड़ी के शीशे या पात्री (Basin) में कुछ ठोस कैल्शियम क्लोराइड लेकर हवा में रख दें। कुछ समय के बाद कैल्शियम क्लोराइड आर्द्र अथवा गीला दिखाई देगा। कैल्शियम क्लोराइड जो जलग्राहक (hygroscopic) है, वायुमंडल से जल सोख लेता है, अतएव आर्द्र बन जाता है। अतः यह साबित होता है कि हवा में जलवाष्प है।

यह क्रिया अन्य दिनों की अपेक्षा बरसात के दिनों में अधिक होती है। इसी कारण से साधारण नमक ैल्शियम क्लोराइड और मैगनेसियम क्लोराइड जैसे अशुद्धियों के कारण बरसात के दिनों में गीला हो जाता है।

प्रयोग (२)—एक बीकर में थोड़ा बर्फ मिश्रित पानी ले लें। ठंढक के कारण हवे से जल-वाष्प के कण संघनित (Condensed) होकर बीकर के बाहरी दीवारों पर पानी की बूंद के रूप मे जमा हो जाते हैं।

इस तरह का प्रमाण हम प्रकृति में भी पाते हैं। जाड़े के दिनों में हवा में वर्त्तमान जलवाष्प रात में ठंढक से संघनित होकर ओस के रूप में पत्तों या घासों पर जमा हो जाता है।

हवा में धूलकण हैं:—हवा द्वारा या सड़कों पर सवारियों आदि के चलने से धूल उड़ती है। धूल के सूक्ष्म कण हलके होने के कारण हवा में अवलम्बित रहते हैं। परन्तु साधारणतः दिखाई नहीं देते। अतः हवा में धूल-कण का पाया जाना सम्भव है।

प्रयोग—छप्पर या खिड़की आदि के छिद्रों से होकर आते हुए सूर्य के किरण-पुंज (Bunch of rays) को देखें। हवा में वर्त्तमान धूल-कण

सूर्य के प्रकाश में चमकते हैं, अतः सूर्य के किरण पुंज दिखाई पड़ते हैं। यदि हवा में धूल-कण नहीं होते, तो ये किरण पुंज दिखाई नहीं पड़ते; क्योंकि वे स्वयं अदृश्य है।

इन अवयवों के अतिरिक्त हवा में कुछ विरल (Rare) गैस भी है, जैसे—आर्गन (Argon), हीलियम (Helium), नियन (Neon), क्रिप्टन (Krypton) और जेनन (Xenon), परन्तु ये इतनी अल्प मात्रा में वर्त्तमान हैं कि इनका प्रभाव हम अनुभव नहीं करते। तड़ित (Lightning) के कारण हवा में कुछ ओजोन (Ozone) तथा नाइट्रोजन के कुछ ऑक्साइड तथा नाइट्रिक अम्ल भी वायुमंडल में वर्त्तमान है। उद्योग धंधेवाले नगरों के निकट वायुमंडल में कुछ सल्फर डाइऑक्साइड (sulphur dioxide) भी रहता है।

प्राकृतिक एवं दैनिक जीवन में हवा के अवयवों का महत्त्व

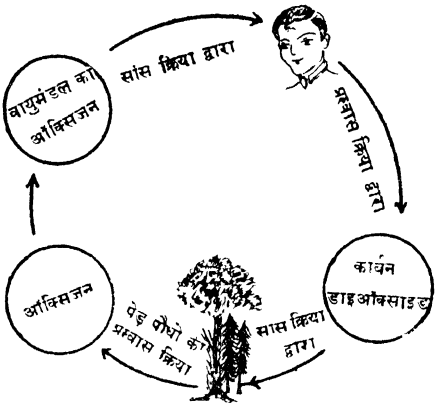
सभी जीव-जन्तुओं के सांस लेने के लिए हवा अनिवार्य है। इसके अभाव में कोई भी प्राणी जीवित नहीं रह सकता। यह दहन का भी पोषक है अतएव इसका उपयोग दैनिक जीवन में चीजों के जलाने के लिए होता है। उद्योग-धंधों में भी इस प्रकार का उपयोग जरूरी है। इन सभी क्रियाओं में ऑक्सीजन काम आता है।

यद्यपि नाइट्रोजन निष्क्रिय है, तोभी यह कम उपयोगी नहीं है। प्रकृति में, वनस्पति इसे तत्व के रूप में ही ग्रहण कर प्रोटीन (Protin) जैसे पदार्थ का निर्माण करते हैं। विभिन्न वस्तुओं के निर्माण के लिए भी वायु-मंडल का नाइट्रोजन ही काम में लाया जाता है। निष्क्रिय वातावरण के लिए भी तात्विक नाइट्रोजन का उपयोग होता है।

कार्बन डाइऑक्साइड भी कम महत्त्व का नहीं है। इससे पेड़-पौधे कार्बन ग्रहण करते है। पक्की दीवारों के पलास्तर (Plaster) या ईंटों के जोड़ने के मसाले वायुमंडल से कार्बन डाइऑक्साइड ग्रहण करते है। दीवारों पर चूना पोतने (White washing) में वायुमंडल का कार्बन डाइऑक्साइड कम उपयोगी नहीं है। चूने के साथ कार्बन डाइऑक्साइड की प्रतिक्रिया के फलस्वरूप कैल्शियम कार्बोनेट बनता है, जिसकी एक सफेद चिकनी परत दीवारों पर जम जाती है।

जलवाष्प और धूल-कण के कारण बादल, कुहासा, आदि बनते हैं। हवा में जलवाष्प की अल्प मात्रा जीवों के साँस लेने में आरामदेह है।

ऑक्सीजन-चक्र (Oxygen cycle) :—हवा में कोयला, लकड़ी आदि के जलने से कार्बन डाइऑक्साइड बनता है। जीव-जन्तुओं के साँस लेने में ऑक्सीजन ही काम आता है तथा इनके साँस छोड़ने पर साँस की हवा में कार्बन डाइऑक्साइड निकलता है। यह कार्बन डाइ-ऑक्साइड हवा में मिल जाता है। आंशिक रूप से यह हवा में रह जाता है तथा आंशिक रूप से जल आदि में घुल जाता है। किन्तु इससे मुख्यतः पेड़-पौधे साँस लेकर कार्बन ग्रहण करते हैं और ऑक्सीजन छोड़ते हैं। अतः ऑक्सीजन की मात्रा बराबर हवा में संतुलित रहती है। इसे **ऑक्सीजन चक्र** (Oxygen cycle) कहते हैं (चि० २०)।



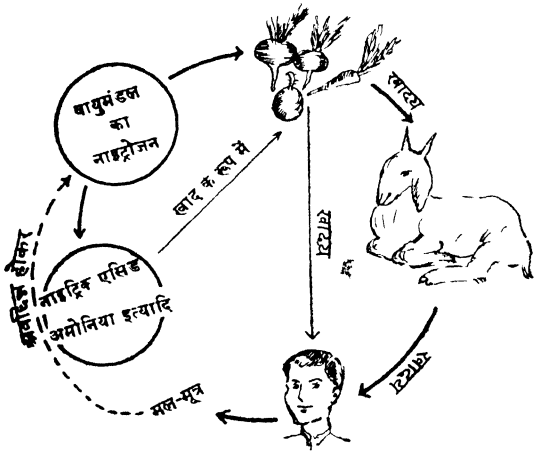
चित्र २०

नाइट्रोजन-चक्र (Nitrogen cycle) :—वायुमंडल से पौधे नाइट्रोजन को नाइट्रोजन के रूप में (लेगुमिनस पौधे, जैसे—मटर, चना आदि वायुमंडल से नाइट्रोजन को ग्रहण कर लेते हैं) या इसके यौगिक को खाद के रूप में ग्रहण करते हैं।

जब कभी बिजली चमकती है, नाइट्रोजन और ऑक्सीजन का संयोग होता है एवं नाइट्रिक ऑक्साइड बनता है, जो क्रमशः ऑक्सीजन द्वारा नाइट्रोजन पेरॉक्साइड तथा जल द्वारा नाइट्रिक अम्ल में परिणत हो जाता है। नाइट्रिक अम्ल मिट्टी से प्रतिक्रिया कर नाइट्रेट बनाता है और पौधे इसे ग्रहण करते हैं। पौधों में प्रोटीन बनता है। प्राणी इस प्रोटीन को सीधे पौधों से या प्राणियों से (मांसादि से) भोजन के रूप में ग्रहण करते हैं।

प्राणियों से नाइट्रोजन पेशाब में यूरिया के रूप में प्रकृति में जाता है, जो विच्छिन्न होकर नाइट्रोजन देता है। अथवा पेड़-पौधे और प्राणी जब मरते हैं

और सड़ते हैं, तो उनके नाइट्रोजन का कुछ भाग मुक्त नाइट्रोजन के रूप में वायुमंडल में चला जाता है, पर अधिकतर भाग सड़ने की क्रिया में विभिन्न यौगिको में परिणत होता है और वह विशेष कीटाणु (Bacteria) द्वारा नाइट्रोजन में बदल जाता है और वायुमंडल में चला जाता है।

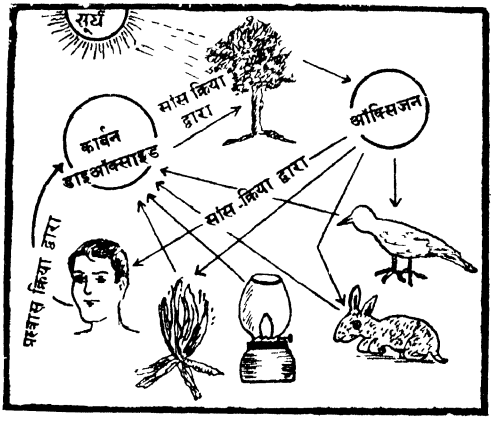


चित्र २१

इस प्रकार नाइट्रोजन वायु से मिट्टी में जाता है, मिट्टी से पौधो मे, पौधो से प्राणियों में और प्राणियों से वायुमंडल में चला जाता है। इसे "नाइट्रोजन-चक्र" कहते हैं (चि० २१)। यह चक्र प्रकृति मे सदा चलता रहता है; अतएव वायुमंडल में नाइट्रोजन की मात्रा संतुलित रहती है।

कार्बन डाइऑक्साइड-चक्र (Carbon dioxide cycle) :— प्राणियों और पौधों के साँस लेने, ईंधन के जलने और वनस्पति और जान्तव पदार्थों के सड़ने से कार्बन डाइऑक्साइड बनता है। पेड़-पौधे इस कार्बन डाइऑक्साइड को ग्रहण कर, सूर्य-प्रकाश में ऑक्सीजन को वायुमंडल में छोड़ देते हैं और कार्बन से बढ़ते, फलते-फूलते हैं। इन पौधो, फूलो, पत्तियों तथा अन्य कार्बनयुक्त खाद्यपदार्थों को खाकर मनुष्य तथा अन्य जीव बढ़ते और जीवित रहते हैं।

श्वास की क्रिया में ऑक्सीजन द्वारा इन कार्बन युक्त पदार्थों का दहन होता है और फलस्वरूप कार्बन डाइऑक्साइड बनता है जो प्रश्वास क्रिया से वायुमंडल में चला जाता है। अतः कार्बन डाइऑक्साइड का एक चक्र पूरा हो जाता है और इसके द्वारा वायु-मंडल में कार्बन डाइ-ऑक्साइड की मात्रा संतुलित रहती है। इसे 'कार्बन डाइऑक्साइड-चक्र' कहते हैं (चि० २२)।



चित्र २२

स्मरणार्थ

हवा एक पदार्थ है—अन्य पदार्थों की तरह हवा का भी अपना भार एवं आयतन होता है। वह दबाव डालता है एवं इन्द्रियों द्वारा उसका अनुभव होता है।

हवा में एक से अधिक पदार्थ वर्त्तमान हैं—मोमबत्ती, गन्धक, फास्फोरस आदि के जलने एवं कतिपय अन्य प्रयोगों से यह साबित होता है कि हवा में एक से अधिक पदार्थ वर्त्तमान हैं। इनमें दो अवयव मुख्य हैं :—(१) क्रियाशील भाग एवं (२) निष्क्रिय भाग। क्रियाशील भाग आयतन के विचार से लगभग $\frac{1}{5}$ भाग तथा निष्क्रिय भाग $\frac{4}{5}$ भाग है। जलने, मोरचा लगने तथा साँस लेने की सभी क्रियाओं में केवल क्रियाशील भाग ही उपयुक्त होता है। क्रियाशील भाग को ऑक्सीजन एवं निष्क्रिय भाग को नाइट्रोजन कहते हैं।

जंग लगना—लोहे की छड़ या किसी अन्य औजार को खुली हवा में छोड़ देने से उन पर भूरे रंग की एक परत जम जाती है। इस भूरे रंग के परत को जो भुरभुरी होती है तथा आसानी से झाड़ दी जा सकती है, जंग या मोरचा कहते हैं तथा इस क्रिया को जंग लगना कहते हैं। जंग लगना भी लोहे का ऑक्सीजन के साथ संयोग की क्रिया है।

साँस और प्रश्वास की क्रिया—प्राणिज जब साँस लेते हैं, तो हवा अन्दर चली जाती है और इसका ऑक्सीजन अन्तःक्रिया में काम आता है। प्रश्वास की क्रिया में कार्बन डाइऑक्साइड निष्क्रिय गैस के साथ बाहर चला आता है।

हवा में कार्बन डाइऑक्साइड है—ऑक्सीजन तथा नाइट्रोजन के अतिरिक्त हवा में अन्य पदार्थ भी हैं जिनमें कार्बन डाइऑक्साइड एवं जल-वाष्प मुख्य हैं।

चूना-जल हवा में रखे जाने पर अथवा चूना-जल से हवा बुलबुलाने पर दुधिया हो जाता है। अतएव यह स्पष्ट है कि हवा में कार्बन डाइऑक्साइड है।

हवा में जल-वाष्प है—नितदिन जल के वाष्पीकरण तथा आर्द्र वस्तुओं के सूखने से जलवाष्प हवा में चला जाता है। अतः हवा में जलवाष्प का रहना हर तरह सम्भव है।

एक बीकर में थोड़ा बर्फ-मिश्रित पानी ले लें। ठंढक के कारण वायु-मंडल में वर्त्तमान जलवाष्प संघनित होकर जलकण के रूप में जमा हो जाता है।

प्रकृति में भी हम इस तरह की घटना, विशेषकर जाड़े के दिनों में, पाते हैं। सबेरे घासों या पत्तों पर ओस-कण वायुमंडल में वर्त्तमान जलवाष्प के संघनन के ही फलस्वरूप हैं।

हवा में धूल-कण हैं—छप्पर या खिड़की आदि के छिद्रों से होकर आते हुए सूर्य के किरण-पुञ्ज के प्रकाश से हवा में वर्त्तमान धूल-कण चमकने लगते हैं। धूल-कणों के चमकने के फलस्वरूप किरण-पुञ्ज दृष्टिगोचर प्रतीत होते हैं।

हवा के अन्य अवयव—ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन डाइऑक्साइड तथा जलवाष्प के अतिरिक्त हवा में कुछ विरल गैस भी वर्त्तमान हैं। इनमें आर्गन, हीलियम, नियन, क्रिप्टन एवं जेनन आदि हैं।

प्राकृतिक एवं दैनिक-जीवन में हवा के अवयवों का महत्त्व

ऑक्सीजन—सभी प्राणियों के साँस लेने, वस्तुओं के जलने तथा अनेक औद्योगिक पदार्थों के निर्माण-कार्य में ऑक्सीजन व्यवहृत होता है। प्रत्येक दृष्टिकोण से मनुष्य के जीवन के लिए ऑक्सीजन अनिवार्य है।

नाइट्रोजन—नाइट्रोजन यद्यपि निष्क्रिय है, तोभी मानव जाति के लिए कम उपयोगी नहीं है। वनस्पति द्वारा प्रोटीन-निर्माण, खाद के उत्पादन तथा

औद्योगिक दृष्टिकोण निष्क्रिय वातावरण उत्पन्न करने के लिए नाइट्रोजन का व्यवहार होता है।

जलवाष्प एवं धूलकण—जलवाष्प और धूल-कण आदि के कारण बादल, कुहासा, ओस-कण आदि बनते हैं। हवा में जलवाष्प की अल्पमात्रा जीवों के साँस लेने में आरामदेह है।

ऑक्सीजन-चक्र—पदार्थों के जलने तथा प्राणिज की साँस-क्रिया में वायु-मंडल का ऑक्सीजन प्रयुक्त होता है। दहन तथा प्रश्वास क्रिया से प्राप्त कार्बन डाइऑक्साइड मिलता है, जिसे पेड़-पौधे साँस लेते हैं। अपनी प्रश्वास-क्रिया में पेड़-पौधे ऑक्सीजन छोड़ते हैं, जो पुनः वायुमंडल में चला जाता है। इस तरह वायुमंडल में ऑक्सीजन की मात्रा संतुलित रहती है। इसे ऑक्सीजन-चक्र कहते हैं।

नाइट्रोजन-चक्र—वायुमंडल से, पेड़ पौधे नाइट्रोजन ग्रहण करते है अथवा वह पहले खाद के रूप मे परिणत कर लिया जाता है, तत्पश्चात् खाद से पौधे नाइट्रोजन प्राप्त करते है। प्राणिज इन पौधों से अथवा अन्य प्राणियों से नाइट्रोजन प्रोटीन के रूप मे ग्रहण करते है। इन प्राणियो से मल-मूत्र के रूप में अथवा इनके मरने पर नाइट्रोजन पुनः वायुमण्डल में चला जाता है। अतः वायुमंडल में नाइट्रोजन की मात्रा संतुलित रहती है। इसे नाइट्रोजन-चक्र कहते हैं।

कार्बन डाइऑक्साइड-चक्र :—प्राणियो की प्रश्वास क्रिया, लकड़ी, कोयला आदि के जलने तथा पेड़-पौधों के सड़ने से कार्बन डाइआक्साइड गैस उत्पन्न होता है जो वायुमंडल में चला जाता है। वायुमंडल से पेड़-पौधे कार्बन डाइऑक्साइड ग्रहण करते हैं और सूर्य के प्रकाश में इसे विछिन्न कर कार्बन रख लेते है तथा ऑक्सीजन छोड़ देते हैं। प्राणिज इन पेड़-पौधों से प्राप्त कार्बन युक्त पदार्थो को खाद्य के रूप में लेते हैं, जिनके अन्तःदहन से पुनः कार्बन डाइ-ऑक्साइड मिलकर वायुमंडल में चला जाता है। इस प्रकार वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा संतुलित रहती है। इसको कार्बन डाइऑक्साइड-चक्र कहते हैं।

अभ्यास

१. किस प्रकार यह साबित करेंगे कि हवा एक पदार्थ है ?

1. How will you prove that air is a matter ?

२. प्रयोग द्वारा यह साबित करें कि हवा में कम से कम दो पदार्थ हैं।

2. Shew by experiments that air contains at least two substances.

३. किस प्रकार यह साबित करेंगे कि जलने तथा साँस लेने की क्रियाएँ एक ही तरह की हैं ?

3. How will you shew that burning and rusting are similar processes ?

४. जंग क्या है ? धातुओं में जंग क्यों लगता है ? जलने एवं जंग लगने में क्या अन्तर है ?

4. What is rust ? Why do the metals rust ? What is difference between combustion and rusting ?

५. हवा को मिश्रण मानने के क्या कारण हैं ? प्रयोग द्वारा समझाएँ।

5. What are the reasons for considering air as a mixture ? Explain with the help of experiments.

६. हवा में वर्त्तमान मुख्य अवयवों की उपस्थिति किस तरह दिखायी जा सकती है ?

6. How can the presence of different constituents in air be shown ?

७. हवा एक मिश्रण है तत्व नहीं। इस तथ्य की जाँच किस प्रकार करेंगे ?

7. Air is a mixture and not an element. How will you test this statement ?

८. किस प्रकार दिखलायेंगे कि हवा में आयतन के विचार से चार भाग नाइट्रोजन तथा एक भाग ऑक्सीजन है ?

8. How would you show that air contains 4 parts of nitrogen and 1 part of oxygen by volume ?

९. ऑक्सीजन एवं नाइट्रोजन चक्र क्या हैं ?

9. What are oxygen and nitrogen cycles ?

१०. वायुमंडल में कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा किस प्रकार संतुलित रहती है ?

10. How is the quantity of Carbon dioxide in the atmosphere balanced ?

११. वायुमंडल के अवयवों का मनुष्य के दैनिक जीवन में क्या महत्त्व है ?

11. What is the importance of the constituents of air in the daily life of a man ?

१२. व्यावहारिक दृष्टिकोण से वायुमंडल के कार्बन डाइऑक्साइड का क्या महत्त्व है ?

12. What is the practical importance of Carbon dioxide in air ?

आठवाँ अध्याय

जल
(Water)

मनुष्य तथा अन्य जीवों के लिए भी हवा के अतिरिक्त जल आवश्यक है। यह प्रकृति में विस्तृत रूप से फैला हुआ है। यह ठोस अवस्था में पहाड़ों पर बर्फ के रूप में, तरल अवस्था में पानी के रूप में समुद्र, झरना, नदी, तालाब आदि एवं जीव-जन्तुओं के शरीर और पेड़-पौधों में गैस अवस्था में तथा जलवाष्प के रूप में हवा में वर्त्तमान है।

उद्गम के विचार से जल विभिन्न प्रकार के होते हैं। इनमें तरह-तरह के विकार रहते हैं। जिस कारण इनके स्वाद तथा गुण भिन्न-भिन्न होते है। परन्तु विशुद्ध जल का गुण सर्वदा एक-सा होता है।

वर्षा का पानी (Rain water) :—गर्मी के कारण पानी वाष्प बनकर पृथ्वीतल से ऊपर जाता है और ठंढक पाकर बादल के रूप में परिणत हो जाता है। अनुकूल परिस्थिति में वह पानी के रूप में वर्षा द्वारा पुनः पृथ्वी तल पर पहुँच जाता है। अतः वर्षा का जल भी एक प्रकार का स्रावित जल (Distilled water) है। यह अपेक्षाकृत अधिक शुद्ध होता है। किन्तु वर्षा का पानी जब वायुमंडल होकर आता है, रास्ते में भिन्न-भिन्न प्रकार के गैसों को घोल के रूप में अपने साथ ले लेता है। यह वायुमंडल से धूलकण तथा पृथ्वी तल के निकट पहुँचने पर कुछ ठोस पदार्थों को भी साथ कर लेता है।

समुद्र के निकट वर्षा के पानी में थोड़ा साधारण नमक और शहर के निकट इस पानी में कुछ गन्धक के यौगिक पाये जाते हैं।

वर्षा का पानी चूँकि पर्याप्त शुद्ध होता है तथा साधारण रासायनिक क्रियाओं के लिए उपयुक्त हो सकता है, इसलिए इसे अधिकतर जमा करके काम में लाते हैं। इसे प्राप्त करने के लिए किसी खुले मैदान में एक चादर तान देते हैं। चादर के नीचे ठीक बीच में एक साफ बर्त्तन रख देते हैं। वर्षा का पानी चादर द्वारा छनकर बर्तन में जमा होता है। वर्षा की पहली बौछार के जल में अधिक गैस तथा धूलकण मिले रहते हैं, अतएव कुछ देर वर्षा हो जाने के बाद का जल अधिक शुद्ध हो जाता है, इसलिए उसे ही जमा करना चाहिए।

कुएँ तथा झरने का जल (Well water and spring water):— वर्षा के पानी का कुछ भाग जमीन में प्रवेश कर जाता है और अन्त में अभेद्य प्रसार पर जाकर जमा हो जाता है। वहाँ से मौका पाने पर वह कुएँ के पानी के रूप में बाहर आता है। वह जमीन के अन्दर आने-जाने की क्रिया में कितने घुलनशील पदार्थों को अपने साथ ले लेता है। अतएव झरने और कुएँ के पानी में वर्षा के पानी की अपेक्षा अधिक ठोस पाया जाता है। जब ठोस की मात्रा अधिक रहती है और पानी का स्वाद खारा या नमकीन होता है तथा उसमें रोग हटाने की शक्ति रहती है, तो उसे **खनिज-जल** (Mineral water) कहते हैं। राजगृहकुण्ड (नालन्दा के निकट) और सीता-कुण्ड (मुंगेर के निकट) का जल खनिज-जल है। इसमें कार्बन डाइऑक्साइड गैस, हाइड्रोजन सल्फाइड गैस, आदि घुले हुए हैं तथा यह गर्म है। परन्तु अधिक ऊँचे स्थानों (पहाड़ों) पर मिलनेवाला जल ठंढा होता है।

गहरे कुएँ का पानी स्वच्छ तथा मीठा होता है, परन्तु कम गहराई में मिलने वाला पानी खारा होता है। कुएँ का पानी बाहर की मिट्टी, पत्तों तथा अन्य पदार्थों के सड़ जाने के कारण गन्दा हो जाता है तथा स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होता है। अतएव ट्यूब-वेल (Tube well) का पानी, जो गन्दा नहीं होता, व्यवहृत होता है।

नदियों तथा स्रोतों का जल (River and stream water) :— वर्षा के पानी का जो अंग पृथ्वी की सतह पर बहता है वह न केवल अपने रास्ते के घुलनशील पदार्थों को ही साथ ले लेता बल्कि बहुत से अनघुल पदार्थों को भी साथ ले लेता है। ये अनघुल पदार्थ अवलम्बित अवस्था (Suspension) में पानी के साथ रहते हैं। कितने जैविक (organic) पदार्थ भी साथ हो

जाते हैं। अब इस प्रकार से पृथ्वी पर बहता हुआ जल छोटी-छोटी नालियों द्वारा नदी में पहुँचता है या कहीं-कहीं (विशेष कर पहाड़ी स्थानों में) स्रोतों में बहता है। अतएव नदी तथा स्रोतों के जल में घुलित और अवलम्बित सभी अशुद्धियाँ मिलती हैं। यदि किसी नदी का उद्गम-स्थान कोई झरना या झील हो, तो वहाँ की सभी अशुद्धियाँ नदी के पानी में पायी जा सकती हैं।

कभी-कभी लोग नदियों में जीव-जन्तुओं की लाशें फेंक देते हैं, मैले-कुचैले कपड़े धोते हैं तथा शहर का कूड़ा-कर्कट भी बहा देते हैं। इन अशुद्धियों के चलते इस प्रकार की नदी के जल में कीटाणु होते हैं। अतः यह जल जहरीला तथा हानिकारक होता है।

झील का जल (Lake water) :—झील के पानी में अशुद्धियों की मात्रा, झील में कैसे पानी आता है, उसपर निर्भर करती है। साधारणतः झीलें दो प्रकार की होती हैं। जो झीलें हिम-स्रोत से बनी हैं उनका पानी मीठा (Fresh water) होता है और जिनका सम्बन्ध किसी समुद्र से कभी था अथवा है, उनका पानी नमकीन होता है। परन्तु जिस झील से नदियाँ निकलती हैं उसका पानी उतना खारा नहीं होता; क्योंकि उसकी ठोस अशुद्धियाँ बराबर बाहर निकलती रहती हैं। जिससे नदियाँ नही निकलतीं बल्कि जिसमें नदियाँ गिरती हैं, उसका पानी दिन-दिन खारा होता जाता है।

समुद्र का जल (Sea water) :—नदी के पानी के साथ जो घुलित तथा अवलम्बित अशुद्धियाँ रहती हैं, उनमें से कुछ तो रास्ते में जम जाती हैं परन्तु अधिकतर समुद्र में पहुँच जाती हैं। समुद के जल में वर्त्तमान ठोस पदार्थ को दूसरी जगह जाने का रास्ता नहीं है। वाष्पीकरण द्वारा जल समुद्र से बाहर जाता है और अनेक नदियों के जल के साथ ठोस पदार्थ बराबर आते रहते हैं। अतः अन्य प्रकार के जल की अपेक्षा समुद्र के जल में ठोस की मात्रा अधिक मिलती है। जिस समुद्र में वाष्पीकरण अधिक होता है और मीठे जल की नदियाँ कम गिरती हैं, वहाँ का पानी अधिक खारा होता है। जैसे वाल्टिक सागर की अपेक्षा भूमध्य सागर के जल में ठोस की मात्रा अधिक है।

समुद्र के जल में मुख्यतः सोडियम, पोटाशियम, कैल्सियम तथा मैगनेसियम जैसे धातु के क्लोराइड, सल्फेट, कार्बोनेट, ब्रोमाइड तथा आयोडाइड मिलते हैं। इनमें सोडियम क्लोराइड (साधारण नमक) की मात्रा सबसे अधिक है।

अतएव समुद्र के जल से नमक निकाला जाता है। समुद्र के जल को गहरे खेतों में क्यारियाँ बनाकर छोड़ देते हैं। कुछ दिन के बाद जल वाष्प बनकर उड़ जाता है और नमक बच जाता है। यही नमक बाजार में बिकता है।

साधारण जल में उपस्थित अशुद्धियाँ

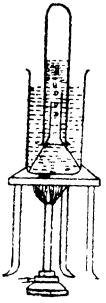
साधारण जल में निम्नलिखित प्रकार की अशुद्धियाँ रह सकती हैं :—

(१) अवलम्बित अशुद्धियाँ (Suspended impurities) :—जल में अनघुल ठोस कणों के अवलम्बन के कारण इस प्रकार की अशुद्धि रहती है। जैसे नदी का जल गन्दा जल (Muddy water) है। इस जल को पहले थिराने दिया जाता है। ठोस के बारीक कण नीचे बैठ जाते हैं, तत्पश्चात् उसे छान लिया जाता है। ठोस अवशेष के रूप में बच जाते हैं।

अगर जल में अवलम्बित अशुद्धि के कण इतने महीन हों कि छानने की क्रिया में द्रव के साथ नीचे चले जायँ, तो पहले निर्मली या फिटकरी देकर जल को थिराने दिया जाता है। तत्पश्चात्, छान लिया जाता है। बरसात के दिनों में लोग नदी के गंदले जल से पीने का पानी प्रायः इसी विधि से तैयार करते हैं।

(२) घुलित अशुद्धियाँ (Dissolved impurities)—ये दो प्रकार की होती हैं। (क) घुलित गैसीय अशुद्धियाँ (Dissolved gaseous impurities) और (ख) घुलित ठोस अशुद्धियाँ (Dissolved solid impurities)।

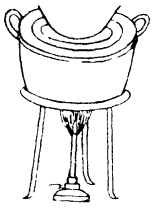
घुलित गैसीय अशुद्धियाँ :—साधारण जल में वायुमंडल में वर्त्तमान भिन्न-भिन्न प्रकार के गैस घुले रहते हैं। इनके अतिरिक्त कुछ अन्य वाष्पशील पदार्थ भी रहते हैं। इन अशुद्धियों को अस्थायी विकार भी कहते हैं, क्योंकि जल को केवल उबालने से ये अलग हो जाती हैं।



चि० २३

प्रयोग :—एक बीकर में नदी का स्वच्छ जल लें और उसमें एक टीप उलट दें। टीप की डंटी पर पानी से भरी हुई परखनली उलट दें (चि० २३)। बीकर के जल को बत्ती से गर्म करें। धीरे-धीरे गैस के बुलबुले निकलेंगे, जो परखनली में जमा होंगे। इस प्रकार यह दिखाया जा सकता है कि साधारण जल में गैसीय अशुद्धियाँ घुली रहती हैं।

घुलित ठोस अशुद्धियाँ :—साधारण जल में कुछ घुलनशील ठोस पदार्थ घुले रहते है, जिसके कारण जल का कुछ स्वाद होता है, वरन् विशुद्ध जल निःस्वाद है।



चि० २४

प्रयोग :—साधारण जल को छानकर छने द्रव की कुछ बूँदों को एक बेसिन में रखकर जल उष्मक पर गरम करें (चि० २४)। कुछ देर के बाद जल वाष्प बनकर उड़ जायगा और बेसिन में श्वेत ठोस अवशेष बच जायगा। यह जल में घुलित ठोस अशुद्धियों को प्रमाणित करता है। ये घुलित ठोस पदार्थ प्रायः घुलनशील क्लोराइड, सल्फेट या बाईकार्बोनेट होते हैं। इन अशुद्धियों को स्थायी विकार कहते हैं, क्योंकि केवल उबालने से ये अलग नहीं होतीं।

घुलित अशुद्धियों को साधारणतः स्रवण क्रिया द्वारा अलग किया जाता है। प्रथम अंश के साथ घुलित गैसीय अशुद्धियाँ निकल जाती हैं तथा वकयंत्र (Retort) या स्रवन फ्लास्क में ठोस अशुद्धियाँ बच जाती है। बीच का भाग प्रायः शुद्ध जल रहता है।

(३) कार्बनिक अशुद्धियाँ (Organic impurities) :—साधारण जल में कुछ कार्बनिक अशुद्धियाँ भी वर्त्तमान रहती हैं।

प्रयोग—एक परखनली में थोड़ा छना हुआ नदी का जल लें और उसमें थोड़ा तनु गन्धकाम्ल डालकर अम्लीय बना लें। फिर पोटाशियम परमैंगनेट के घोल की कुछ बून्दें डालकर गरम करें। पोटाशियम परमैंगनेट का घोल विरंजित हो जायगा। यही कार्बनिक अशुद्धियों की उपस्थिति का प्रमाण है।

(४) कीटाणु (Organism) —साधारण जल में कई प्रकार के कीटाणु रहते है। अतः, पीने का पानी तैयार करने के लिए विरंजक चूर्ण (Bleaching powder), पोटाशियम परमैंगनेट आदि देकर जल को कीटाणु रहित कर लिया जाता है।

जल को शुद्ध करना

बहुधा भोजन बनाने, पीने, कपड़े धोने तथा उद्योग-धन्धों के लिए पानी का व्यवहार होता है। इस तरह के प्रत्येक काम के लिए शुद्ध जल की आवश्यकता होती है।

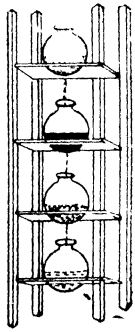
पीने के लिए जल को शुद्ध करना :—पीने के पानी में अवलम्बित अशुद्धियाँ; तथा नाइट्रेट जैसी घुलित वस्तुएं नहीं रहनी चाहिए, क्योंकि ये हानिकारक है। वह रोग-उत्पादक कीटाणुओं से भी रहित होना चाहिए।

साधारणत: पक्के कुएं तथा झरने का पानी निरापद है और पीने योग्य है। बड़े-बड़े सुरक्षित तालाबों का पानी भी पीने के लिए व्यवहार में आता है। नदी के पानी में कारखानों तथा शहरों से नाना प्रकार की गन्दी चीजें मिल जाती है और वह पानी पीने के योग्य नहीं रह जाता। कारखाने से बहुत दूर जाने पर नदी का पानी पीने योग्य रहता है।

घरों में पीने योग्य पानी प्राकृतिक जल से तैयार किया जाता है। जल में निर्मली तथा फिटकरी डालकर पहले अवलम्बित वस्तुओं को अलग कर लेते हैं। तत्पश्चात् स्वच्छ द्रव को निम्न लिखित विधियों से पीने योग्य बनाया जाता है।

(१) उबाल कर (By boiling) :—यदि थोड़े जल को शुद्ध करना हो, तो उसे एक बर्त्तन में उबाल देते हैं। उबालने से अवांछनीय घुलनशील लवण पृथक् हो जाते है तथा जीवाणु भी मर जाते हैं। तत्पश्चात् पानी को छान कर पीने के काम में लाया जाता है।

(२) रासायनिक पदार्थों के व्यवहार से (By use of chemicals) :—विरंजक चूर्ण, पोटाशियम परमैगनेट आदि रसायनों को डालने से जल के जीवाणु मर जाते है तथा पानी पीने योग्य हो जाता है। विशेष कर महामारी या अन्य संक्रामक रोगों से बचने के लिए गाँवों के कुओं में इन पदार्थों को डालकर जल को पीने योग्य बनाया जाता है।



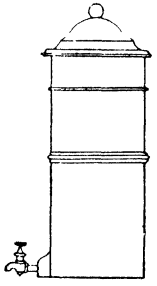
चित्र २५

(३) घड़ों द्वारा (By pitchers) :—साधारणत: घड़ों में गदले पानी से मैल कोयले और बालू द्वारा निकालकर पीने का पानी तैयार किया जाता है। इस काम के लिए चार घड़े एक दूसरे के ऊपर एक टिकटी पर रख दिये जाते है (चित्र २५)। ऊपरी तीन घड़ो के पेंदे में छेद रहते है जिनसे कपड़े की बत्ती लटकती रहती है। ऊपर से घड़ों में क्रमश: गदला पानी, कोयला और बालू रख दिये जाते हैं। पहले घड़े से टपके हुए पानी की बहुत-सी मैल कोयले द्वारा छन कर अलग हो जाती है। उसके बाद तीसरे घड़े में बालू द्वारा बाकी मैल अलग हो जाती है

और स्वच्छ जल टपक कर चौथे घड़े मे जमा होता है। इस प्रकार छानकर जमा किया हुआ जल प्रायः पीने योग्य होता है। परन्तु इसे भी पीने के पहले जीवाणु रहित कर लेना चाहिए।

इस प्रकार से शुद्ध किया हुआ जल भलीभाँति शुद्ध नही होता। क्योकि, कुछ दिनो के बाद घड़े गन्दे हो जाते है तथा कोयले और बालू की परत पर मैल जम जाती है। इसके अतिरिक्त यह जल जीवाणुरहित नही रहता। अतः, इस विधि से शुद्ध जल पीने के लिए घड़ो को बराबर साफ करते रहना चाहिए एव कोयले और बालू की तह को भी बदलते रहना चाहिए तथा पीने के पहले जल का रसायन द्वारा जीवाणुरहित बना लेना चाहिए।

(४) छन्नक (फिल्टर Filter) द्वारा :—आजकल अधिकतर घरो में पीने का पानी फिल्टर (चि० २६) द्वारा शुद्ध किया जाता है। फिल्टर दो भागो में बँटा रहता है। ऊपरी भाग में, ढक्कन हटाकर साफ किया जानेवाला पानी डाला जाता है। नीचेवाले भाग मे छना हुआ पानी एकत्रित होता है। इन दोनो भागो को पृथक् करने के लिए एक चबूतरा होता है, जिसमे रन्ध्रमय (Porous) पदार्थ की दो नलियाँ लगी रहती है। इनके ऊपरवाले सिरे बन्द रहते है और नीचेवाले सिरे निचले भाग से सम्बद्ध रहते हैं। अशुद्ध जल इन्ही नलियो की दीवारो से छनकर फिल्टर के निचले भाग में जाता है। यहाँ से फिल्टर की बाहरी सतह मे लगी एक वाह्य नली द्वारा फिल्टर के बाहर निकलता है। फिल्टर द्वारा अघुलनशील पदार्थ तथा दण्डाणु प्रायः सभी दूर हो जाते हैं। इस प्रकार का फिल्टर अस्पतालो मे भी व्यवहृत होता है।



चि० २६

बड़े पैमाने पर जल को शुद्ध करने की विधि

बड़े पैमाने पर पानी ईंट के विशेष ढंग से बने हुए बड़े-बड़े हौजो मे जमा किया जाता है (चित्र २७)। वहाँ पानी खुली हवा में रहता है तथा उसपर सूर्य का प्रकाश अच्छी तरह पड़ता है। इस प्रकार बहुत-सी अवलम्बित अशुद्धियाँ नीचे बैठ जाती है तथा जल मे वर्त्तमान कीटाणु भी



चित्र २७

मर जाते हैं। तत्पश्चात् वह पानी रोड़े और बालू के बने हुए छनना-परत (filter beds) से छान लिया जाता है और पीने के पहले उसके कीटाणुओं को क्लोरीन, विरंजक चूर्ण या ओजोन द्वारा नष्ट कर दिया जाता है।

पीने के पानी को रोग-उत्पादक कीटाणुओं से रहित बनाने के लिए सबसे अच्छा तरीका यह है कि प्रति दिन उसे १०-२० मिनट तक उबाल लें और ठंढाकर उसे एक साफ कपड़ा से ढँक कर खुली हवा में रख दें, जिससे वह वायुमंडल से आवश्यक वस्तुओं को ले ले और उसमें आवश्यक स्वाद आ जाय। उबालने से रोग-उत्पादक कीटाणु भी मर जाते हैं।

प्रयोग एवं दवाओं के लिए शुद्ध जल तैयार करना

जल को पहले छानकर तत्पश्चात् स्रवण विधि से शुद्ध कर लिया जाता है। यह स्रावित जल बहुत कामों के लिए ठीक है, परन्तु इसमें अभी भी वाष्पशील या उड़नेवाली (volatile) अशुद्धियाँ उपस्थित रहती हैं। अतः जल को इन अशुद्धियों से मुक्त करने के लिए जल में पोटाशियम परमैगनेट और कॉस्टिक पोटाश मिलाकर पुनः स्रावित किया जाता है। इस प्रकार से स्रावित द्रव के पहले और अन्तिम भाग को छोड़ कर बीच का भाग जमा किया जाता है। यही विशुद्ध जल होता है। यह निष्क्रिय काँच की बोतलों में जमा किया जाता है। इसे विशुद्ध या 'पुनः स्रावित' (Redistilled) जल कहते हैं।

उद्योग-धन्धों तथा धुलाई के लिए जल शुद्ध करना

पीने तथा दवा आदि के बनाने के अतिरिक्त जल का उपयोग यन्त्र की सफाई तथा चालन में भी कम महत्वपूर्ण नहीं है। साधारणतः जल यन्त्रों को ठंढा करने या उन्हें साफ करने के काम आता है। इसके लिए अधिक शुद्ध जल की आवश्यकता नहीं होती है। परन्तु बड़े-बड़े कारखानों में मशीन चलाने के लिए, बिजली पैदा करने के लिए, रेलवे इंजिन चलाने के लिए भाप की आवश्यकता होती है। अतएव यदि जल में अधिक अवलम्बित तथा घुलनशील अशुद्धियाँ रहें, तो निम्नलिखित कठिनाइयाँ उत्पन्न हो सकती हैं—(१) भाप उत्पादक (Boiler) में लवण की परत का जमना, (२) भाप उत्पादक का क्षय (Corrosion) होना तथा (३) फेन का उत्पन्न होना।

भाप बनाने में उजला पत्थर-सा कड़ा कैलसियम कार्बोनेट तथा सल्फेट की परत (Boiler scales) जम जाती है, जो ताप की बहुत बुरी चालक है। अतः

पानी को भाप बनाने में बहुत इंधन लगता है और भाप-उत्पादक (Boiler) के फूटने का डर रहता है। अतः इस काम के लिए शुद्ध जल की आवश्यकता है।

जल में विभिन्न प्रकार के घुलित गैसीय पदार्थ तथा मैगनेसियम, अल्युमिनियम आदि के क्लोराइड के जल विश्लेषण से उत्पन्न अम्लों के कारण धीरे-धीरे बर्त्तन की भीतरी सतह का क्षय होता रहता है। ऐसे जल में धोनेवाला सोडा डालकर उदासीन बना लिया जाता है।

अधिक पदार्थों के घुले रहने के कारण भाप बनाते समय बहुत अधिक बुलबुला उठता है। चूना डालकर इसे दूर किया जाता है। कपड़े धोने के लिए भी जल का खर्च कम नहीं होता। परन्तु इस काम के लिए सभी प्रकार के प्राकृतिक जल उपयुक्त नहीं। जिस जल में साबुन के कम खर्च से ही झाग उत्पन्न होता है एवं आसानी से घुल जाता है, उसे ही व्यवहार में लाया जाता है।

कठोर अथवा खारा एवं नरम, मृदुल अथवा मीठा जल
(Hard and soft water)

साबुन से कपड़ा धोते समय या हाथ धोते समय आप देखते होंगे कि नल के जल के साथ साबुन आसानी से झाग देता है। किन्तु कुएँ के जल के साथ काफी देर से। अतः कुछ पानी में साबुन आसानी से झाग देता है और कुछ में बहुत साबुन खर्च होने पर। जो पानी साबुन के साथ जल्दी झाग देता है, उसे नरम, मृदुल अथवा मीठा (soft) जल कहते हैं और जो देर से झाग देता है, उसे कठोर अथवा खारा (hard) जल कहते हैं।

अतएव "कठोरता (Hardness) जल में बिना अधिक साबुन नष्ट किये ही फेन बनाने के गुण की कमी है"।

कठोरता जल में उन पदार्थों की उपस्थिति के कारण रहती है, जो साबुन से प्रतिक्रिया कर एक अघुलनशील पदार्थ बनाते हैं एवं अवक्षेप के रूप में अलग हो जाते हैं। जल जिनमें सोडियम, पोटाशियम एव अमोनियम धातुओं को छोड़कर अन्य धातु के लवण रहते हैं, कठोर होते हैं। कठोरता जल में साधारणतः कैलसियम या मैगनेशियम के बाइकार्बोनेट, क्लोराइड या सल्फेट या सभी के एक साथ उपस्थित रहने के कारण होता है।

जल की कठोरता (Hardness) दो प्रकार की होती है—स्थायी (Permanent) एवं अस्थायी (Temporary)। बाइकार्बोनेट गर्म

करने पर आसानी से विच्छेदित होते है एवं सामान्य कार्बोनेट के रूप में अवक्षिप्त हो जाते हैं। अतएव जल में वर्त्तमान बाइकार्बोनेट के कारण जो कठोरता होती है, उसे अस्थायी कठोरता कहते है। सल्फेट अथवा क्लोराइड के कारण उपस्थित कठोरता को उबाल कर नष्ट नहीं किया जा सकता और ऐसी कठोरता को स्थायी कठोरता कहते हैं।

जल की कठोरता को दूर करना

(Removal of Hardness of water)

अस्थायी कठोरता निम्नलिखित विधियों से दूर की जाती है।

(१) **उबाल कर** :—पानी को उबालने से घुलनशील बाइकार्बोनेट विच्छिन्न होकर सामान्य कार्बोनेट के रूप में अवक्षिप्त हो जाते है। अतः उन्हें आसानी से छानकर अलग किया जा सकता है।

(२) **चूना डालकर (क्लार्क विधि से)** :—पानी में चूने की आवश्यक मात्रा डालते है जिससे कैलसियम बाइकार्बोनेट कैलसियम कार्बोनेट के रूप में एवं मैगनेसियम बाइकार्बोनेट मैगनेसियम हाइड्रॉक्साइड के रूप में अवक्षिप्त हो जाते है। इन्हें छानकर अलग कर लिया जाता है।

यह स्मरण रखना चाहिए कि यदि चूना आवश्यकता से अधिक डाला जायगा, तो वह पानी को स्थायी कठोर बना देगा। अतः बेअन्दाज चूना डालने से हो सकता है कि आरम्भ में पानी में जितनी अस्थायी कठोरता हो, उससे अधिक स्थायी कठोरता आ जाय।

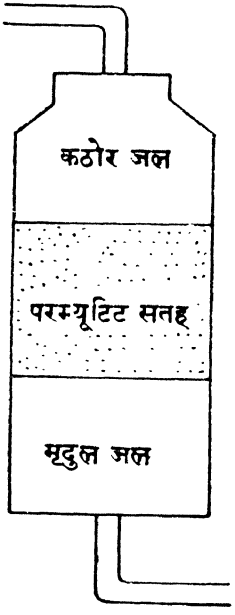
इनके अतिरिक्त निम्नलिखित विधियाँ अस्थायी एवं स्थायी कठोरता दोनों ही के हटाने के लिए प्रयुक्त होती है।

स्थायी कठोरता दूर करना

(३) **सोडा डाल कर** (By addition of washing soda) :— पानी में धोनेवाला सोडा डालने पर कैलसियम एवं मैगनेसियम के सभी घुलनशील लवण सामान्य कार्बोनेट के रूप में अवक्षिप्त हो जाते हैं। उन्हें छान

कर अलग कर देते हैं। अतः इस विधि से दोनों प्रकार की कठोरता दूर हो जाती है।

(४) **परम्यूटिट विधि द्वारा** (By permutit process) :—इस काम के लिए एक खनिज जिसे 'जियोलाइट' (zeolite) कहते हैं, काम में लाया जाता है। यह बनावटी भी होता है, जो एक बालू-विशेष (Quartz), चीनी मिट्टी (China clay) और सोडे को एक साथ गलाकर तैयार किया जाता है।



चित्र २८

पानी में वर्त्तमान कैलशियम और मैगनेसियम लवण इस खनिज के सम्पर्क में आने से अनघुल कैलशियम और मैगनेसियम जायोलाइट के रूप में परिणत हो जाते हैं।

एक हौज जो साधारणतः तीन भागों में बँटा रहता है, बीच में जीयोलाइट से भर दिया जाता है। ऊपरवाले भाग में कठोर जल डालते हैं, जो जीयोलाइट की तहों से गुजरता है और उसमें वर्त्तमान कैलशियम एवं मैगनेशियम लवण अनघुल जीयोलाइट के रूप में वहीं जम जाता है तथा स्वच्छ नरम जल नीचे जमा होता है (चि० २८)।

इस क्रिया से दोनों प्रकार की कठोरता—अस्थायी एवं स्थायी, दूर हो जाती है।

(५) **स्रवण विधि द्वारा** :—इस विधि से दोनों तरह की कठोरता दूर होती है।

टिप्पणी :—साधारण साबुन जल में साधारण नमक (Common salt) अधिक रहने से भी फेन नहीं देता। यह विशेष ढंग की कठोरता है, जो उपरोक्त विधियों से दूर नहीं की जाती है। इस तरह के पानी में एक खास तरह का साबुन समुद्री साबुन (Marine soap) इस्तेमाल होता है।

कठोर जल और नरम जल की तुलना

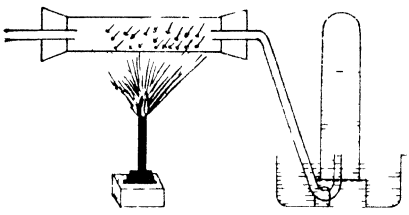
कठोर जल	नरम जल
(१) कठोर जल को उबालने से बर्त्तन में एक ठोस की परत जम जाती है। अतः उद्योग-धन्धों के लिए तथा इंजिन आदि चलाने के लिए भाप बनाने के सिलसिले में भाप-उत्पादक में उजली परत जम जाती है, जिसके कारण ईंधन अधिक लगता है तथा बर्त्तन कम दिन टिकता है।	(१) नरम जल के साथ ऐसी बात नहीं पायी जाती है।
(२) कोठर जल में कपड़े धोने से अधिक साबुन खर्च होता है।	(२) नरम जल में अपेक्षाकृत कम साबुन खर्च होता है।
(३) कैलसियम लवण रहने के कारण कठोर जल स्वास्थ्य के लिए हितकर है।	(३) नरम जल स्वास्थ्य के लिए अच्छा नहीं समझा जाता है।

जल की रचना

प्राचीन काल में लोगों की ऐसी धारणा थी कि जल एक तत्व है पर बाद में वैज्ञानिकों ने प्रयोग द्वारा यह प्रमाणित कर दिया कि जल तत्व नहीं, वरन् हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक है।

प्रयोग (१)—करीब १ इञ्च व्यासवाली एक फुट लम्बी लौह-नली लें। उसके आधे से अधिक भाग को लौह-कतरन या काँटियों से भर दें तथा (चित्र २६) में दिये उपकरण को तैयार करें। लौह-नली को गर्म करें और भाप को गर्म नली से होकर जाने दें। आप पाएँगे कि निकास-नली के मुँह पर पानी में गैस बुलबुलाता है। कुछ देर तक गैस को निकल जाने दें। कुछ देर के

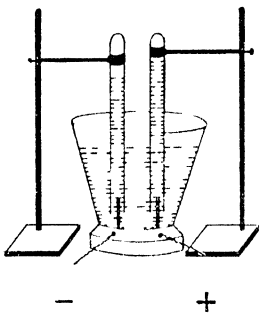
बाद निकलते गैस को पानी के हटाव से एक परख-नली में जमा कर प्रज्वलित सीक (Burning splinter) से जाँचें। जब केवल 'पप' शब्द के साथ गैस जले, तब उसे गैस-पात्र मे जमा करे। जाँच करने पर आप पाएँगे कि यह गैस हाइड्रोजन है। अतः यह सिद्ध होता है कि जल मे हाइड्रोजन है।



चित्र २९

उपकरण ठंढा होने पर लौह-नली मे बचे लौह-कतरन की जाँच करें। सब प्रकार जाँचने पर आप पाएँगे कि यह वही पदार्थ है, जो लौह का हवा या ऑक्सीजन में गर्म करने से मिलता है। यह लौह ऑक्साइड (F_3O_4) है। अतः यह सिद्ध होता है कि जल में ऑक्सीजन है।

प्रयोग (२)—जल का विद्युत विश्लेषण (Electrolysis of water) : इसके लिए जल विद्युत-घट (Water voltameter) (चित्र ३०) व्यवहृत होता है। यह एक शीशे का नाद है जिसके पेंदे मे प्लैटिनम के तार लगे रहते हैं तथा उन तारो से प्लैटिनम के अलग-अलग दो पत्तर जुड़े रहते हैं। नाद को पानी से भर दिया जाता है और गन्धकाम्ल की कुछ बूदें डालकर उसे अम्लीय बना लिया जाता है। पानी से भरी अंकित परख-नलियो को पत्तरो के ऊपर उलट दिया जाता है। फिर प्लैटिनम के तारो को तार के द्वारा बैटरी से जोडकर धारा प्रवाहित करते है। देखते है कि प्लैटिनम के पत्तरो पर गैस निकलते है, जो परखनलियो मे जमा होते हैं। कुछ देर तक गैस जमा होने के बाद बैटरी से सम्बन्ध-विच्छेद कर दिया जाता है। जमा गैसो का आयतन पढने पर पता चलता है कि ऋणोद (Cathode) पर निकले गैस का आयतन धनोद (Anode) पर निकले गैस के आयतन का दूना होता है। तत्पश्चात् जाँच करने से पता चलता है कि ऋणोद पर का गैस हाइड्रोजन है एवं धनोद पर का गैस ऑक्सीजन है। अतः यह सिद्ध होता है कि



चित्र ३०

जल में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन वर्त्तमान है तथा आयतन के विचार से ये जल में २ और १ के अनुपात में मिलते हैं।

हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के द्वारा जल के संश्लेषण (Synthesis) से भी यह पता चलता है कि हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के आयतन के विचार से क्रमशः २ और १ के अनुपात में संयोग करने से जल बनता है।

हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के सभी गुण जल के गुण से भिन्न हैं। अतः यह सिद्ध होता है कि जल हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का यौगिक है। इसका रासायनिक सूत्र H_2O है। अर्थात् जल का एक अणु हाइड्रोजन के दो परमाणुओं और ऑक्सीजन के एक परमाणु के संयोग से बना है।

भार के विचार से हाइड्रोजन के १ भाग के साथ ऑक्सीजन के ८ भाग का संयोग होने से जल का ९ भाग मिलता है।

जल के गुण :—शुद्ध जल रंगहीन, निर्गन्ध, पारदर्शी तथा स्वादरहित तरल पदार्थ होता है। घने आवरण में रहने के कारण इसका रंग हलका नीला प्रतीत होता है। जल का घनत्व ४° से० पर १ ग्राम प्रति घ० से० है। इसका हिमांक ०° से० तथा क्वथनांक १००° से० है। जल ताप तथा विद्युत का कुचालक (Bad conductor) है। यह अच्छा घोलक है और प्रायः सभी वस्तुएँ ठोस, द्रव या गैस कुछ न कुछ अंश में उसमें घुलती हैं।

यह उदासीन (Neutral) पदार्थ है। अतएव लाल या नीले लिटमस पर इसका कुछ असर नहीं पड़ता। विभिन्न तत्वों तथा यौगिक पर इसकी प्रतिक्रिया विभिन्न प्रकार से होती है और भिन्न-भिन्न प्रकार के यौगिक मिलते हैं।

जल की जाँच :—निम्नलिखित प्रयोगों से यह ज्ञात हो सकता है कि दिया हुआ द्रव जल है।

(१) दिये द्रव की कुछ बूंदों को जलहीन तूतिये पर डालें। उसका रंग नीला हो जायगा।

(२) दिये द्रव की कुछ बूँदों को कली चूने के एक टुकड़े पर डालें। अधिक ताप निकलेगा और कली चूना भहराकर चूर्ण हो जायगा।

(३) सोडियम या पोटाशियम के एक छोटे टुकड़े को दिए हुए द्रव में डालें। तेजी से हाइड्रोजन निकलेगा।

जल की शुद्धता की जाँच :—निम्नलिखित प्रयोगों द्वारा यह साबित हो सकता है कि जल शुद्ध है अथवा नहीं।

(१) जल की कुछ बूँदों को घड़ी के शीशे पर रखकर जल-ऊष्मक पर गर्म करें। जल शुद्ध रहने पर कोई अवशेष नहीं बचेगा।

(२) एक परखनली में कुछ जल लेकर नीले तथा लाल लिटमस पत्र द्वारा बारी-बारी से जाँचें। जल शुद्ध रहने पर लिटमस पत्र पर कोई असर नहीं पड़ेगा।

(३) एक परख-नली में थोड़ा जल लेकर उसमें रजत नाइट्रेट का घोल डालें। जल शुद्ध रहने पर कोई अवक्षेप नहीं मिलेगा। यह क्लोराइड की अनुपस्थिति की जाँच है।

(४) एक परख-नली में थोड़ा जल लेकर उसमें बेरियम क्लोराइड का घोल डालें। जल शुद्ध रहने पर कोई अवक्षेप नही मिलेगा। यह सल्फेट की अनुपस्थिति की जाँच है।

(५) एक परख नली में थोड़ा जल लेकर उसमें चूना-जल (Lime water) डालें। जल शुद्ध रहने पर कोई अवक्षेप नहीं मिलेगा। यह कार्बन-डाइऑक्साइड, कार्बोनेट तथा बाइकार्बोनेट की अनुपस्थिति की जाँच है।

(६) एक परख-नली में थोड़ा जल लेकर उसमें नेसलर का घोल डालें। जल शुद्ध रहने पर कोई अवक्षेप नहीं मिलेगा। यह जल के अमोनिया से मुक्त होने की जाँच है।

जल की उपयोगिता :—(१) प्राणि-मात्र एवं पेड़-पौधों के जीवन के लिए जल नितान्त आवश्यक है।

(२) सिंचाई तथा धुलाई के लिए जल काम में लाया जाता है।

(३) विशुद्ध जल का उपयोग दवा, फोटोग्राफी, प्रयोगशाला आदि में होता है।

(४) भाप के रूप में जल कारखाने में यन्त्र आदि चलाने के लिए काम में लाया जाता है।

(५) जल का उपयोग बिजली-उत्पादन के लिए भी होता है।

स्मरणार्थ

जल की विभिन्न अवस्थाएँ :—जल ठोस, तरल एवं गैस तीनों अवस्थाओं में प्रकृति में मिलता है।

उद्गम के विचार से जल का वर्गीकरण :—उद्गम के विचार से जल के निम्नलिखित मुख्य वर्ग हैं।

(१) **वर्षा का पानी :**—यह प्रकृति में स्रवण प्रक्रिया से प्राप्त जल है। इसमें अन्य स्रोतों के जलों से बहुत कम अशुद्धियाँ रहती हैं। ये प्रायः उड़नशील होती हैं।

(२) **झरने तथा कुएँ का जल :**—पृथ्वीतल के नीचे वर्तमान जल मौका पाने पर कुएँ या झरने के रूप में बाहर आ जाता है। बाहर आने के क्रम में यह अपने में कुछ और ठोस पदार्थों को घोल लेता है। अतः इस प्रकार के जल में वर्षा के पानी की अपेक्षा अधिक अशुद्धि रहती है। इसमें वाष्पीय एवं अवाष्पशील दोनों प्रकार की अशुद्धियाँ वर्त्तमान रहती हैं।

(३) **खनिज जल :**—विशुद्ध जल स्वाद रहित होता है। अतः, प्रकृति के जल का स्वाद उसमें वर्त्तमान अशुद्धियों के ऊपर निर्भर करता है। जब ठोस की मात्रा अधिक रहती है और जल का स्वाद खारा या नमकीन होता है एवं उसमें रोग-निरोध की शक्ति रहती है, तो उस जल को खनिज जल कहते हैं।

(४) **नदियों तथा स्रोतों का जल :**—वर्षा का पानी एकत्र होकर कुछ तो जमीन के अन्दर चला जाता है, किन्तु अधिकांश नदियों में चला जाता है। अतएव, अपने साथ पृथ्वीतल पर वर्तमान अशुद्धियों को अपने साथ ले लेता है। इसमें घुलनशील एवं अवलम्बित ठोस अशुद्धियाँ तथा जैविक पदार्थ भी वर्तमान रहते हैं।

(५) **समुद्र का पानी :**—सभी जगहों से पानी अन्त में बहकर समुद्र में पहुँचता है। अतः, समुद्र के पानी में सभी प्रकार की सम्भव अशुद्धियाँ वर्तमान रहती हैं। समुद्र के पानी में मुख्यतः सोडियम, पोटाशियम, कैल्सियम तथा मैगनेसियम जैसे धातु के क्लोराइड, सल्फेट, कार्बोनेट ब्रोमाइड तथा आयोडाइड मिलते हैं।

साधारण जल में उपस्थित अशुद्धियाँ— साधारण जल में निम्नलिखित अशुद्धियाँ रहती हैं :—

(१) अवलम्बित अशुद्धियाँ, (२) घुलित अशुद्धियाँ—घुलित अशुद्धियाँ प्रायः दो प्रकार की होती है—(क) ठोस एवं (ख) गैसीय, (३) कार्बनिक अशुद्धियाँ एवं (४) कीटाणु।

पीने का पानी तैयार करना :—पीने का पानी अवलम्बित अशुद्धियों, नाइट्रेट एवं रोग-उत्पादक कीटाणुओं से वंचित होना चाहिए। अतएव, साधारण जल में पहले निर्मली या फिटकरी डालकर अवलम्बित अशुद्धियों को हटा देते है, तत्पश्चात् उन्हें निम्नलिखित विधियों से शुद्ध किया जाता है।

(१) **उबाल कर**—उबालने से अवांछनीय लवण पृथक् हो जाता है तथा जीवाणु भी मर जाते है।

(२) **रासायनिक पदार्थों के व्यवहार से**—विरंचक चूर्ण, पोटाशियम परमैंगनेट आदि रसायनों को डालने से जीवाणु मर जाते हैं।

(३) **घड़ों द्वारा**—साधारण घरों में गँदला पानी घड़ों द्वारा साफ किया जाता है।

(४) **छनक (फिल्टर) द्वारा**—आजकल अधिकतर घरों में पीने का पानी फिल्टर द्वारा शुद्ध किया जाता है।

बड़े पैमाने पर जल शुद्ध करना :—शहरों में जल आपूर्ति के लिए प्राकृतिक जल को रोड़ा या बालू की बनी परतों से छानकर शुद्ध किया जाता है।

प्रयोग एवं दवाओं के लिए शुद्ध जल तैयार करना—साधारण प्रयोगों के लिए जल स्रवण विधि से तैयार किया जाता है। परन्तु, विशिष्ट प्रयोगों तथा दवाओं के लिए पोटाशियम परमैंगनेट डालकर पुनः स्रावित किया हुआ जल काम में लाया जाता है।

उद्योग-धन्धों तथा धुलाई के लिए जल शुद्ध करना :—इन कामों के लिए साधारणतः जल चूना डालकर शुद्ध किया जाता है।

कठोर एवं मृदुल जल :—जिस जल के साथ साबुन रगड़ने पर जल्द झाग उत्पन्न होता है, उसे मृदुल जल कहते हैं और जिसमें अधिक साबुन खर्च होने पर झाग उत्पन्न होता है, उसे कठोर जल कहते हैं।

कठोरता के कारण :—साधारण जल में कैलसियम एवं मैगनेसियम के लवण रहने के कारण वह कठोर होता है।

कठोरता के भेद :—जल की कठोरता दो तरह की होती है—(१) अस्थायी कठोरता और (२) स्थायी कठोरता।

अस्थायी कठोरता :—यह कैलसियम एवं मैगनेशियम के बाईकार्बोनेट के कारण होती है।

स्थायी कठोरता :—यह कैलसियम एवं मैगनेशियम के क्लोराइड तथा सल्फेट की उपस्थिति के कारण होती है।

कठोरता हटाने की विधियाँ :—जल की कठोरता निम्न विधियों से हटायी जा सकती है।

(१) **उबाल कर**—इससे केवल अस्थायी कठोरता दूर होती है।

(२) **चूना डालकर**—इससे भी केवल अस्थायी कठोरता दूर होती है।

(३) **धोनेवाला सोडा डालकर**—इससे अस्थायी एवं स्थायी दोनों तरह की कठोरता दूर होती है।

(४) **परम्यूटिट विधि से**—इस विधि से दोनों तरह की कठोरता दूर होता है।

(५) **स्रवण विधि से**—इस विधि से भी दोनों प्रकार की कठोरता दूर होती है।

जल की रचना :—जल के विद्युत विश्लेषण तथा कतिपय अन्य प्रयोगों से पता चलता है कि जल हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन का यौगिक है। आयतन के विचार से २ भाग हाइड्रोजन तथा १ भाग ऑक्सीजन एवं भार के विचार से १ भाग हाइड्रोजन तथा ८ भाग ऑक्सीजन के संयोग से जल बनता है। इसका अणुसूत्र H_2O है।

जल के गुण :—शुद्ध जल रंगहीन, निर्मल, निर्गन्ध एवं पारदर्शी होता है। यह नाम्ल क्षारीय होता है। यह ताप एवं विद्युत का कुचालक है।

जल की जाँच—यह जलहीन तूतिये से जाँचा जाता है। यह रंगहीन तूतिये का रंग नीला कर देता है।

शुद्ध जल की जाँच—जल के निम्नलिखित गुणों से साबित हो सकता है कि दिया हुआ जल शुद्ध है अथवा नहीं।

(१) शुद्ध जल का हिमांक ०° से० एवं क्वथनांक १००° से० है।

(२) घड़ी के शीशे पर इसे उबालने से ठोस अवशेष नही बचता।

(३) यह लिटमस के प्रति उदासीन है।

(४) यह चूने के जल को दूधिया नहीं करता है।

(५) यह रजत नाइट्रेट के घोल के साथ श्वेत अवक्षेप नही देता।

(६) बेरियम क्लोराइड के घोल के साथ श्वेत अवक्षेप नही देता।

जल की उपयोगिता—प्राणिमात्र एवं पेड़-पौधो के जीवन, धुलाई, दवा, फोटोग्राफी, प्रयोगशाला, कल-कारखाना तथा विद्युत् उत्पादन में जल का व्यवहार हाता है।

अभ्यास

१. जल के विभिन्न स्रोत कौन-कौन हैं ?

1. What are different sources of water ?

२. प्राकृतिक जल के कितने भेद हैं ?

2. What are different kinds of natural water ?

३. वर्षा के पानी को क्यों सबसे शुद्ध प्राकृतिक जल माना जाता है ?

3. Why rain water is regarded as purest form of natural water ?

४. प्राकृतिक जल में साधारणतः कौन-कौन अशुद्धियाँ हैं ?

4. What impurities are usually present in natural water ?

५. भिन्न-भिन्न कामों के लिए जल किस प्रकार शुद्ध किया जाता है ?

5. How is water purified for different purposes ?

६. पेय जल क्या है ? प्राकृतिक जल पीने योग्य क्यों नहीं होता ?

6. What is drinking water ? Why is natural water not suitable for drinking purpose ?

७. पीने का पानी किस तरह शुद्ध किया जाता है ?

7. How is water purified for drinking purpose ?

८. बड़े पैमाने पर पीने का पानी शुद्ध करने की विधि का वर्णन करें।

8. Describe the process by which water is purified for drinking purpose on a large scale ?

९. कठोर जल क्या है ? जल की कठोरता का क्या कारण है ?
9. What is hard water ? What is hardness due to ?

१०. कठोरता के कितने भेद हैं ? इन्हें किस प्रकार दूर किया जाता है ?
10. What are different types of hardness ? How are they removed ?

११. धुलाई तथा उद्योग-धंधों के लिए जल किस तरह शुद्ध किया जाता है ?
11. How is water purified for use in Laundry and Industry ?

१२. किस प्रकार जाँचेंगे कि दिया हुआ द्रव जल है ?
12. How will you test that the given liquid is water ?

१३. जल की शुद्धता की जाँच किस प्रकार कीजिएगा ?
13. By what tests you will substantiate the purity of water ?

१४. जल की रचना किस प्रकार ज्ञात की जाती है ?
14. How is the composition of water determined ?

१५. जल की विभिन्न उपयोगिताएँ क्या हैं ?
15. What are different uses of water ?

●

नवाँ अध्याय

ऑक्सीजन

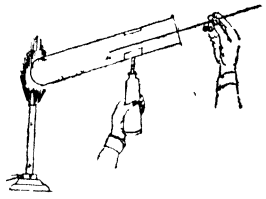
(Oxygen)

इतिहास :—सन् १७७२ ई० में शीले (Scheele) ने पारे के लाल भस्म को आतशी शीशे (lense) द्वारा गर्म कर तथा सन् १७७४ ई० में प्रीस्टले ने स्वतन्त्र रूप से इस गैस का पता लगाया। शीले ने गैस का नाम प्राणवायु (Vital air) या अग्नि वायु (Fire air) तथा प्रीस्टले ने इसका नाम फ्लॉजिस्टन रहित वायु रखा। परन्तु पहले पहल लम्वाजिये (Lavoisier) ने ही यह प्रमाणित किया कि वस्तुओं के जलने तथा प्राणिमात्र के साँस लेने के लिए यह गैस कितना आवश्यक है एवं गन्धक, फास्फोरस आदि पदार्थों के इस गैस में जलने से अम्लीय चीजें बनती हैं। अतएव इसका नाम ऑक्सीजन (Oxygen), अम्ल-उत्पादक (Acid producer) रखा। अतः इस गैस के आविष्कार का श्रेय उपरोक्त तीनों वैज्ञानिकों को दिया जा सकता है।

उपस्थिति :—स्वतन्त्रावस्था में, ऑक्सीजन हवा में भार के विचार से लगभग २१ प्र०श० है। यौगिक के रूप में यह पृथ्वी स्तर में २५ प्र०श०, जल में करीब ८६ प्र० श० तथा जीवों के शरीर में करीब ७० प्र० श० है। इससे यह स्पष्ट है कि ऑक्सीजन और किसी भी दूसरे तत्व से कहीं अधिक परिमाण में पाया जाता है।

ऑक्सीजन बनाने की विधियाँ

(१) कुछ पदार्थ ऐसे है, जिनमें ऑक्सीजन की मात्रा अधिक रहती है। जब उन्हें गर्म किया जाता है, वे विच्छेदित होकर ऑक्सीजन देते हैं। उदाहरण के लिए लेड पेरॉक्साइड, मरक्यूरिक ऑक्साइड, पोटाशियम क्लोरेट, पोटाशियम नाइट्रेट इत्यादि हैं।



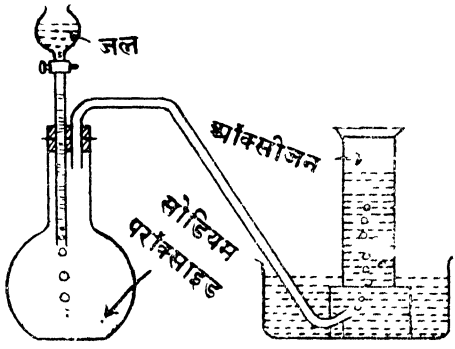
(चित्र ३१)

प्रयोग—परखनली में उपरोक्त वस्तुओं को बारी-बारी से लेकर गर्म करें। निकलनेवाले गैस को एक सुलगती हुई संठी (Splinter) से परीक्षा करें (चि० ३१)। गैस रंगहीन होगा तथा सुलगती संठी को प्रज्वलित कर देगा। अतः यह ऑक्सीजन है।

अतः इन वस्तुओं से ऑक्सोजन बनाया जाता है।

(२ सोडियम परॉक्साइड पर जल की प्रतिक्रिया से ऑक्सीजन मिलता है।

प्रयोग:—चित्र ३२ में दिये उपकरण को प्रस्तुत करें। टपकाव टीप से जल गिराएँ। ऑक्सीजन निकलेगा, जो गैस जार में जमा होगा।



चित्र ३२

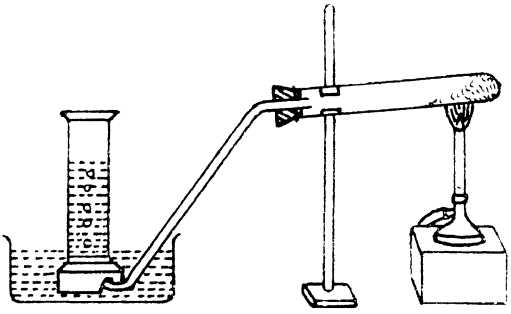
(३) रक्तोष्ण झामक पत्थर (Red hot pumice stone) पर स० गन्धकाम्ल अथवा नाइट्रिक अम्ल बूँद-बूँद गिराने पर वह विच्छिन्न होकर ऑक्सीजन देता है।

(४) अम्लीय जल के विद्युत विच्छेदन से हाइड्रोजन और ऑक्सीजन दोनों मिलते है (चि० ३२)।

प्रयोगशाला में ऑक्सीजन गैस बनाना

प्रयोग :—चित्र ३३ मे दिखाये गये उपकरण प्रस्तुत करें। तीन भाग पोटाशियम क्लोरेट ($KClO_3$) एवं एक भाग मैंगनिज डाइऑक्साइड का

मिश्रण तैयार करें। कड़े कांच की परखनली में इतना मिश्रण लें कि करीब आधी परखनली भर जाय, पर वह काग को न छूने पावे, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। परखनली को लौ की इधर-उधर चलाकर गर्म करें। गैस निकलेगा,



चित्र ३३

जिसके बुलबुले नाद में रखे जल से होकर निकलेंगे। निकासनली के इस छोर पर एक मधुकोष मंच (Beehive shelf) के ऊपर पानी से भरे गैसपत्र को रखें एवं गैस को जल के अधःप्रक्षेप से जमा करें। इस प्रकार ३-४ गैसपात्रों में गैस जमा करें और उसके गुणों की जाँच करें।

सावधानी :—(१) ऑक्सीजन तैयार करने के पहले थोड़ा मिश्रण लेकर गर्म करें और देखें कि उसमें कोई विस्फोट तो नहीं होता।

(२) परखनली के ठंढे होने के पूर्व निकासनली को जल से हटा लें। नहीं तो उपकरण में जल घुस जायगा और नली टूट जायगी।

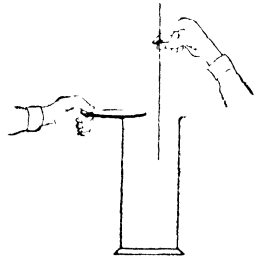
(३) गैस पात्रों को नाद के पानी से ही भरें।

इस विधि से तैयार किया हुआ आक्सीजन शुष्क तथा शुद्ध नहीं होता। शुष्क अवस्था में पाने के लिए उसे पानी के बदले पारद के ऊपर जमा करना चाहिए। इस ऑक्सीजन में अल्पमात्रा में क्लोरीन रहता है, अतएव उसे हटाने के लिए गैस को सोडा लाइम (Soda lime) से प्रवाहित करना चाहिए।

विशुद्ध ऑक्सीजन रजत ऑक्साइड को गर्म कर बनाया जाता है।

ऑक्सीजन के गुण :—ऑक्सीजन रंगहीन, गंधहीन और निस्वाद गैस है। यह हवा से भारी है। यह पानी में अल्पमात्रा में घुलता है। इस

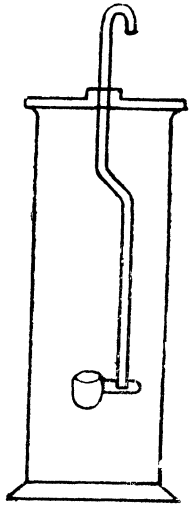
अल्प मात्रा मे भी घुलित ऑक्सीजन जल-जन्तुओं के लिए बड़े महत्व का है, क्योंकि वे इसे साँस द्वारा ग्रहण करते हैं। यह पोटाशियम पाइरोगैलेट (Potassium Pyrogallate) के क्षारीय घोल में घुलता है। लिटमस पत्र पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता, अतः यह उदासीन है। चूने के पानी पर भी इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता। यह सुलगती हुई संठी को प्रज्वलित कर देता है, अतः यह दहन का पोषक (Supporter of combustion) है। इसमें कोयला, गंधक, फास्फारस, सोडियम, मैगनेसियम, लौह आदि तत्व खूब अच्छी तरह जलते हैं और इन तत्वों के ऑक्साइड बनते है। ऑक्सीजन क्रियाशील तत्व है। यह बहुत से तत्वों के साथ सयोग करता है और इसके यौगिक ऑक्साइड कहलाते है।



चित्र ३४

प्रयोग (१) संठी का जलना :—सुलगती हुई संठी को ऑक्सीजन के गैसपात्र में ले जायँ (चित्र ३४) संठी प्रज्वलित होकर तीव्रता से जलने लगेगी।

प्रयोग (२) कोयले का जलना :—एक कोयले के टुकड़े को दहन चम्मच (Deflagrating spoon) मे लेकर गर्म करें। जब वह दहकने लगे उसे ऑक्सीजन के गैस-पात्र में ले जायँ (चि० ३५)। कोयला प्रज्वलित हो उठेगा।



चित्र ३५

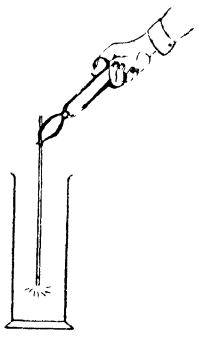
प्रयोग (३) गन्धक का जलना :—एक दहन चम्मच म थोडा गन्धक लें और उसे तब तक गर्म करें जब तक कि वह जलने न लगे। उसे ऑक्सीजन के एक गैस पात्र में डालें (चि० ३५)। वह अत्यन्त सुन्दर बैंगनी रंग की लौ से जलने लगेगा।

प्रयोग (४) फास्फोरस का जलना :—फास्फोरस के एक छोटे टुकड़े को सावधानी से सुखाकर दहन चम्मच में ले लें। उसे जलाकर ऊपर के प्रयोग जैसे एक गैस पात्र में ले जायँ (चि० ३५)।

वह तीव्रता से हल्की पीली लौ से जलेगा और गैस पात्र उजले धुएँ से भर जायगा। यह उजला धुआँ फास्फोरस पेंटाक्साइड का है।

ऊपर के प्रयोग के प्रत्येक गैस-पात्र में थोड़ा जल डालकर हिलाएँ और उनके नीले लिटमसपत्र से जाँचें। लिटमस पत्र लाल हो जायगा। अतः उपरोक्त वस्तुओं के ऑक्सीजन में जलने से अम्लीय पदार्थ बनते है।

प्रयोग (५) मैगनेसियम का जलना :—मैगनेसियम के फीते के एक टुकड़े को चिमटे से पकड़ कर जलाएँ और फुर्ती से ऑक्सीजन के गैस पात्र में ले जाएँ (चि० ३६)। वह चकाचौंध करनेवाले उजले प्रकाश के साथ जलेगा और पात्र की दीवारों पर उजला पदार्थ जमा हो जायगा। यह मैगनेसियम ऑक्साइड है। इस गैसपात्र में थोड़ा जल डाल कर हिलाएँ और लाल लिटमस पत्र का एक टुकड़ा इसमें डालें। यह नीला हो जायगा। अतः मैगनेसियम के ऑक्सीजन मे जलने से एक भस्मीय पदार्थ उत्पन्न होता है।



चित्र ३६

व्यापारिक मात्रा में ऑक्सीजन तैयार करना—व्यवसाय के लिए ऑक्सीजन निम्न विधियों से बनाया जाता है।

(१) **ब्रीन विधि से :**—बेरियम परॉक्साइड को गर्म करने से ऑक्सीजन मिलता है। बेरियम आक्साइड के ऊपर हवा प्रवाहित करने से बेरियम परॉक्साइड बनता है, जो उच्च तापमान पर विच्छिन्न होकर आक्सीजन देता है।

(२) **जल के विद्युत विच्छेदन से :**—इस रीति से ऑक्सीजन और हाइड्रोजन दोनों मिलते है।

(३) **द्रवीभूत हवा से :**—इन दिनों व्यवसाय के लिए ऑक्सीजन मुख्यतः द्रवीभूत हवा से तैयार होता है। द्रवीभूत हवा के आंशिक स्रवण (Fractional distillation) से हमें ऑक्सीजन और नाइट्रोजन मिलते है।

ऑक्साइड एवं उसका वर्गीकरण

कोई भी तत्व, धातु या अधातु जब ऑक्सीजन के साथ संयुक्त होता है, तो उसका **ऑक्साइड** बनता है। अतः किसी तत्व का ऑक्साइड उस तत्व

एवं ऑक्सीजन का बना यौगिक है, जैसे—कार्बन डाइ-ऑक्साई, सल्फर डाई-ऑक्साइड, मैगनेसियम ऑक्साइड आदि।

ऑक्साइड कई प्रकार के होते हैं। कुछ ऑक्साइड के जलीय घोल नीले लिटमस को लाल तथा कुछ लाल लिटमस को नीला कर देते है एवं कुछ का लिटमस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। ऑक्साइड के उपरोक्त गुणो के आधार पर इन्हें पाँच श्रेणियों में बाँट सकते है :—

(१) **अम्लीय ऑक्साइड** (Acidic oxide)—जिनके गुण अम्लीय होते है, जैसे सल्फर डाइ ऑक्साइड, कार्बन डाइ ऑक्साइड आदि।

(२) **भस्मीय ऑक्साइड** (Basic oxide)—जिनके गुण भस्म या क्षार जैसे होते है, जैसे— सोडियम ऑक्साइड, मैगनेसियम ऑक्साइड आदि।

(३) **उदासीन ऑक्साइड** (Neutral oxide)—जिनका लिटमस पर कोई प्रभाव नहीं पडता, जैसे— हाइड्रोजन ऑक्साइड अर्थात् जल, नाइट्रिक ऑक्साइड आदि।

(४) **ऐम्फोटेरिक ऑक्साइड** (Amphoteric oxide)—ये अम्ल और क्षार दोनो से प्रतिक्रिया कर लवण बनाते है, जैसे—जिंक ऑक्साइड, अल्युमिनियम ऑक्साइड आदि।

(५) **पेरॉक्साइड** (Peroxide)—कुछ ऑक्साइड ऐसे भी है, जिनमें साधारणतः आक्सीजन की मात्रा अधिक होती है, जैसे—सोडियम पेरॉक्साइड।

ऑक्सीजन की उपयोगिता :—

(१) अस्पताल में ऑक्सीजन का प्रयोग सांस लेने के लिए होता है।

(२) ऊँचे पहाड़ो पर चढ़ते समय भी सांस लेने के लिए यह व्यवहृत होता है।

(३) व्यापारिक मात्रा में इसका उपयोग बहुत स्थानो मे होता है।

(४) ऑक्सीजन-एसेटिलीन लौ, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन लौ अथवा अन्य ऑक्सीजन जैसी लौ के लिए ऑक्सीजन का व्यवहार होता है।

(५) तेलों से वार्निस बनाने मे इसका उपयोग होता है।

आवेजक एवं आवेजन (Catalyst and Catalysis)

रासायनिक क्रिया में बहुत-सी ऐसी वस्तुएँ व्यवहृत होती है जिनकी उपस्थिति मात्र से रासायनिक क्रिया की गति मे परिवर्त्तन होता है, परन्तु जिनमें स्थायी रूप से कोई रासायनिक परिवर्त्तन नहीं होता है। ऐसे पदार्थ को **आवेजक** तथा इस प्रकार की प्रतिक्रिया को **आवेजन** कहते है। जैसे पोटाशियम क्लोरेट से ऑक्सीजन बनाते समय प्रतिक्रिया की सुविधा के लिए थोड़ा मैगनिज डाइऑक्साइड मिला दिया जाता है। प्रतिक्रिया के बाद मैगनिज डाइऑक्साइड के भार तथा बनावट में कोई परिवर्त्तन नहीं होता। अत: मैगनिज डाइआक्साइड एक आवेजक (Catalyst, Catalytic agent) है एव इस प्रकार की क्रिया आवेजन (Catalysis) है।

आवेजक कई प्रकार के होते है—

(१) **धनात्मक आवेजक** (Positive catalyst)—जो पदार्थ रासायनिक प्रतिक्रिया की गति को त्वरित करते है, उन्हें धनात्मक आवेजक कहते हैं, जैसे—मैगनिज डाइऑक्साइड, प्लैटिनम, प्लेटिनाइज्ड ऐस्टवेस्टस आदि।

(२) **ऋणात्मक आवेजक** (Negative catalyst)- जो पदार्थ रासायनिक क्रिया की गति को विमन्दित करते हैं, उन्हें ऋणात्मक आवेजक कहते हैं। जैसे हाइड्राजन पेरॉक्साइड के सुरक्षित रखने में फास्फोरिक अम्ल का व्यवहार होता है।

(३) **स्वयं आवेजक** (Auto catalyst)—कभी-कभी रासायनिक प्रतिक्रिया में ऐसी वस्तु बन जाती है, जो आवेजक का काम करती है। ऐसे आवेजक को स्वयं आवेजक कहते है। जल के संश्लेषण में जलवाष्प स्वय आवेजक का काम करता है।

स्मरणार्थ

उपस्थिति एवं इतिहास—सर्वप्रथम शीले ने इसका पता लगाया। यह प्रकृति मे स्वतन्त्र रूप से हवा में वर्त्तमान है। संयुक्तावस्था में यह नाइट्रेट, सल्फेट कार्बोनेट आदि के रूप में प्रकृति में मिलता है।

ऑक्सीजन बनाने की विधियाँ—ऑक्साइड, नाइट्रेट, क्लोरेट आदि को गर्म कर ऑक्सीजन तैयार किया जाता है।

प्रयोगशाला विधि—प्रयोगशाला में ऑक्सीजन ३ भाग पोटाशियम क्लोरेट और १ भाग मैगनिज डाइऑक्साइड के मिश्रण को गर्म कर बनाया जाता है।

ऑक्सीजन के गुण—यह रंगहीन, गंधहीन और निःस्वाद गैस है। यह जल में अति अल्प मात्रा में घुलता है। लिटमस के प्रति उदासीन है। वस्तुओं के जलने में सहायक होता है। तत्वों के साथ संयोग कर ऑक्साइड बनाता है। यह प्रबल ऑक्सीकारक है।

व्यापारिक मात्रा में ऑक्सीजन तैयार करना—निम्नलिखित विधियों से ऑक्सीजन व्यापारिक मात्रा में तैयार होता है—

(१) ब्रीन विधि से—बेरियम पेरॉक्साइड को गर्म करने से ऑक्सीजन मिलता है।

(२) जल के विद्युत् विश्लेषण से ऑक्सीजन एवं हाइड्रोजन मिलते हैं।

ऑक्साइड एवं उसका वर्गीकरण—तत्व और ऑक्सीजन के संयोग से बने हुए यौगिक को ऑक्साइड कहते हैं। ऑक्साइड कई प्रकार के होते हैं। साधारणतः आक्साइड पाँच तरह के होते हैं—

(१) **अम्लीय ऑक्साइड**—इन्हें जल में घोलने से अम्ल उत्पन्न होते हैं।

(२) **भस्मीय ऑक्साइड**—इन्हे जल में घोलने से क्षार उत्पन्न होते हैं।

(३) **उदासीन ऑक्साइड**—ये प्रायः जल में अघुलनशील होते हे और इनका लिटमस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

(४) **एम्फोटेरिक ऑक्साइड**—इनमें अम्लीय एवं भस्मीय दोनों ही गुण होते हैं।

(५) **पेरॉक्साइड**—इनमें साधारण आक्साइड की अपेक्षा अधिक आक्सीजन रहता है।

ऑक्सीजन की उपयोगिता:—ऑक्सीजन प्राणिज एवं पेड़-पौधों के लिए अनिवार्य है। यह उद्योग-धन्धा एवं मनुष्य के दैनिक जीवन मे अन्य कामों के लिए उपयुक्त होता है।

आवेजक:—जो वस्तु अपनी अल्पमात्रा में उपस्थिति मात्र से रासायनिक प्रतिक्रिया की गति में परिवर्तन ला दे, उसे आवेजक कहते हैं तथा इस घटना को आवेजन कहते है।

आवेजक के भेद :—आवेजक साधारणतः तीन प्रकार के होते हैं।

(१) **धन आवेजक**—धन-आवेजक वह है जो रासायनिक क्रिया की गति में वृद्धि ला दे।

(२) **ऋण आवेजक**—ऋण आवेजक वह है, जो रासायनिक क्रिया की गति में ह्रास ला दे।

(३) **स्वयं आवेजक**—बहुत-से पदार्थ ऐसे है, जो रासायनिक क्रिया में उत्पन्न होकर आवेजक का काम करते हैं। इन्हें स्वयं आवेजक कहते हैं।

अभ्यास

१. **ऑक्सीजन का आविष्कार किसने किया ?**

1. Who discovered oxygen ?

२. **विभिन्न वस्तुओं से ऑक्सीजन किस तरह तैयार किया जाता है ?**

2. How is oxygen prepared from different substances ?

३. **प्रयोगशाला में ऑक्सीजन तैयार करने की विधि का वर्णन करें।**

3. Describe the method of preparation of oxygen in the laboratory.

४. **विशुद्ध ऑक्सीजन किस तरह तैयार किया जाता है ?**

4. How is pure oxygen prepared ?

५. **बड़े पैमाने पर ऑक्सीजन किस तरह तैयार किया जाता है ?**

5. How is oxygen prepared on a large scale.

६. **ऑक्सीजन के गुणों का विवेचन करें तथा उन्हें समझाने के लिए उपयुक्त प्रयोगों का वर्णन करें।**

6. State the properties of oxygen and describe suitable experiments to demonstrate its properties.

७. **ऑक्सीजन की उपयोगिता बताइए।**

7. State the uses of oxygen.

८. **ऑक्साइड क्या है ? इसके कितने भेद हैं।**

8. What is an oxide ? What are different types of it ?

९. **अम्लीय और भस्मीय ऑक्साइड से क्या समझते हैं ? उदाहरण देकर समझाइए।**

9. What do you undrestand by Acidic and Basic oxides ? Explain with examples.

१०. ऐम्फोटेरिक ऑक्साइड क्या है ?

10. What is an amphoteric oxide ?

११. आवेजक से आप क्या समझते हैं ?

11. What do you understand by catalyst ?

१२. आवेजक कितने प्रकार के होते हैं ? प्रत्येक का उदाहरण दें ।

12. What are different kinds of catalyst ? Give example of each.

१३. ऑक्सीजन को प्राणवायु क्यों कहते हैं ?

13. Why is oxygen called vital air ?

१४. क्या होगा—

यदि (क) जलते हुए कोयले को ऑक्सीजन के गैस पात्र में डाला जाय ?

(ख) दहन चम्मच में गंधक जलाकर ऑक्सीजन के गैस पात्र में डाला जाय ?

(ग) फास्फोरस के एक टुकड़े को खुली हवा में छोड़ दिया जाय ?

14. What will happen—

if (a) burning charcoal is introduced in a jar filled with oxygen ?

(b) a deflagrating spoon containing burning sulphur is introduced in a jar filled with oxygen.

(c) a piece of phosphorus is exposed to air ?

दसवाँ अध्याय

हाइड्रोजन
(Hydrogen)

इतिहास—सर्वप्रथम बॉयल (Boyle) ने इसे लोहे पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया था। इसके ज्वलनशील होने के कारण इसका नाम दाह्य वायु (Inflamable Air) अथवा ज्वलनशील गैस (Combustible gas) था। कैवेंडिश (Cavendish) ने सबसे पहले साबित किया कि लोहा, जस्ता आदि जैसी धातुओं पर अम्ल की प्रतिक्रिया से जो गैस मिलता है, वह कोई यौगिक नहीं बल्कि तत्व विशेष है। इसके हवा में जलने पर जल बनने के कारण १७८३ ई० मे लव्वाजिये ने इसका नाम **जल-उत्पादक** (Water producer) रखा।

उपस्थिति—हाइड्रोजन स्वतन्त्रावस्था मे अति अल्प मात्रा में पाया जाता हैं। यह ज्वालामुखी से निकले गैसों में मिलता है। यौगिक के रूप में जल, अम्ल एवं क्षार में मिलता है। यह प्राकृतिक तेल तथा अन्य जैविक पदार्थों में भी रहता है।

हाइड्रोजन बनाने की विधियाँ

हाइड्रोजन साधारणतः जल, अम्ल और क्षार से बनाया जाता है। इनके अतिरिक्त बहुत से हाइड्रोकार्बन (Hydrocarbon) के विच्छेदन से भी यह बनता है।

(क) जल से—सोडियम, पोटाशियम, कैलसियम आदि धातुएँ जल को साधारण तापमान पर ही विच्छेदित करती है और इस क्रिया से हाइड्रोजन मिलता है। मैगनेसियम एवं अल्युमिनियम के चूर्ण के साथ जल को उबालने से हाइड्रोजन मिलता है। तप्त जस्ता, लोहा आदि धातुओं पर भाप प्रवाहित करने से भी हाइड्रोजन मिलता है। अधिकतर रक्तोष्ण लोहे पर भाप प्रवाहित कर व्यवसाय के लिए हाइड्रोजन तैयार किया जाता है।

रक्तोष्ण लौह पर भाप प्रवाहित करने से कार्बन मोनॉक्साइड, कार्बन डाइआँक्साइड और हाइड्रोजन का मिश्रण मिलता है। इस मिश्रण को जलगैस (Water gas) कहते है। इस मिश्रण से हाइड्रोजन अलग कर दिया जाता है। जलाने के लिए यह मिश्रण ही काम में लाया जाता है।

अम्लीय जल के विद्युत-विच्छेदन से हाइड्रोजन मिलता है।

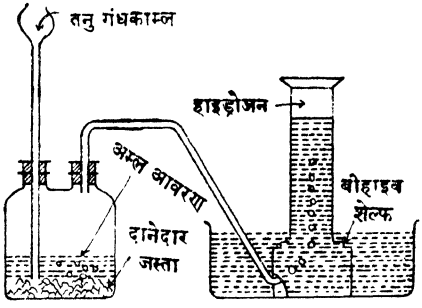
(ख) **अम्ल से** -- मैगनेसियम, अल्युमिनियम, जस्ता, लोहा आदि धातुओं पर तनु गन्धकाम्ल अथवा नमकाम्ल की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन बनता है।

(ग) **क्षार से**—जस्ता, अल्युमिनियम आदि धातुओं के चूर्ण को क्षार (सोडियम हाइड्राक्साइड एवं पोटाशियम हाइड्राक्साइड) के साथ गर्म करने से हाइड्रोजन मिलता है।

प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस बनाना

साधारणत: प्रयोगशाला में हाइड्रोजन बनाने में जस्ते एवं गंधकाम्ल का उपयोग होता है।

प्रयोग :—चित्र ३७ में दिये उपकरण को प्रस्तुत करें। ऊल्फ बोतल में करीब २० ग्राम दानेदार (व्यापारिक) जस्ता ले लें और उपकरण को पुन: सुसज्जित कर देखे कि उपकरण वायुरुद्ध (Air tight) है अथवा नहीं। ऐसा करने के लिए ऊल्फ-बोतल में कुछ जल ले लें ताकि टीप का छोर जल में डूब जाय। निकास नली का मुँह उँगली से बन्द कर टीप में कुछ जल डालें। अगर उपकरण वायुरुद्ध होगा, तो जल ऊल्फ बोतल में प्रवेश नहीं करेगा।



चित्र ३७

अब इस प्रयोग के लिए तनु गन्धकाम्ल (५ भाग जल और एक भाग समाहृत अम्ल मिलाकर) बना लें। अम्ल को तनु बनाते समय बीकर में जल लेकर उसमें

अम्ल थोड़ा-थोड़ा कर डालें। जल में समाहृत गन्धकाम्ल मिलाने से अधिक ताप उत्पन्न होता है, अतएव उसे आवश्यकतानुसार ठंढा भी करते रहें।

तत्पश्चात् जल को निकाल दें और इतना तनु गंधकाम्ल डालें कि जस्ता ढंक जाय तथा पिस्टल-टोप का छोर अम्ल में डूब जाय।

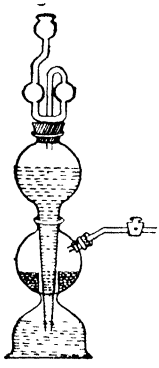
तनु गन्धकाम्ल डालने पर गैस तेजी से निकलेगा और निकासनली के छोर पर पानी में बुलबुलायेगा। कुछ देर तक गैस निकल जाने दें, जिससे उपकरण के अन्दर की प्रायः सभी हवा निकल जाय। तब जल के अधःप्रक्षेप से परखनली में गैस जमा करें और उसे लौ के पास ले जाएँ। जब गैस हल्की आवाज (पप) के साथ जले, तो समझें कि उपकरण से प्रायः सभी हवा बाहर निकल गयी है। फिर जल के अधःप्रक्षेप से २-३ गैसपात्र हाइड्रोजन जमा कर लें।

सावधानी :—(१) अम्ल को जल में डालना चाहिए एवं उसे ठंढा करते रहना चाहिए।

(२) उपकरण वायुरुद्ध रहना चाहिए।

(३) उपकरण से सभी हवा बाहर निकल जानी चाहिए, नहीं तो हाइड्रोजन के साथ विस्फोटक मिश्रण बनता है।

(४) उपकरण के निकट लौ नहीं रहनी चाहिए।



चित्र ३८

प्रयोगशाला मे व्यवहार के लिए यह गैस कीप यंत्र (चि० ३८) में तैयार होता है।

हाइड्रोजन गैस के गुण :—यह गैस रंगहीन, गंधहीन एवं स्वादहीन है। यह हवा से हल्का है तथा पानी मे अघुलनशील है। इस पर लिटमस पत्र का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। यह दहनशील है तथा साधारणतः दहन पोषक नही है। परन्तु इसके वातावरण में ऑक्सीजन गैस जलता है। इसके हवा या ऑक्सीजन में जलने से जल बनता है।

इसके उपयुक्त परिस्थितियों में विभिन्न तत्वों के साथ संयोग करने से विभिन्न यौगिक मिलते है।

प्रयोग (१)—एक उलटे हुए गैस पात्र में एक जलती हुई संठी ले जाएँ (चि० ३९)। संठी बुझ जायेगी, पर गैस खुद मुँह पर जलने लगेगा। यह प्रयाग बतलाता है कि यह गैस दहनशील है।



चित्र ३९

प्रयोग (२)—हाइड्रोजन से भरे एक गैस-पात्र के मुँह को हवा से भरे एक गैस-पात्र के मुँह के नीचे ले जाएँ (चि० ४०)। कुछ देर के बाद ऊपरवाले पात्र के गैस की जाँच करें, गैस विस्फोट के साथ जलेगा। यह प्रयोग बतलाता है कि हाइड्रोजन हवा से हल्का है एवं हवा के साथ विस्फोटक मिश्रण बनाता है।



चित्र ४०

व्यापारिक मात्रा में हाइड्रोजन गैस की तैयारी

जस्ता और गंधकाम्ल से अधिक मात्रा में हाइड्रोजन बनाना महँगा पड़ेगा, अतएव, पानी को अवछिन्न कर हाइड्रोजन बनाया जाता है। कुछ क्रियाओं मे यह उपफल (Bye product) के ऐसा मिलता है।

जल-वाष्प को रक्तोष्ण लोहे पर प्रवाहित कर हाइड्रोजन बनाते हैं, अथवा रक्तोष्ण कोयले पर जलवाष्प प्रवाहित करने से जल गैस मिलता है। इससे कार्बन मोनॉक्साइड और कार्बन डाइआॅक्साइड को हटाकर हाइड्रोजन प्राप्त करते हैं।

नवजात हाइड्रोजन (Nascent Hydrogen):—ऊर्ध्व बोतल या कीप यंत्र से जो हाइड्रोजन निकलता है, वह अणु के रूप में रहता है। परन्तु जस्ता और तनु गंधकाम्ल अथवा जस्ता और तीव्र क्षार की प्रतिक्रिया से ज्यों ही हाइड्रोजन बनता है वह परमाणविक अवस्था (Atomic state) में रहता है।

अतएव, यह अति क्रियाशील होता है। इस हाइड्रोजन को नवजात हाइड्रोजन तथा इन अवस्थाओं को नवजात अवस्था (Nascent state) कहते है। यह हाइड्रोजन गैस की अपेक्षा अधिक क्रियाशील होता है।

हाइड्रोजन गैस की उपयोगिता :—(१) हाइड्रोजन का व्यवहार अवकारक (Reducing agent) के ऐसा होता है।

(२) हाइड्रोजन वनस्पति घी के उद्योगों में व्यवहृत होता है।

(३) ऑक्सी-हाइड्रोजन लौ के लिए भी इसका उपयोग होता है। यह लौ लाइमलाइट के लिए तथा धातुओं के जोड़ने (welding) के लिए काम आती है। ऑक्सी-हाइड्रोजन लौह में चूना रखने पर अधिक प्रकाश निकलता है। जिसे चून प्रकाश (lime light) कहते है।

(४) यह गैस गुब्बारे आदि भरने तथा हवाई जहाज (Air ships) के लिए अधिक उपयुक्त होता है।

ऑक्सीकरण एवं अवकरण (Oxidation and Reduction)

आप पढ़ चुके है कि कोयले (कार्बन), गंधक, फास्फोरस, मैगनेशियम आदि को हवा या ऑक्सीजन में जलाने से उनके ऑक्साइड बनते है। बेरियम आक्साइड को हवा में गर्म करने से बेरियम पेरॉक्साइड बनता है। नाइट्रिक ऑक्साइड तथा कार्बन मोनॉक्साइड के ऑक्सीजन के साथ संयोग होने से नाइट्रोजन पेरॉक्साइड एवं कार्बन डाइऑक्साइड बनते है। इस क्रिया को **ऑक्सीकरण** (Oxidation) कहते है।

अतः ऑक्सीकरण वह क्रिया है, जिससे पदार्थ का ऑक्सीजन से संयोग होता है।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को मैगनिज डाइऑक्साइड के साथ गर्म करने से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल क्लोरिन में परिणत हो जाता है। अमोनिया को ऑक्सीजन में जलाने से नाइट्रोजन बनता है।

इन क्रियायों मे हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा अमोनिया से हाइड्रोजन हट जाते है। अतएव किसी यौगिक से हाइड्रोजन का हटाना भी ऑक्सीकरण की क्रिया है।

किन्तु ऑक्सीकरण की क्रिया ऑक्सीजन से संयोग या हाइड्रोजन के वियोग तक ही सीमित नहीं है, वरन् ऑक्सीजन के समान अन्य तत्वों के साथ संयोग तथा हाइड्रोजन के समान अन्य तत्वों के वियोग की क्रिया भी ऑक्सीकरण कहलाती है।

अतः, ऑक्सीकरण वह क्रिया है, जिसमें ;

(१) ऑक्सीजन का संयोग या वृद्धि होती है।

(२) हाइड्रोजन का वियोग या ह्रास होता है।

(३) ऑक्सीजन के समान विद्युत ऋणात्मक (Electronegative) तत्व या समूह का संयोग या वृद्धि होती है।

(४) हाइड्रोजन के समान विद्युत धनात्मक (Electropositive) तत्व या समूह का वियोग या ह्रास होता है।

अवकरण (Reduction) :—इसकी क्रिया ठीक विपरीत क्रिया है, जिसमें

(१) हाइड्रोजन का संयोग या वृद्धि होती है।

(२) ऑक्सीजन का वियोग या ह्रास होता है।

(३) हाइड्रोजन के समान तत्व या समूह का संयोग या वृद्धि होती है।

या (४) ऑक्सीजन के समान तत्व या समूह का वियोग या ह्रास होता है।

ऑक्सीकरण एवं अवकरण की क्रियाएँ अकेले कभी नहीं होती है। ये बराबर साथ-साथ होती हैं। रासायनिक क्रियाओं में जिन वस्तुओं मे ऑक्सीजन या ऑक्सीजन के समान तत्व या समूह मिलते है अथवा जिनके द्वारा अन्य वस्तुओं से हाइड्रोजन या हाइड्रोजन के समान तत्व या समूह हटाए जाते हैं, उन्हें **ऑक्सीकारक** (Oxidising agent) कहते है, जैसे—ऑक्सीजन, मैगनिज डाइऑक्साइड, क्लोरिन, नाइट्रिक अम्ल आदि। जिन वस्तुओं से हाइड्रोजन या हाइड्रोजन के समान तत्व या समूह मिलते हैं अथवा जिनके द्वारा अन्य वस्तुओं से ऑक्सीजन या ऑक्सीजन के समान तत्व या समूह हटाए जाते है, उन्हें **अवकारक** (Reducing agent) कहते हैं, जैसे—हाइड्रोजन, सभी धातुएँ, कार्बन, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आदि।

कुछ ऐसी वस्तुएँ है, जो आक्सीकारक तथा अवकारक दोनों ही जैसा बर्ताव करती है, जैसे—सल्फर डाइआक्साइड, नाइट्रस अम्ल, नाइट्रिक ऑक्साइड इत्यादि।

स्मरणार्थ

इतिहास एवं उपस्थिति :—सर्वप्रथम वॉयल ने इसका आविष्कार किया। यह प्रकृति में स्वतन्त्र रूप में अति अल्प मात्रा में मिलता है। यौगिक रूप में यह जल, अम्ल एवं क्षार में मिलता है।

हाइड्रोजन बनाने की विधियाँ :—हाइड्रोजन निम्नलिखित विधियों से बनाया जाता है।

(१) **जल से**—जल पर धातुओं की प्रतिक्रिया तथा जल के विद्युत विश्लेषण से हाइड्रोजन प्राप्त होता है।

(२) यह जल-गैस (water gas) के रूप मे रक्तोष्ण कोयले पर भाप प्रवाहित करने से मिलता है। जल-गैस हाइड्रोजन, कार्बन मोनॉक्साइड एवं अल्प मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड का मिश्रण है।

अम्ल से—धातुओं पर अम्ल की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन मिलता है।

क्षार से—कास्टिक सोडा अथवा कास्टिक पोटाश को जस्ता या अल्युमिनियम के साथ गर्म करने से हाइडोजन मिलता है।

प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस बनाना :—प्रयोगशाला में हाइड्रोजन गैस जस्ता एवं तनु गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया जाता है। इसके लिए ऊल्फ बोतल काम में लाते हैं।

हाइड्रोजन बनाने में सावधानी :—(१) गंधकाम्ल तनु बनाते समय अम्ल को जल मे डालना चाहिए।

(२) उपकरण वायुरुद्ध होना चाहिए तथा उससे पूरी हवा बाहर निकाल देना चाहिए।

(३) उपकरण के नजदीक कोई लौ नहीं रहनी चाहिए।

हाइड्रोजन के गुण :—यह रंगहीन, गंधहीन, निःस्वाद, एवं सबसे हल्का गैस है। जल में अघुलनशील तथा लिटमस के प्रति उदासीन है। यह हवा में जलता है और जल उत्पादन करता है।

यह प्रबल अवकारक है।

व्यापारिक मात्रा में हाइड्रोजन गैस तैयार करना :—जल को अवछिन्न कर अथवा जलवाष्प को रक्तोष्ण लोहे पर प्रवाहित कर हाइड्रोजन गैस व्यापारिक मात्रा मे तैयार होता है।

नवजात हाइड्रोजन :—हाइड्रोजन की उत्पत्ति में गैस बनने के पहले यह परमाणु अवस्था में रहता है और गैसीय हाइड्रोजन से अधिक क्रियाशील होता है। इस परमाणविक अवस्था मे उत्पन्न हाइड्रोजन को नवजात हाइड्रोजन कहते हैं।

हाइड्रोजन गैस की उपयोगिता :—यह अवकारक जैसा, वनस्पति घी के उत्पादन, ऑक्सीजन-हाइड्रोजन लौ और गुब्बारे आदि के लिए उपयुक्त होता है।

ऑक्सीकरण एवं ऑक्सीकारक :—जिस क्रिया में वस्तुओं के साथ ऑक्सीजन या किसी अन्य ऋणात्मक तत्व या समूह का संयोग या उनकी मात्रा में वृद्धि होती है अथवा हाइड्रोजन या अन्य धनात्मक तत्व या समूह का वियोग या उनकी मात्रा में ह्रास होता है, उसे ऑक्सीकरण कहते है।

जिन वस्तुओं के द्वारा यह क्रिया होती है, उन्हें ऑक्सीकारक कहते है।

अवकरण एवं अवकारक :—यह ऑक्सीकरण की विपरीत क्रिया है।

अभ्यास

१. **हाइड्रोजन का आविष्कार किसने और किस तरह किया ?**

1. Who discovered hydrogen and how ?

२. **हाइड्रोजन प्रकृति में किस रूप में मिलता है ?**

2. How does hydrogen occur in nature ?

३. **हाइड्रोजन बनाने की विभिन्न रीतियों का वर्णन करें।**

3. Describe different methods for preparation of hydrogen.

४. **हाइड्रोजन बनाने की प्रयोगशाला विधि का वर्णन करें।**

4. Describe the laboratory method for the preparation of hydrogen.

५. **हाइड्रोजन बनाते समय क्या सावधानी बरतनी चाहिए ?**

5. What precautions should be taken while preparing hydrogen ?

६. **उपयुक्त प्रयोग के साथ हाइड्रोजन के गुणों का वर्णन करें।**

6. Describe with suitable experiments the properties of hydrogen.

७. **व्यापारिक मात्रा में हाइड्रोजन किस तरह बनाया जाता है ?**

7. How is hydrogen preprared on industrial scale.

८. **जल गैस क्या है ? यह कैसे बनाया जाता है तथा किस काम आता है ?**

8. What is water gas ? How is it obtained and what is its use ?

९. नवजात हाइड्रोजन से क्या समझते हैं ? प्रयोग द्वारा बतलाएँ कि नवजात हाइड्रोजन गैसीय हाइड्रोजन से अधिक क्रियाशील है ।

9. What do you understand by "Nascent hydrogen" ? Show by experiments that nascent hydrogen is more active than gaseous hydrogen.

१०. हाइड्रोजन के भिन्न-भिन्न उपयोगों का वर्णन करें ।

10. Describe different uses of hydrogen.

११. ऑक्सीकरण एवं अवकरण से क्या समझते हैं ? उदाहरण सहित इसका विवेचन करें ।

11. What do you understand by "Oxidation and Reduction ? Discuss with examples.

१२. कुछ ऐसी वस्तुओं का नाम लें जो आक्सीकारक एवं अवकारक दोनों ही का काम करती हैं ।

12. Name a few substances who behave like both oxidising and reducing agents.

१३. जल से हाइड्रोजन बनाने की विभिन्न रीतियों का वर्णन करें ।

13. Describe different methods of preparation of hydrogen from water.

१४. क्या होता है—

जब (क) सोडियम का टुकड़ा ठंढे जल में डाला जाता है,
(ख) जलवाष्प रक्तोष्ण लौह पर प्रवाहित किया जाता है तथा
(ग) जस्ते को कास्टिक पोटाश के साथ गर्म किया जाता है ?

14. What happens—

When (a) A piece of sodium is dropped in water,
(b) Steam is passed over red hot iron and
(c) Zinc is heated with caustic potash ?

ग्यारहवाँ अध्याय

अम्ल, भस्म और लवण

(Acids, Bases and salts)

अम्ल :—अपने दैनिक जीवन में हम पाते है कि नीबू, आमचूर, इमली, दही, सिरका, इत्यादि कई पदार्थ हैं जिनका स्वाद खट्टा होता है तथा इनसे ताँबे, पीतल आदि के बर्त्तन में दाग पड़ जाता है। इन सभी चीजों में एक ही वर्ग के पदार्थ हैं जिनके कारण इनका स्वाद खट्टा होता है। उस तरह के पदार्थ को, जिनके कारण नींबू, आमचूर, दही आदि का स्वाद खट्टा होता है, अम्ल (acid) कहते हैं। अम्ल को साधारणतः तेजाब भी कहते हैं। नीबू में साइट्रिक अम्ल (Citric acid), इमली में टार्टरिक अम्ल (Tartaric acid), दही में लैक्टिक अम्ल (Lactic acid) एवं सिरका में एसिटिक अम्ल (Acetic acid) रहता है। इनके अतिरिक्त हमारे शरीर तथा अन्य जीव-जन्तुओं में भी विभिन्न प्रकार के अम्ल पाये जाते हैं। जैसे हमारे पसीने में ब्युटिरिक अम्ल (Butyric acid) रहता है तथा हमारे आमाशय में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल रहता है जिससे हमारा भोजन पचता है। चींटी, बिच्छू, हड्डा आदि जीवों के डंक में फार्मिक अम्ल (Formic acid) रहता है। इनके अतिरिक्त शोरे का अम्ल (Nitric acid), गंधक अम्ल (Sulphuric acid) आदि से भी हमलोग परिचित हैं।

अम्लों के गुण :—अम्लों के उपरोक्त गुण के अतिरिक्त अन्य साधारण एवं विशिष्ट गुण होते हैं जिनके द्वारा वे पहचाने जाते हैं। अम्ल साधारणतः खट्टा होता है। वह नीले लिटमस पत्र को लाल कर देता है। धातुओं के ऊपर धब्बा डालता है। वह मिथाइल ऑरेंज (Methyl orange) को लाल कर देता है। किन्तु फिनॉल्फथैलिन के रंग में कोई परिवर्त्तन नहीं लाता। अम्ल क्षार के

गुणों को नष्ट कर देता है। अम्लों की धातु पर प्रतिक्रिया होने से हाइड्रोजन मुक्त होता है। जैसे जिंक और गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन मिलता है।

जिंक + गन्धकाम्ल = जिंक सल्फेट + हाइड्रोजन

प्रत्येक अम्ल के अपने विशेष गुण भी होते हैं जिनके द्वारा वह पहचाना जाता है। जैसे-हाइड्रोक्लोरिक अम्ल सिल्वर नाइट्रेट के साथ दुधिया अवक्षेप देता है, जो अम्ल में नहीं घुलता परन्तु अमोनियम हाइड्रोक्साइड में घुल जाता है। उसी तरह गन्धकाम्ल भी बेरियम क्लोराइड के साथ श्वेत अवक्षेप देता है जो किसी भी अम्ल में नहीं घुलता। इसी प्रकार अन्य अम्लों के भी अपने विशेष गुण हैं।

अम्लों का वर्गीकरण :—अम्लों के वर्गीकरण के कई आधार हैं।

(क) **उद्गम के विचार से** :—जो अम्ल प्राणिज अथवा वनस्पति में पाये जाते हैं, उन्हें कार्बनिक अम्ल (Organic acids) कहते हैं। जैसे फॉर्मिक अम्ल, एसिटिक अम्ल, साइट्रिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल, ऑक्जैलिक अम्ल इत्यादि—इन सभी अम्लों में कार्बन रहता है एवं ये प्रायः निर्बल होते हैं। जिन अम्लों के लवण खनिज (Minerals) के रूप में पाये जाते हैं, उन्हें खनिज अम्ल (mineral acids) या अकार्बनिक अम्ल (Inorganic acids) कहते हैं, जैसे—नमकाम्ल या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (Hydrochloric acid), शोरे का अम्ल या नाइट्रिक अम्ल (Nitric acid), गन्धकाम्ल या सल्फ्यूरिक अम्ल (Sulphuric acid), कार्बोनिक अम्ल (Carbonic acid), इत्यादि।

उपरोक्त कार्बनिक एवं अकार्बनिक अम्लों का उत्पादन प्रयोगशाला एवं उद्योग में भी होने लगा है।

(ख) **व्यवहार के दृष्टिकोण से**:—प्रयोगशाला एवं उद्योग-धन्धों में प्रायः दो तरह के अम्लों का व्यवहार होता है।

(१) **तनु अम्ल** (Dilute acid)—इसमें जल की अपेक्षा अम्ल की मात्रा कम रहती है और साधारण काम एवं मन्द प्रतिक्रिया के लिए तनु अम्ल का व्यवहार होता है।

(२) **समाहत अम्ल** (Conentrated acid) :—इसमें जल की अपेक्षा अम्ल की मात्रा अधिक रहती है एवं शक्ति अधिक रहती है। इन्हें विशेष कामों के लिए तथा तीव्र प्रतिक्रिया के लिए काम में लाया जाता है।

(ग) क्रियाशीलता के विचार से :—कुछ अम्ल अधिक क्रियाशील होते हैं और कुछ कम। जो अधिक क्रियाशील हैं, उन्हें सबल अम्ल (Strong acids) एवं कम क्रियाशील अम्लों को निर्बल अम्ल (Weak acids) कहते हैं। खनिज अम्ल सबल तथा कार्बनिक अम्ल निर्बल होते हैं।

अम्लों का उपयोग :—दैनिक जीवन, प्रयोगशाला, छोटे तथा बड़े उद्योग-धंधों तथा दवा इत्यादि के बनाने में अम्लों का उपयोग होता है। विभिन्न कार्बनिक अम्लों को हमलोग खाद्य-पदार्थ के रूप में ग्रहण करते हैं, जैसे—साइट्रिक अम्ल, एसिटिक अम्ल इत्यादि।

नमकाम्ल हमारे शरीर की पाचन क्रिया में काम आता है। यह प्रयोगशाला में विभिन्न गैसों के बनाने तथा प्रतिकारक के रूप में उपयुक्त होता है। उद्योग-धन्धों में क्लोरिन बनाने, कार्बन डाइ-आक्साइड आदि के बनाने के लिए भी यह व्यवहृत होता है।

नाइट्रिक अम्ल प्रयोगशाला में प्रतिकारक के रूप में तथा गैस बनाने के लिए व्यवहृत होता है। सोनार लोग इसे आभूषण आदि को साफ करने के लिए काम में लाते हैं। उद्योग-धन्धों में विस्फोटक एवं अन्य कार्बनिक यौगिकों के बनाने के लिए इसका व्यवहार होता है।

गन्धकाम्ल हमारे आधुनिक उद्योगी युग के लिए सबसे महत्वपूर्ण वस्तु है। प्रायः सभी उद्योग-धन्धों मे इसका व्यवहार होता है, जिनमें विशेषकर हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल, नाइट्रिक अम्ल, ग्लोवर लवण, वासिंग सोडा आदि के उद्योग उल्लेखनीय है। यह दवा के रूप में तथा प्रयोगशाला में प्रतिकारक एवं गैस बनाने के लिए काम में लाया जाता है।

भस्म (Base)—धातु के ऑक्साइड एवं हाइड्रॉक्साइड को भस्म (Base) कहते हैं, जैसे—सोडियम ऑक्साइड, सोडियम हाइड्रॉक्साइड, कैल्सियम ऑक्साइड, कैल्सियम हाइड्रॉक्साइड, कॉपर ऑक्साइड इत्यादि।

भस्म अम्ल के साथ प्रतिक्रिया कर लवण बनाते है।

क्षार (Alkali)—जो भस्म जल में घुलनशील है उन्हें क्षार कहते हैं, जैसे—कास्टिक सोडा या सोडियम हाइड्राक्साइड ($NaOH$), कास्टिक पोटाश या पोटाशियम हाइड्रॉक्साइड (KOH), चूना या कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड $Ca(OH)_2$ इत्यादि। अमोनिया अथवा अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH), सोडियम कार्बोनेट, पोटाशियम कार्बोनेट आदि भी क्षार कहलाते

है। **क्षार** में भस्मों के साधारण गुणों के अतिरिक्त अन्य विशेष गुण भी होते हैं, जैसे क्षार का स्वाद कड़ुआ होता है; यह लाल लिटमस को नीला कर देता है; यह छूने में चिकना होता है; यह फिनॉल्फथैलिन को लाल कर देता है तथा तेल चरबी आदि वस्तुओं के साथ प्रतिक्रिया कर साबुन बनाता है।

विभिन्न प्रकार के क्षार—क्षार दो प्रकार के होते हैं :—

(१) **सबल क्षार** (Strong alkalis)—सोडियम हाइड्रॉक्साइड और पोटाशियम हाइड्रॉक्साइड सबल क्षार है। इन्हें कास्टिक क्षार भी कहते हैं।

(२) कैल्शियम हाइड्राक्साइड, सोडियम कार्बोनेट, पोटाशियम कार्बोनेट आदि को **निर्बल क्षार** (Mild alkali) कहते हैं। अमोनियम हाइड्रॉक्साइड निर्बल क्षार के साथ-साथ वाष्पशील भी है। अतः इसे वाष्पशील क्षार (Volatile alkali) कहते हैं।

प्रकृति में क्षार राख, लीद, रेह आदि वस्तुओं मे पाये जाते हैं।

नमक या लवण (Salt)—साधारण जन नमक से केवल **खाद्य** में व्यवहृत नमक को समझते हैं। किन्तु वैज्ञानिक दृष्टिकोण से लवण या नमक दूसरा ही अर्थ रखता है। हम ऊपर पढ़ चुके है कि अम्ल और भस्म परस्पर एक दूसरे के गुण को नष्ट कर देते है। इनके बीच प्रतिक्रिया से फलित वस्तु को लवण (Salt) कहते हैं। जैसे हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और सोडियम हाइड्रॉक्साइड के बीच प्रतिक्रिया से सोडियम क्लोराइड और जल बनते है; यहाँ **सोडियम क्लोराइड** एक लवण है। उसी प्रकार नाइट्रिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल, साइट्रिक अम्ल आदि के साथ सोडियम हाइड्राक्साइड की प्रतिक्रिया से क्रमशः सोडियम नाइट्रेट, सोडियम सल्फेट एवं सोडियम साइट्रेट बनते है। ये सभी लवण हैं। अतः लवण अम्ल और भस्म या क्षार की प्रतिक्रिया से फलित वस्तु है। धातु द्वारा अम्ल से हाइड्रोजन हटाये जाने पर भी लवण बनते हैं जैसे, जिंक और गंधकाम्ल की प्रतिक्रिया से जिंक सल्फेट और हाइड्रोजन बनते है। यहाँ **जिंक सल्फेट** लवण है। अतः लवण की परिभाषा इस प्रकार भी दी जा सकती है—किसी अम्ल से हाइड्रोजन के किसी धातु द्वारा प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से पूर्णतः या अंशतः हटाये जाने से जो बनता है, उसे लवण कहते हैं।

लवणों का नामकरण :—अम्ल और भस्म या क्षार के बीच प्रतिक्रिया होती है, तो उससे फलित लवण का नाम उन्हीं अम्लों और क्षारों के नाम पर

पड़ता है। प्रत्येक लवण के दो खंड होते हैं। प्रथल खण्ड भस्म से प्राप्त होता है, तथा अन्तिम खण्ड अम्ल से प्राप्त होता है। अतः प्रथम खण्ड को भस्मीय मूलक (Basic radical) एवं द्वितीय खण्ड को अम्लीय मूलक (Acid radical) कहते हैं। सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा नाइट्रिक अम्ल से प्राप्त सोडियम नाइट्रेट ($NaNO_3$) में सोडियम (Na^+) भस्मीय मूलक एवं नाइट्रेट (NO_3^-) अम्लीय मूलक है।

लवणों का वर्गीकरण :—लवण तीन प्रकार के होते हैं।

(१) **अम्ल लवण** (Acid salt) :—किसी अम्ल से हाइड्रोजन आंशिक रूप से हटाये जाने अथवा अम्ल और क्षार की प्रतिक्रिया में अम्ल की मात्रा अधिक रहने से अम्ल लवण बनते हैं। सोडियम बाइकार्बोनेट ($NaHCO_3$) एवं सोडियम हाइड्रोजन सल्फेट ($NaHSO_4$) अम्ल लवण के उदाहरण हैं।

(२) **सामान्य लवण** (Normal salt) :—किसी अम्ल से हाइड्रोजन पूर्णरूप से हटाये जाने पर अथवा उस अम्ल के साथ क्षार की पूर्ण रूप से प्रतिक्रिया होने पर सामान्य लवण बनते हैं। सोडियम क्लोराइड ($NaCl$), सोडियम कार्बोनेट (Na_2CO_3), सोडियम सल्फेट (Na_2SO_4) आदि सामान्य लवण के उदाहरण हैं।

(३) **भस्मीय लवण** :—जब भस्म और अम्ल के बीच इस प्रकार प्रतिक्रिया होती है कि उनसे बने लवण में भस्म का अंश रह जाता है, तो ऐसे लवण को भस्मीय लवण कहते हैं। भस्मीय कॉपर कार्बोनेट ($CuCO_3$, $Cu(OH)_2$), भस्मीय लेड क्लोराइड ($Pb(OH)Cl$) आदि भस्मीय लवण के उदाहरण हैं। सभी भस्मीय लवण जल में अघुलनशील होते हैं।

लवण बनाने की विधियाँ :—लवण प्रायः निम्न विधियों से बनते हैं।

(१) **तत्वों के संयोग से** :—सोडियम और क्लोरिन के संयोग से सोडियम क्लोराइड बनता है।

(२) **अम्ल और धातु की प्रतिक्रिया से** :—गंधकाम्ल और जिंक की प्रतिक्रिया से जिंक सल्फेट बनता है।

(३) **क्षार और धातु की प्रतिक्रिया से** :—सोडियम हाइड्रॉक्साइड और जिंक की प्रतिक्रिया से सोडियम जिंकेट बनता है।

(४) **लवण और धातु की प्रतिक्रिया से** :—कॉपर सल्फेट और जिंक की प्रतिक्रिया से जिंक सल्फेट बनता है।

(५) **अम्ल और क्षार की प्रतिक्रिया से** :—हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और सोडियम हाइड्रॉक्साइड की प्रतिक्रिया से सोडियम क्लोराइड बनता है।

(६) **अम्लीय ऑक्साइड एवं भस्मीय ऑक्साइड की प्रतिक्रिया से** :—कार्बन डाइआॅक्साइड और सोडियम आॅक्साइड की प्रतिक्रिया से सोडियम कार्बोनेट बनता है।

(७) **क्षार और क्षार की प्रतिक्रिया से** :—सोडियम हाइड्रॉक्साइड और जिंक हाइड्रोक्साइड की प्रतिक्रिया से सोडियम जिंकेट बनता है।

(८) **लवण और अम्ल की प्रतिक्रिया से** :—सोडियम क्लोराइड और गंधकाम्ल की प्रतिक्रिया से सोडियम सल्फेट बनता है।

(९) **लवण और क्षार की प्रतिक्रिया से** :—अमोनियम क्लोराइड और कैल्शियम हाइड्रोक्साइड की प्रतिक्रिया से कैलसियम क्लोराइड बनता है।

(१०) **लवण और लवण की प्रतिक्रिया से** :—सोडियम क्लोराइड और सिल्वर नाइट्रेट की प्रतिक्रिया से सिल्वर क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्रेट बनते हैं।

उदासीकरण या निराकरण (Neutralisation) :—अम्ल और क्षार के परस्पर गुणों के नष्ट करने की क्रिया को **उदासीकरण** या निराकरण कहते हैं।

प्रयोग :—एक बीकर में थोड़ा तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लें। उसमें एक दो बूंद लिटमस डाल दें। घोल का रंग लाल हो जायगा; घोल अम्लीय है। उसमें थोड़ा-थोड़ा कर सोडियम हाइड्रॉक्साइड का घोल तबतक डालें कि घोल का रंग नीला होने लगे; किन्तु नीला न हो। इस अवस्था को जब कि घोल न लाल हो न नीला, **उदासीन अवस्था** (Neutral stage) अथवा उदासीन बिन्दु (Neutral point), कहते हैं। ऐसे घोल को **उदासीन घोल** (Neutral solution) एवं उस क्रिया को उदासीकरण (Neutralsation) कहते हैं।

अब घोल को गर्म करें। एक ठोस बच जायगा जो सोडियम क्लोराइड है। यही लवण है।

लवणों को लिटमस के प्रति व्यवहार के आधार पर तीन वर्गों में रख सकते है।

(१) **अम्लीय लवण** :—वे लवण हैं जिनका घोल नीले लिटमस को लाल कर देता है, जैसे—फेरिक क्लोराइड ($FeCl_3$)।

(२) **उदासीन लवण** (Neutral salt) :—वे लवण है जिनके घोल का लिटमस पर कोई असर नही पड़ता, जैसे—सोडियम क्लोराइड, सोडियम सल्फेट इत्यादि।

(३) **क्षारीय लवण** (Alkaline salt) :—वे लवण है जिनका घोल लिटमस को लाल कर देता है, जैसे—सोडियम कार्बोनेट, पोटाशियम कार्बोनेट आदि।

स्मरणार्थ

अम्ल :—अम्ल वह है जो (१) स्वाद में खट्टा हो, (२) नीले लिटमस को लाल कर दे, (३) भस्मों के गुण को नष्ट कर लवण बनाये तथा (४) जलीय घोल में हाइड्रोजन विद्युत कण दे, जैसे—नमकाम्ल, गंधकाम्ल इत्यादि।

अम्लों का वर्गीकरण :—(क) उद्गम के विचार से अम्ल दो प्रकार के होते हैं।

(१) कार्बनिक अम्ल तथा (२) अकार्बनिक अम्ल।

(ख) व्यवहार के दृष्टिकोण से अम्ल दो प्रकार के होते है।

(१) तनु अम्ल तथा (२) सान्द्र अम्ल।

(ग) क्रियाशीलता के विचार से भी अम्ल दो प्रकार के होते है।

(१) सबल अम्ल तथा (२) निर्बल अम्ल।

अम्लों का उपयोग :—दैनिक जीवन में, प्रयोगशाला में, छोटे तथा बड़े उद्योग-धन्धों एवं दवा इत्यादि बनाने के लिए अम्लों का उपयोग होता है।

भस्म :—धातु के आक्साइड एवं हाइड्रॉक्साइड को भस्म कहते हैं।

क्षार :—जो भस्म जल में घुलनशील है वे क्षार कहलाते है।

क्षार (१) स्वाद में कड़ुए होते है, (२) लाल लिटमस को नीला कर देते है, (३) अम्ल के गुणो को नष्ट कर लवण बनाते हैं, तथा जलीय घोल में हाइड्रॉक्सीय विद्युतकण देते है।

क्षार के भेद :—क्षार प्रायः दो तरह के होते हैं—

(१) सबल क्षार तथा (२) निर्बल क्षार।

लवण या नमक :—अम्ल और भस्म की प्रतिक्रिया से लवण बनता है। अम्ल और धातु की प्रतिक्रिया से भी लवण बनता है।

लवण के भेद :—उत्पत्ति के आधार पर लवण तीन प्रकार के होते हैं—

(१) अम्ल लवण, (२) सामान्य लवण एवं (३) भस्म लवण।

लिटमस पर इनकी प्रतिक्रिया के आधार पर भी लवण तीन प्रकार के होते है—

(१) अम्लीय लवण, (२) उदासीन लवण एवं (३) क्षारीय लवण।

उदासीकरण अथवा निराकरण :—अम्ल और क्षार के परस्पर गुणों को नष्ट करने की क्रिया को निराकरण कहते है।

अभ्यास

१. अम्ल क्या है ? अम्ल के कुछ उदाहरण दें।

1. What is an acid ? Give a few examples of acids.

२. अम्ल कितने प्रकार के होते हैं ?

2. What are different types of acids ?

३. अम्ल के मुख्य गुणों का वर्णन करें।

3. Describe the important properties of acids ?

४. भस्म क्या है ? भस्म और क्षार में क्या अन्तर है ?

4. What is a base ? What is difference between a base and an alkali ?

५. क्षार के मुख्य गुणों का वर्णन करें।

5. Describe the important properties of alkali.

६. लवण क्या है ? ये कैसे बनाये जाते हैं ?

6. What is a salt ? How are they prepared ?

७. लवण कितने प्रकार के होते हैं ? प्रत्येक का उदाहरण दें।

7. What are different types of salts ? Give examples of each.

बारहवाँ अध्याय

कार्बन एवं कार्बन के ऑक्साइड
(Carbon and Oxides of Carbon)

इतिहास तथा उपस्थिति :—प्राचीन काल से लोग लकड़ी के कोयला ग्रैफाइट तथा हीरे से परिचित थे और हीरे की चमक के कारण लोग उससे मुग्ध थे।

कार्बन प्रकृति में कई रूपों में मिलता है। यह स्वतन्त्र अवस्था में ग्रैफाइट तथा हीरे के रूप में मिलता है। इनके अतिरिक्त यह खनिज कोयला, काजल आदि के रूप में मिलता है। यौगिक के रूप में यह प्रायः उन सभी वस्तुओं में मिलता है, जो जीवित हैं अथवा कभी जीवित थीं। पेट्रोल, मिट्टी तेल, मार्शगैस (Marshgas), कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन आदि में भी यह काफी मात्रा में मिलता है। कार्बन के यौगिक असीमित (Unlimited) हैं। अन्य सभी तत्वों के यौगिकों की संख्या मिलकर भी इसके निकट नहीं पहुँचती। अतः कार्बन के यौगिकों का अध्ययन स्वयं ही रसायन का एक प्रमुख अंग है जिसका नाम कार्बनिक रसायन है। उसका दूसरा नाम उद्भिज एवं जैविक रसायन भी है। किन्तु कार्बन के कुछ ऐसे यौगिक भी हैं, जिनकी उपस्थिति किसी प्राणी या वनस्पति से नहीं हुई है और जो खनिज (mineral) के रूप में मिलते हैं, जैसे—संगमरमर, चूना-पत्थर, डोलोमाइट आदि। यह वायुमंडल में तथा प्रश्वास की हवा में भी कार्बन डाइआक्साइड के रूप में मिलता है।

बहुरूपता (Allotropy, Allotropism) :—बहुत-से तत्व प्रकृति में एक से अधिक रूप में पाये जाते हैं, जिनके भौतिक गुण तथा कभी-कभी रासायनिक गुणों में भी अन्तर पाया जाता है। परन्तु, इनके मौलिक गुण में कोई अन्तर नहीं रहता अर्थात् इन विभिन्न रूपान्तरों में एक ही तत्व वर्त्तमान रहता है। जैसे काष्ठ कोयला, पत्थर कोयला, ग्रैफाइट, हीरा

आदि कार्बन के ही विभिन्न रूप है। इनके भौतिक गुणों में काफी अन्तर है तथा कोई-कोई दूसरे से अधिक क्रियाशील है। तोभी इनकी मौलिकता में कोई अन्तर नहीं है, अर्थात् सभी कार्बन तत्व के ही विभिन्न रूप है।

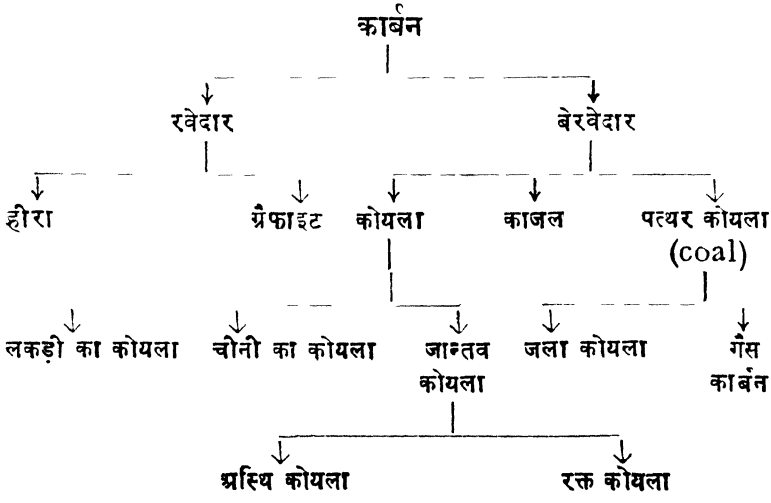
अत: बहुरूपता तत्व का वह गुण है, जिसके कारण वह एक से अधिक रूपों में प्रकृति में पाया जाय तथा इनके भौतिक गुणों तथा किसी-किसी रासायनिक गुणों में अन्तर हो। इनके विभिन्न रूपों को तत्व के रूपान्तर (Allotropic modifications) कहते हैं।

इस तरह के गुण कार्बन, गन्धक, फास्फोरस, ऑक्सीजन इत्यादि में पाये जाते हैं।

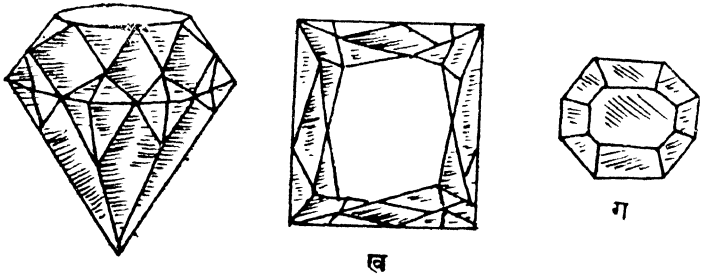
कार्बन के विभिन्न रूप या रूपान्तर
(Allotropic Modifications of Carbon)

कार्बन साधारणत: दो प्रकार का होता है—(१) रवेदार (Crystalline), (२) बेरवेदार (Amorphous)। हीरा और ग्रैफाइट रवेदार हैं तथा विशुद्ध कोयला बेरवेदार है। विभिन्न प्रकार के कोयले भी कार्बन के अशुद्ध रूपान्तर हैं तथा कथित बेरवेदार कार्बन भिन्न-भिन्न वस्तुओं से मिलते है और उनके नाम उनकी उत्पत्ति के सूचक हैं।

निम्नलिखित कार्बन के रूपान्तर है :—



हीरा (Diamond) :—प्राचीन काल से ही हीरा अपने अद्भुत गुण के कारण बहुमूल्य समझा गया है। संसार के इतिहास में विभिन्न प्रकार के हीरों का वर्णन आता है। हमारे देश के इतिहास में कोहिनूर नामक हीरा प्रसिद्ध है। कुलीनन नामक हीरा दक्षिण अफ्रिका के प्रिटोरिया नामक स्थान में मिला था।



चित्र ४१

उपरोक्त हीरों के अतिरिक्त होप (The Hope), पिट (The Pitt) तथा महान् मुगल (The Great Mughal) प्रसिद्ध हीरों में हैं (चित्र ४१)।

हीरा साधारणतः दक्षिण अफ्रिका, पूर्व अफ्रिका, भारत, ब्राजील, बोरनियो, आस्ट्रेलिया तथा संयुक्त राज्य अमेरिका में पाया जाता है।

हीरा कार्बन का शुद्धतम (Purest) रूप माना जाता है और हीरे का मूल्य उसकी शुद्धता पर ही निर्भर करता है। जो हीरा जितना ही रंगहीन और पारदर्शी (Transparent) होता है उसका मूल्य उतना ही अधिक होता है। साधारण हीरे में थोड़ा पीले रंग का समावेश रहता है। परन्तु अशुद्धियों के कारण ये नीले, लाल गुलाबी, हरे और कभी-कभी भूरे, राख के रंग एवं काले भी होते हैं। काले हीरे को बोर्ट और कार्बोनाडो (Bort and carbonado) कहते हैं। इनका उपयोग आभूषणों के लिए नहीं, बल्कि पत्थर तथा शीशे के काटने एवं उनमें छेद करने के लिए होता है।

हीरा साधारणतः चमकदार और पारदर्शी होता है। कठोरता के विचार से यह सर्वप्रथम होता है एवं प्रमाण माना जाता है। इसके रवे चौपहल या अष्टफलक (Octahedral) होते हैं और इसे काट कर वांछित आकार में

परिणत करते हैं। प्राकृतिक हीरे एक्स किरण (X-Rays) के लिए पारदर्शी होते हैं, परन्तु नकली हीरे नही। अतएव इस प्रकार नकली हीरे की पहचान होती है। हीरे का विशिष्ट गुरुत्व ३·५ है तथा आवर्त्तनांक (Refractive index) २·४ है। यह बिजली तथा ताप का कुपरिचालक है। यह किसी भी द्रव में नही घुलता है तथा साधारणत: यह हवा या किसी भी क्षयकारी (Corrosive) पदार्थ के संसर्ग मे आने से खराब नही होता। पोटाशियम डाइक्रोमेट और समाहृत गन्धकाम्ल के मिश्रण द्वारा २००° से० पर हीरे का आक्सीकरण होता है और उससे कार्बन डाइ ऑक्साइड बनता है।

नकली हीरा (Diamond imitation)—आजकल बाजारो में नकली हीरा अधिकाश मिलता है। यह एक शीशे का घनाकार या अष्टफलक टुकड़ा रहता है। इससे होकर एक्स किरणें नही जा सकती हैं।

कृत्रिम हीरे का उत्पादन :—व्यापारिक रूप से हीरे खान से ही निकाले जाते हैं, परन्तु वैज्ञानिक ढंग से वे कोयले से बनाये जाते हैं। सर्वप्रथम म्वासां (Moissan) ने १८९९ ई० में कोयले से हीरा बनाने की चेष्टा की। एक कार्बन की घड़िये में विशुद्ध लोहे और कोयले के मिश्रण को गर्म किया जाता है। जब तापक्रम ४०००° से० हो जाता है तो लोहा पिघल जाता है और द्रवीभूत लोहे में काफी कोयला घुल जाता है। तब घड़िये को द्रवीभूत सीसे (द्र० ३२७° से०) में डालकर एकाएक ठंढा कर दिया जाता है, जिससे लोहे की बाहरी सतह के ठोस होकर सिकुड़ जाने के कारण घड़िये के भीतर द्रव पदार्थ पर अत्यधिक दबाव पड़ता है और कार्बन का एक अंश ग्रैफाइट और हीरे में बदल जाता है। ठंढा होने पर पिंड को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ गर्म करते हैं, जिससे लौह अम्ल में घुल जाता है तथा ग्रैफाइट के सूक्ष्म कण मिलते हैं एवं हीरा का कण अलग हो जाता है।

हीरे की उपयोगिता :—हीरा जवाहरात के रूप में प्रयुक्त होता है। कुछ हीरे शीशे को काटने तथा कड़ी चीजों में छेद करने तथा उनको पालिश करने में भी काम आते हैं।

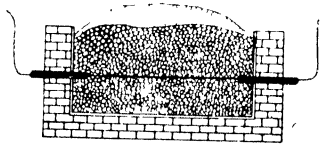
ग्रैफाइट (Graphite) :—ग्रैफाइट संसार के भिन्न-भिन्न स्थानो में पाया जाता है। यह अधिक मात्रा में दक्षिणी भारत, लंका, पूर्वी साइबेरिया, अमेरिका इत्यादि में मिलता है।

कभी-कभी उल्के (Meteorite) में रवादार ग्रैफाइट पाया जाता है।

यह अपारदर्शक, परतदार, रवादार, चिकना और नरम एवं प्रायः काले रंग का ठोस पदार्थ होता है। यह विद्युत और ताप का सुपरिचालक है। इसमें धातु के समान चमक होती है। यह आसानी से घिसता है, अतएव कागज पर घिसने से काला चिह्न पड़ जाता है।

हीरे की अपेक्षा ग्रैफाइट अधिक क्रियाशील है। अधिक तापमान पर हवा अथवा ऑक्सीजन में जल कर कार्बन डाइऑक्साइड देता है। इसे क्रोमिक अम्ल के साथ गर्म करने से कार्बन डाइ ऑक्साइड मिलता है। तनु अम्ल, क्षार आदि का इस पर कोई असर नहीं पड़ता है।

कृत्रिम ग्रैफाइट का उत्पादन :—आजकल ग्रैफाइट ऐचीसन प्रतिक्रिया (Acheson process) से बनाया जाता है। लकड़ी के कोयले अथवा पत्थर कोयले के चूर्ण को बालू के साथ मिला कर अग्निजित ईंट (Fire Brick) की बनी भट्टी (चि० ४२) में बिजली द्वारा गर्म करते हैं। विद्युत भट्टी में अधिक तापक्रम होता है। मिश्रण को लगभग ३० घंटे तक गर्म करते हैं। सम्भवतः कोयले और बालू के बीच प्रतिक्रिया होने से सिलिकन कारबाइड बनता है जो उच्च तापक्रम पर ग्रैफाइट और सिलिकन में विच्छिन्न हो जाता है।



चित्र ४२

कोयले अथवा जले कोयले (कोक) को लोहे के साथ विद्युत भट्टी (Electric furnace) में गर्म करने से ग्रैफाइट बनता है।

ग्रैफाइट की उपयोगिता :—यह पेन्सिल बनाने तथा टार्च की बैटरी बनाने के लिये व्यवहृत होता है। यह मशीनों को औंगने (रगड़ से बचाने) के काम में आता है। इसका प्रयोग विद्युत भट्टी, घड़िये तथा विद्योद (Electrodes) बनाने में होता है।

कोयला (Charcoal) :—कोयले कई प्रकार के होते हैं तथा भिन्न-भिन्न रीतियों से बनाये जाते हैं। साधारणतः कोयला पेड़-पौधों तथा जीव-जन्तुओं से बनता है। प्रथम श्रेणी में काष्ठ-कोयला (लकड़ी का कोयला) और चीनी का कोयला तथा द्वितीय श्रेणी में अस्थि कोयला और रक्त कोयला प्रसिद्ध हैं।

इनके अतिरिक्त खनिज-कोयला (Coal) जिसमें जला कोयला (Coke) एवं गैस कार्बन और काजल आदि है।

काष्ठ कोयला (Wood charcoal) :—जब लकड़ी जलती है, तो हवा की अपर्याप्त मात्रा रहने के कारण वह पूर्णतः नहीं जलती है और राख के अतिरिक्त कुछ अधजला भाग काले टुकड़ों के रूप में मिलता है। इन्हीं काले टुकड़ों को काष्ठ-कोयला कहते हैं। सूखी लकड़ी जलाने से कोयला कम तथा राख अधिक मिलती है, किन्तु कच्ची लकड़ी जलाने से कोयला अधिक और राख कम मिलती है। लकड़ी को जलाकर काष्ठ कोयला बनाने की रीति बहुत पुरानी है, परन्तु अभी भी कई स्थानों में यह प्रचलित है।

काष्ठ कोयला बनाना :—लकड़ी के कुन्दे का ढेर लगा दिया जाता है (चित्र ४३)। ढेर के बीच में ऊपर से नीचे तक रिक्त स्थान छोड़ दिया जाता है, जो चिमनी का काम करता है। ढेर के निचले हिस्से में वायु प्रवेश के लिए कुछ रास्ते बना दिये जाते हैं। ढेर को पुआल या हरे घास-पात तथा मिट्टी से ढँक देते हैं, जिसमें हवा लकड़ी तक नहीं पहुँच सके।



चि० ४३

चिमनीवाले स्थान में कुछ लकड़ी देकर आग जलाना आरम्भ करते हैं और इस प्रकार से कुछ देर में समूचे ढेर सुलग कर जलने लगता है। जब लकड़ी जलकर अंगारों का ढेर बन जाता है, तो उस पर पानी उड़ेलकर या मिट्टी डालकर आग बुझा दी जाती है। इस प्रकार काष्ठ-कोयले का ढेर बच जाता है।

उपरोक्त क्रिया से कोयला बनाने में लकड़ी में वर्त्तमान बहुमूल्य तरल और गैसीय पदार्थ नष्ट हो जाते हैं। अतएव आजकल काष्ठ-कोयला लकड़ी के विच्छेदक स्रवण से प्राप्त किया जाता है।

विच्छेदक स्रवण :—किसी वस्तु को बन्द बर्त्तन में हवा की अनुपस्थिति में गर्म कर स्रावित करने की विधि को विच्छेदक श्रवण अथवा शुष्क स्रवण (Destructive distillation or dry distillation) कहते हैं। इस विधि में वस्तु विभिन्न पदार्थों में विच्छिन्न हो जाती है एवं ठोस, तरल और गैसीय पदार्थ सभी प्राप्त होते हैं।

काष्ठ का विच्छेदक स्रवण अथवा काष्ठ स्रवण (Destructive distillation of wood) :—हवा मे सुखाये काष्ठ को लोहे के रिटॉर्ट में

हवा की अनुपस्थिति में ३५०-४००° पर ३० घंटे तक गर्म करते हैं। स्रवण के पश्चात् चार प्रकार की वस्तुएं प्राप्त होती हैं।

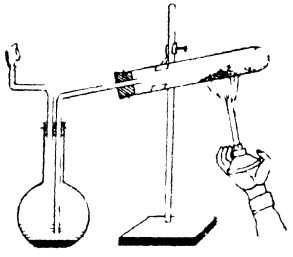
(१) **काष्ठ गैस** (Wood gas) जिसमें प्रधानतः मिथेन, कार्बन मोनॉक्साइड तथा कार्बन डाइऑक्साइड रहते है।

(२) **पाइरोलिगनीयस अम्ल** (Pyroligneous acid) :—जिसमें पानी क साथ मिथाइल अलकोहल, एसिटिक अम्ल, एसिटोन तथा अन्य पदार्थ रहते हैं।

(३) **काष्ठ राल** (Wood tar) :—अलकतरा सदृश द्रव जो पानी में अघुलनशील रहता है तथा जिसमें अम्लीय पदार्थ रहते है।

(४) **काष्ठ कोयला** (Wood Charcoal) :—रिटार्ट में ठोस अवशेष बच जाता है, जिसे काष्ठ कोयला कहते हैं।

प्रयोगशाला में विच्छेदक स्रवण से काष्ठ कोयला बनाना :— चि० ४४ में दिये उपकरण को प्रस्तुत करें। परखनली में थोड़ा लकड़ी का बुरादा (Saw dust) लें, और उपकरण को सजाकर परखनली को गर्म करें। आप देखेंगे कि बुरादा धीरे-धीरे गर्म होकर लाल हो गया तथा निकासनली के छोर पर एक गैस निकलता है जो दहनशील है। इसे काष्ठ गैस कहते हैं। फ्लास्क में एक काला द्रव पदार्थ और उसके ऊपर जलीय पदार्थ भी जमा हो जाते हैं। काला द्रव काष्ठ राल है एवं जलीय पदार्थ पाइरोलिगनीयस अम्ल है। लकड़ी का बुरादा जलकर अंगार हो जायगा तथा ठंढा होने पर काष्ठ कोयला मिलेगा।



चि० ४४

चीनी का कोयला (Sugar Charcoal) : —चीनी में कार्बन और हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन वर्त्तमान हैं। हाइड्रोजन और ऑक्सीजन उसी अनुपात में हैं जिस अनुपात में वे जल में है। अतएव गर्म समाहृत गंधकाम्ल द्वारा जल शोषण से चीनी से कार्बन मुक्त होता है। यह शुद्ध कार्बन है।

प्रयोग :—चीनी अथवा चीनी का समाहृत घोल एक बीकर में लें। उसमें धीरे-धीरे थोड़ा समाहृत गंधकाम्ल डालें। कुछ ही क्षण के बाद उसका रंग

काला हो जायगा। बीकर में पानी डालें और काले पदार्थ को छानकर अलग कर लें। उसे अच्छी तरह धोकर बाद में वायुप्रकोष्ठ (Air oven) में सुखा लें। इस प्रकार शुद्ध कार्बन मिलेगा।

चीनी का कोयला चीनी के विच्छेदक स्रवण से भी प्राप्त हो सकता है।

जान्तव कोयला (Animal charcoal) :—यह दो प्रकार का होता है। (१) अस्थि कोयला (Bone charcoal) और (२) रक्त कोयला (Blood charcoal)।

अस्थि कोयला :—जानवरों की हड्डियों को वसाहीन (degreased) बनाकर लोहे के रिटॉर्ट में गर्म करते है। तरल एवं गैसीय पदार्थ बाहर निकल आते हैं और रिटार्ट में काला पदार्थ बच जाता है; जिसे **अस्थि श्याम** (Bone black) कहते है। इसमें अस्थि कोयला के अलावा कैलशियम और मैगनेसियम फास्फेट रहते है, जिन्हें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में घुला देते हैं और एक अति श्याम (Ivory black) पदार्थ बच जाता है। यही अस्थि कोयला है। यह शुद्ध कार्बन का एक रूप है।

रक्त कोयला :—यह रक्त के विच्छेदक स्रवण द्वारा प्राप्त होता है।

कजली (Lamp black or soot) :—कितनी वस्तुओं में कार्बन अत्यधिक मात्रा में पाया जाता है। अतएव, उन्हें थोड़ी हवा में जलाने से बहुत कारिखमय धुआँ निकलता है। तारपीन का तेल, पेट्रोल, अलकतरा, एसेटिलीन, प्राकृतिक गैस इत्यादि ऐसी वस्तुएँ हैं। कजली बनाने के लिए इन्हें इस प्रकार जलाते हैं कि वहाँ अधिक हवा नहीं पहुँचे और अधिक-से-अधिक मात्रा में धुआँ बने। इस धुएँ को एक ऐसी कोठरी से होकर ले जाते हैं जहाँ बहुत-से रस्सी के टुकड़े, कम्बल के टुकड़े, इत्यादि लटकते रहते है। धुएँ से कजली उन टुकड़ों पर जम जाती है। कुछ देर के बाद वह नीचे गिर जाती है और मशीन के द्वारा दूसरी जगह ले जायी जाती है। इसे अतिचूर्ण कर बोरों में बन्दकर बाहर भेजते हैं।

कम मात्रा में कजली एक जलते हुए दीप से तैयार होती है।

खनिज कोयला अथवा पत्थर कोयला (Coal) :—इस कोयले की उत्पत्ति भी उद्भिज पदार्थ से ही है। करोड़ों वर्ष पहले के जंगल भूडोल, बाढ़ या अन्य किसी कारण से जमीन के नीचे चले गये और वहाँ भूगर्भ की गर्मी के कारण हवा की अनुपस्थिति में उसका विच्छेदन होना आरम्भ हुआ। इस प्रकार

एक समय जो जंगल का साधारण काठ था, कालचक्र में पड़कर पत्थर कोयले में परिणत हो गया।

उत्पादन काल में अन्तर होने के कारण खनिज कोयले चार प्रकार के होते हैं :—(१) पीट (Peat) जिसमें कार्बन ५७% रहता है। (२) लिगनाइट (Lignite, Brown coal) जिसमे कार्बन ६७% रहता है और जलावन के काम में आता है। यह आसानी से जलता है पर अधिक गर्मी नही देता है। (३) साधारण कोयला (Bituminous coal) जिसमें कार्बन ८५% रहता है और जिसके विच्छेदक स्रवण से प्रचुर मात्रा में गैस मिलता है तथा पक्का कोयला (coke) प्राप्त होता है। (४) ऐन्थ्रासाइट (Anthra cite) जिसमें कार्बन ९५% रहता है और कड़ा होता है तथा जलाने पर कम राख मिलती है, किन्तु वह बहुत गर्मी देता है।

पत्थर कोयले का विच्छेदन स्रवण (Destructive distillation of coal)

प्रयोग (१) :—कड़े कांच की एक परखनली में कुछ पत्थर कोयले का चूर्ण लें। उसको एक दूसरी परखनली या फ्लास्क से निकास नली द्वारा सम्बन्धित करें। उस परख नली या फ्लास्क से गैस बाहर निकलने के लिए एक दूसरी निकासनली लगा दें (चि० ४४)। अब कोयले को गर्म करें। उच्च तापमान पर कुछ देर गर्म करने से धुंधले पीले रंग का कुछ गैस निकलेगा, जिसमें से कुछ फ्लास्क नली में जम जायगा और शेष बाहर निकलेगा। बाहर निकलते गैस के नजदीक एक जलती सीक लावें। गैस जलेगा अर्थात् वह दहनशील है। कोयले को तबतक गर्म करें जबतक गैस आता रहे।

परखनली में अवशिष्ट पदार्थ पक्का कोयला (कोक) है। फ्लास्क में तरल पदार्थ के दो आवरणों में से नीचे का काला और गाढ़ा हिस्सा अलकतरा (coal tar) तथा ऊपर का द्रव आमोनिया द्रव (Ammoniacal liquor) है। बाहर निकलनेवाला दहनशील गैस कोयला गैस (Coal gas) है।

कोक घर में रसोई बनाने के लिए, लौह निष्कर्ष के काम आता है। कोयला गैस भी जलावन के लिए व्यवहृत होता है। अमोनिया द्रव से अमोनिया तैयार होता है। अलकतरा सड़क पर बिछाने तथा विभिन्न चीजों को पेंट करने तथा व्यापारिक रूप से कई एक अकार्बनिक पदार्थों को तैयार करने के लिए व्यवहृत होता है।

गैस कार्बन (Gas carbon) :—व्यापारिक रूप से पक्का कोयला बनाने में रिटॉर्ट के ऊपर के भाग में कुछ कार्बन जम जाता है, जो प्रायः शुद्ध कार्बन रहता है। कोयला गैस के विच्छेदन से बनने के कारण इसे गैस कार्बन कहते हैं। यह काला तथा कड़ा होता है। यह ताप और विद्युत का सुपरिचालक है, अतएव यह बैटरी और आर्कलैम्प (Arc light) में काम आता है।

कार्बन के ऑक्साइड (Oxides of Carbon)

कार्बन के दो ऑक्साइड हैं—कार्बन डाइऑक्साइड (Carbon dioxide) एवं कार्बन मोनॉक्साइड (Carbon monoxide)।

कार्बन डाइऑक्साइड (Carbon Dioxide)

इतिहास :—कार्बन डाइऑक्साइड गैस लोगों को प्राचीन काल से ही ज्ञात था। परन्तु यह हवा से भिन्न नहीं समझा जाता था। इसे लोग दृढ़ हवा (Fixed Air) कहते थे। सर्वप्रथम मॉन हेलमोन्ट ने हवा और कार्बन डाइऑक्साइड में अन्तर बताया। यह क्षार के साथ संयोग कर लवण बनाता है। इसलिए बहुत दिनों तक इसका नाम कार्बनिक अम्ल-गैस कहलाता रहा।

उपस्थिति :—कार्बन डाइऑक्साइड गैस हवा में अल्पमात्रा में, समुद्र के जल एवं झरने के पानी में वर्त्तमान है। यह ज्वालामुखी तथा पृथ्वी की सतह, फार इत्यादि से भी निकलता है। यह नीची जमीन में, खोह एवं गुफाओं में तथा बहुत गहरे कुओं में भी जमा रहता है। अतः ऐसे स्थान प्राणिमात्र के लिए खतरनाक होते हैं, जैसे जावा की **विष-धारी** (Poison or Death Valley), इटली का ग्रोटो-डेल-केन (Grotto del Cane) इत्यादि।

संयुक्तावस्था में यह कार्बोनेट के रूप में रहता है, जैसे—संगमरमर, कैलसाइट, मैगनेसाइट, डोलामाइट आदि।

कार्बन डाइऑक्साइड बनाने की विधियाँ :—

(१) कार्बन युक्त पदार्थों, जैसे—आटा, चीनी, लकड़ी, मोम आदि के हवा अथवा ऑक्सीजन में जलने से कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनता है।

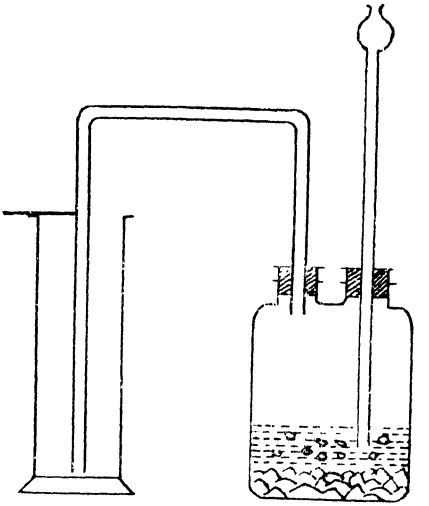
(२) अधिकतर कार्बोनेट गर्म करने पर धातु के ऑक्साइड और कार्बन डाइऑक्साइड में विच्छेदित हो जाते हैं। अतएव इन्हें गर्म करने से कार्बन डाइक्साइड गैस बनता है।

(३) धातु के बाइकार्बोनेट को गर्म करने से कार्बन डाइऑक्साइड मिलता है।

(४) कर्बोनेट पर खनिज अम्ल की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनता है। प्रायः इसी विधि से कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनाया जाता है। प्रयोगशाला में संगमरमर पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस बनाया जाता है।

(५) धातु के बाइकार्बोनेट पर भी अम्ल की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइऑक्साइड बनाते है।

प्रयोगशाला में कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनाना :—चित्र ४५ में दिखाये गये उपकरण को तैयार करें। ऊल्फ बोतल (Woulfe's bottle) में कुछ संगमरमर के टुकड़े (Marble chips) लें। थिस्ल टीप (Thistle funnel) के द्वारा उपकरण में कुछ जल डालें जिससे संगमरमर ढक जाय तथा थिस्ल टीप का छोर द्रव में डूब जाय। तत्पश्चात् उसमें कुछ समाहृत हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल डालें। गैस तेजी से निकलेगा। तेजी से गैस के बुलबुलों के निकलने की क्रिया को फदफदाना (Effervescence) कहते है। कुछ देर के बाद गैस को हवा के विस्थापन से जमा करें। यह जाँचने के लिए कि गैस पात्र कार्बन डाइऑक्साइड गैस से भरा है या नहीं एक जलती हुई सींक गैस पात्र के मुंह पर ले जाएँ। यदि सींक बुझ जाय तो समझें कि गैस पात्र कार्बन डाइऑक्साइड गैस से भरा है। इस प्रकार ५-६ गैस पात्र गैस जमा करें तथा इसके गुणों की परीक्षा करें।



चित्र ४५

जब चाहें गैस पाने के लिए प्रयोगशाला में कीप यंत्र (Kipp's Apparatus) काम में लाया जाता है। कीप यंत्र में संगमरमर के टुकड़े और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल व्यवहृत होते हैं।

टिप्पणी :—संगमरमर पर गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से भी कार्बन डाइ-आक्साइड गैस बन सकता है। परन्तु, प्रयोग मे गन्धकाम्ल व्यवहृत नहीं होता, क्योंकि प्रतिक्रिया में बननेवाला कैलशियम सल्फेट जल में अति अल्प मात्रा में घुलनशील है, अतएव संगमरमर के टुकडों पर उसकी एक परत जम जाती है, जिससे क्रिया लगातार नही होती। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से घुलनशील कैलशियम क्लोराइड बनता है, जिससे संगमरमर और अम्ल का सम्पर्क बना रहता है तथा क्रिया लगातार होती रहती है।

कार्बन डाइऑक्साइड के गुण :–कार्बन डाइआक्साइड रंगहीन गैस है और प्रायः गन्धहीन एवं स्वाद रहित है। यह हवा से प्रायः डेढ़गुना भारी है। यह न तो स्वयं जलता है न साधारणतः अन्य चीजों के जलाने में पोषक है। किन्तु, सोडियम, पोटाशियम, कैलशियम, मैगनेसियम आदि क्रियाशील धातु कार्बन डाइआॅक्साइड में जलते हैं। यद्यपि कि यह गैस जहरीला नहीं है तथापि इसमें साँस लेकर जीव-जन्तु नहीं जी सकते।

लाल लिटमस पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु नीले लिटमस को यह लाल कर देता है। यह इसके अम्लीय गुण का द्योतक है। यह पानी में अल्प मात्रा में घुलनशील है। इसके जलीय घोल को कार्बोनिक अम्ल (Carbonic acid) कहते है। यह अम्ल दृढ़ नही है; क्योंकि गर्म करने पर कार्बन डाइआॅक्साइड गैस निकल जाता है और केवल जल बच जाता है। यह चूने के पानी को दुधिया (Milky) कर देता है, किन्तु अधिक प्रवाहित करने से वह साफ हो जाता है।

प्रयोग :—एक परख नली में थोड़ा चूना का पानी लेकर उसमें कार्बन डाइआॅक्साइड गैस बुलबुलाएँ। चूना का पानी दुधिया (Milky) हो जायगा। यह अनघुल कैलशियम कार्बोनेट ($CaCO_3$) के बनने के कारण है। यह कार्बन डाइआॅक्साइड की जाँच है।

उसमें काफी देर तक कार्बन डाइआॅक्साइड गैस प्रवाहित करें। दुधियापन खत्म हो जायगा। यह घुलनशील कैलशियम बाइकार्बोनेट [$Ca(HCO_3)_2$] के बनने के कारण है।

कार्बन डाइआॅक्साइड क्षार में घुलता है जिससे कार्बोनेट बनते हैं।

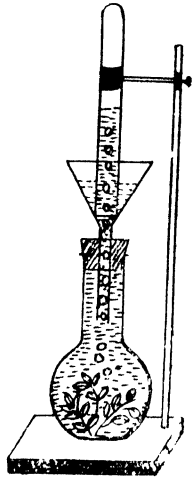
सोडा जल तथा लेमोनेड
(Soda water and Lemonade)

सोडा जल :—यह अधिक दबाव पर कार्बन डाइआँक्साइड का जलीय घोल है। इसे प्राय: बदहजमी में पीने के काम में लाते है। यह कड़े काँच के बोतलों में जल भरकर कार्बन डाइआँक्साइड के बेलन से अधिक दबाव पर गैस घुलाने से बनता है।

लेमोनेड :—यह प्राय: सोडा जल ही है। इसमें जल को स्वादिष्ट बनाने के लिए मीठा बना देते है। यह भी उपरोक्त विधि से तैयार होता है। इसे भी प्राय: पीने के लिए काम में लाते हैं।

यह साबित करना कि कार्बन डाइऑक्साइड में कार्बन एवं ऑक्सीजन हैं :

प्रयोग (१) :—कार्बन डाइआँक्साइड से भरे गैसपात्र में जलते हुए मैगनेसियम के फीते का एक टुकड़ा ले जायें (चि० ३६)। मैगनेसियम जलता रहेगा। गैस पात्र में कुछ सफेद ठोस और कुछ काले कण दीख पड़ेंगे। उसमें कुछ तनु हाइड्रा क्लोरिक अम्ल डाल कर हिलाएँ। सफेद ठोस घुल जायेगा किन्तु काले कण उसी प्रकार रह जायेंगे। ये काले कण कार्बन के कण है।



चित्र ४६

प्रयोग (२) :—एक फ्लास्क में कार्बन डाइआँक्साइड से तृप्त पानी लें। उसमें कुछ छोटे-छोटे पौधे और पत्तियाँ रख दें। फ्लास्क के मुँह को एक काग से बन्द कर दें, जिसमे एक टीप लगी हो। टीप के आधे तक पानी भर दें। अब, पानी से भरी एक परखनली टीप में इस प्रकार उलट दें कि वह छेद के सामने पड़े (चि० ४६)। उपकरण को सूर्य प्रकाश में कुछ समय (प्राय: एक दिन) के लिए रख दें। नली में गैस जमा हो जायगा और जाँचने से आँक्सीजन ज्ञात होगा।

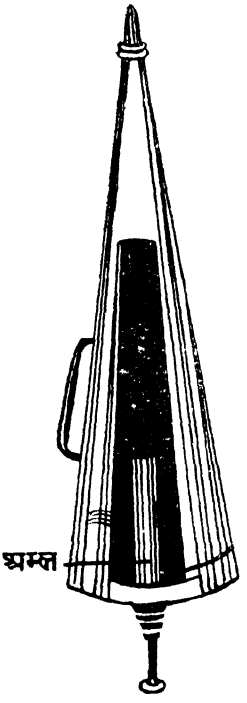
जाँच :—(१) भींगे नीले लिटमस पत्र को थोड़ा लाल कर देता है।

(२) जलती सींक को बुझा देता है।

(३) चूने के पानी को दुधिया कर देता है।

कार्बन डाई ऑक्साइड का उपयोग :—सोडापानी, लेमोनेड इत्यादि पेय पदार्थों के बनाने में इसका अधिक उपयोग होता है। आग बुझाने के लिए यह भिन्न-भिन्न प्रकार से अग्निशामक यन्त्र (Fire extinguisher) में व्यवहृत होता है। ठोस कार्बन डाइऑक्साइड का प्रयोग शीतोत्पादक (Refrigerator) तथा हिम-मिश्रण (Freezing mixture) बनाने में होता है। चीनी के कारखाने में, कार्बोलिक अम्ल (Carbolic acid, phenol) बनाने में तथा सोडियम कार्बोनेट बनाने में भी इसका अधिक उपयोग होता है। यह फलों को सुरक्षित रखने तथा कीटाणुओं को मारने के लिए भी व्यवहार में आने लगा है।

अग्निशामक यन्त्र (Fire extinguisher) :—प्रयोगशाला अथवा अन्य स्थानों में आग बुझाने के लिए इस यन्त्र का व्यवहार होता है। इसका आकार बेलनाकार अथवा कोणीय (चि० ४७) भी होता है। इसके भीतर खोखले भाग में सोडियमबाइकार्बोनेट का समाहृत घोल रहता है। वहीं पर एक काँच की नली में अम्ल रहता है। काँच की नली का सम्बन्ध एक लोहे की छड़ से इस प्रकार रहता है कि छड पर दबाव पड़ने से नली टूट जाती है एवं बाइकार्बोनेट पर अम्ल की प्रतिक्रिया होने से शीघ्र बहुत तेजी से कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस निकलने लगता है। इस समय अग्निशामक यन्त्र के मुख को आग की ओर करने से गैस और द्रव का मिश्रण आग पर तेजी से पहुँच कर उसे बुझा देता है।



चित्र ४७

कार्बन मोनॉक्साइड (Carbon monoxide) :—खनिज कोयले या पक्के कोयले को जलते समय ध्यानपूर्वक देखने से आप पायेंगे कि उसके ऊपर नीले रंग की लौ निकलती है। यह हवा की कमी के कारण कोयले के आंशिक रूप से दहन से कार्बन मोनॉक्साइड बनने के कारण है।

प्रयोगशाला में कार्बन मोनॉक्साइड सोडियम फारमेट, फारमिक अम्ल अथवा ऑक्जैलिक अम्ल पर समाहृत गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनता है।

यह गैस रंगहीन, गन्धहीन किन्तु जहरीला गैस है। यह पानी में अघुलनशील है। यह आक्सीजन में जलकर कार्बन डाइआॅक्साइड देता है एवं इसके जलने से अधिक ताप उत्पन्न होता है। यह अवकारक है। अतएव इसका व्यवहार जलावन के रूप में धातु-निष्कासन तथा बड़ी भट्ठियों को गर्म करने के लिए होता है।

कार्बन से बनी अन्य गैसें :—कार्बन और हाइड्रोजन के संयोग से बनी विभिन्न गैसों में मिथेन (CH_4), इथेन (C_2H_6), एथिलिन (C_2H_4) तथा एसेटिलीन (C_2H_2) मुख्य है।

मिथेन :—यह कोयले की खानों में तथा दलदलों में पाया जाता है। यह प्रयोगशाला में सोडियम ऐसीटेट को सोडालाइम के साथ गर्म कर बनाया जाता है।

यह रंगहीन, गन्धहीन, जल में अघुलनशील है। यह विस्फोटक गैस है। इसके जलने से कार्बन डाईआॅक्साइड एवं जल बन जाता है।

इथेन :—यह सोडियम प्रोपियोनेट को सोडालाइम के साथ गर्म कर बनाया जाता है। इसके सभी गुण प्रायः मिथेन के गुण के समान ही हैं।

एथिलिन :—यह अल्कोहल को स० गन्धकाम्ल के साथ १६०° सें० पर गर्म करने से बनता है। यह भी रंगहीन तथा जल में अघुलनशील गैस है। यह असंतृप्त यौगिक है। इसके जलने से भी कार्बन डाइआॅक्साइड तथा जल बनता है इसका व्यवहार फल पकाने तथा अश्रु गैस बनाने के लिए होता है।

एसेटिलीन :—यह कैलशियम कार्बाइड पर जल की प्रतिक्रिया से बनता है। यह पीली लौ के साथ जलता है। यह भी जल में अघुलनशील तथा रंगहीन असंतृप्त गैस है। इसका व्यवहार बत्ती के लिए तथा प्रांगारिक यौगिकों के संश्लेषण में होता है।

स्मरणार्थ

कार्बन का इतिहास एवं उपस्थिति :—कार्बन प्राचीन काल से ही लोगों को चारकोल, ग्रैफाइट एवं हीरा के रूप में ज्ञात है। यह प्रकृति में

प्रचुर मात्रा में मिलता है तथा यौगिक के रूप में कार्बन डाइआॅक्साइड, मार्श गैस एवं कार्बोनेट तथा सब कार्बनिक पदार्थों में मिलता है।

बहुरूपता :—बहुरूपता तत्वों का वह गुण है, जिसके कारण एकही तत्व प्रकृति म विभिन्न रूपों में पाया जाता है। इसके भौतिक गुण में अन्तर रहता है, परन्तु मौलिक गुण में कोई अन्तर नहीं रहता और उस तत्व के सभी बहुरूप एक ही तत्व से बने होते हैं।

कार्बन के बहुरूप :—कार्बन स्वतन्त्रावस्था में प्रकृति में विभिन्न रूपों में मिलता है, परन्तु इनमें शुद्ध कार्बन के तीन बहुरूप माने जाते हैं। (१) शुद्ध कोयला, (२) ग्रैफाइट एवं हीरा। सभी के कण कार्बन परमाणुओं से बने हैं।

हीरा :—यह प्राचीनकाल से लोगों को मालूम है और बहुमूल्य वस्तु समझा जाता है। विभिन्न प्रकार के हीरों में कोहिनूर, होप, पिट एवं महान मुगल आदि मुख्य हैं। यह सबसे कड़ी वस्तु है। यह एक्स किरण के लिए पारदर्शी है।

नकली हीरा :—नकली हीरा शीशे का अष्टफलक या घनाकार टुकड़ा रहता है। इससे एक्स किरण नहीं पार कर सकती।

कृत्रिम हीरे का उत्पादन :—व्यापारिक रूप से हीरे खान से ही निकाले जाते हैं। वैज्ञानिक ढंग से यह कोयले से तैयार होता है। कोयले के चूर्ण को लोहे के साथ ४०००° से० तक गर्मकर पिघला लिया जाता है। तत्पश्चात् इसे द्रवित शीशे में डालकर ३२७° से० तक एकाएक ठंढा किया जाता है। कोयले के कण हीरे तथा ग्रैफाइट के कणों में परिणत हो जाते हैं। इनके साथ मिले हुए लोहे के कणों को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में घुलाकर हटा दिया जाता है और हीरे के कण चुन लिये जाते हैं।

हीरे का उपयोग :—हीरा जवाहरात के रूप में, कुछ कड़ी चीजों में छेद करने एवं उन्हे पालिश करने तथा शीशे को काटने में प्रयुक्त होता है।

ग्रैफाइट :—यह भी कार्बन का रूपान्तर है। यह प्रकृति में कई देशों में मिलता है। उनके में रवादार ग्रैफाइट मिलता है।

यह अपारदर्शक, परतदार, रवादार, चिकना और नरम एवं प्रायः काले रंग का चमकीला ठोस पदार्थ है।

यह हीरे की अपेक्षा अधिक क्रियाशील है, किन्तु तनु अम्लों का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

कृत्रिम ग्रैफाइट का उत्पादन :—आजकल ग्रैफाइट चारकोल अथवा पत्थर कोयले के चूर्ण को बालू के साथ विद्युत भट्ठियों में गर्म कर बनाया जाता है।

ग्रैफाइट का उपयोग—यह पेंसिल बनाने तथा टार्च की बैटरी बनाने के लिए व्यवहृत होता है। इनके अतिरिक्त विद्युत-भट्ठी में घड़िये तथा विद्योद बनाने में भी यह प्रयुक्त होता है।

कोयला (Charcoal)—कोयला कई प्रकार का होता है—(१) काष्ठ कोयला (२) चीनी का कोयला (३) अस्थि कोयला (४) रक्त कोयला आदि—इनके अतिरिक्त कोयले के अन्य रूप भी है, जैसे—पत्थर कोयला, जला कोयला, काजल, गैस कार्बन इत्यादि।

काष्ठ कोयला—हवा की अपर्याप्त मात्रा में लकड़ी को जलाने से यह बनता है अथवा लकड़ी के चूर्ण के विच्छेदक स्रवण से प्राप्त होता है।

जान्तव कोयला—अस्थि कोयला एवं रक्त कोयला जान्तव कोयला के भेद है।

अस्थि कोयला—यह जानवरों की हड्डियों को वसाहीन बनाकर उनके विच्छेदक स्रवण से प्राप्त होता है। यह शुद्ध कार्बन का एक रूप है।

रक्त कोयला—यह भी उपरोक्त विधि से तैयार होता है।

कजली—तारपीन का तेल, पेट्रोल, अलकतरा, एसेटिलीन, किरासन तेल आदि जैसे प्रचुर मात्रा में कार्बन युक्त वस्तुओं को जलाने से लौ के साथ अधिकांश कार्बन कण मिलते हैं। इन्हें ठंढी सतहों पर जमा करने से कजली बनती है।

यह आँख का काजल, छापे की स्याही आदि के बनाने में प्रयुक्त होती है।

पत्थर कोयला—यह जमीन के अन्दर खानों मे मिलता है। इसकी उत्पत्ति भी पेड़ पौधों से हुई है। पेड़ पौधों के जमीन के अन्दर अधिक काल तक पड़े रहने और उनके दबाव पड़ते रहने के कारण यह पत्थर कोयले में परिणत हो जाता है। इसके भी कई रूपान्तर है, जिनका महत्व उनमें वर्तमान कार्बन की मात्रा के अनुसार होता है।

यह भापइंजन में जलावन के रूप में, तथा इसके विच्छेदक स्रवण से पक्का कोयला, अलकतरा, कोल गैस के बनाने के लिए प्रयुक्त होता है।

पत्थर कोयले का विच्छेदक स्रवण—बड़े पैमाने पर, पत्थर कोयले का विच्छेदक स्रवण, जिसे एक बड़े रिटार्ट में गरम कर किया जाता है, वह वाष्पशील पदार्थ को ठंढा करने से एक द्रव के रूप में मिलता है, जिसे अलकतरा (Coaltar) एवं गैसीय पदार्थ को कोल गैस कहते हैं। रिटार्ट में बचे गैस को जला कोयला अथवा पक्का कोयला (Coke) कहते हैं।

गैस कार्बन—पत्थर कोयले के विच्छेदक स्रवण की क्रिया में रिटार्ट के ऊपरी भाग में कुछ कार्बन जम जाता है, जो प्रायः शुद्ध कार्बन रहता है। इसे गैस कार्बन कहते हैं। यह विद्युत का सुपरिचालक है अतएव बैटरी और आर्कलैम्प में काम आता है।

विच्छेदक स्रवण—किसी वस्तु को बन्द बर्त्तन में हवा की अनुपस्थिति में गर्म कर स्रावित करने की विधि को विच्छेदक स्रवण या शुष्क स्रवण कहते हैं।

चीनी का कोयला—चीनी के विच्छेदक स्रवण अथवा चीनी के समाहृत घोल में सान्द्र गंधकाम्ल डालने से चीनी का कोयला प्राप्त होता है। यह अधिक शुद्ध कार्बन समझा जाता है।

कार्बन के ऑक्साइड—कार्बन के दो ऑक्साइड ज्ञात है—(१) कार्बन डाइ ऑक्साइड एवं (२) कार्बन मोनॉक्साइड।

कार्बन डाइ ऑक्साइड—यह गैस बहुत दिनों से लोगों को ज्ञात था, किन्तु इसे लोग दूढ़ हवा समझते थे। सर्वप्रथम ऑन हेल मोन्ट ने इसको हवा से भिन्न बताया। यह हवा में अल्प मात्रा में वर्त्तमान है। प्राणियो की प्रश्वास वायु में भी यह वर्तमान रहता है। संयुक्तावस्था में यह विभिन्न धातुओं के कार्बोनेट के रूप में ज्ञात है।

कार्बन डाइ ऑक्साइड बनाने की विधियाँ—यह निम्नलिखित विधियों से बनाया जाता है :—

(१) किसी कार्बोनेट को गर्म कर (सोडियम, पोटाशियम एवं बेरियम कार्बोनेट अपवाद है),

(२) किसी बाइकार्बोनेट को गर्म कर,

(३) किसी कार्बोनेट अथवा बाइकार्बोनेट पर अम्ल की प्रतिक्रिया से,

(४) कार्बन अथवा कार्बन युक्त पदार्थों के सड़ने से तथा।

(५) कार्बन एवं कार्बन युक्त पदार्थों को हवा अथवा ऑक्सीजन में जलाने से।

प्रयोगशाला में कार्बन डाइऑक्साइड बनाना—प्रयोगशाला में कार्बन डाइआॅक्साइड संगमरमर पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से तैयार होता है। प्रतिक्रिया ऊल्फ बोतल में करायी जाती है तथा गैस हवा के ऊर्ध्व प्रक्षेप से गैस-पात्र में जमा किया जाता है।

कार्बन डाइ ऑक्साइड के गुण—यह रंगहीन, प्रायः निस्वाद एवं गंधहीन है। हवा से भारी है तथा पानी में अल्प मात्रा में घुलता है। यह अम्लीय है, अतएव नीले लिटमस को लाल कर देता है। यह चूने के पानी को दुधिया कर देता है।

सोडा जल तथा लेमोनेड—सोडा जल अधिक दबाव पर कार्बन डाइ-आॅक्साइड का जलीय घोल है। लेमोनेड कुछ मीठी चीजों के जलीय घोल में अधिक दबाव पर कार्बन डाइआॅक्साइड घुलाने से प्राप्त होता है।

कार्बन डाइ आॅक्साइड में आॅक्सीजन है—कार्बन डाइ आॅक्साइड से संतृप्त जल में पत्ते या टहनियों को डाल कर सूर्य के प्रकाश में रख देने से आॅक्सीजन मुक्त होता है।

कार्बन डाइआॅक्साइड में कार्बन है—कार्बन डाइआॅक्साइड से भरे गैस-पात्र में मैगनेसियम जलाने से कार्बन मुक्त होता है।

कार्बन डाइआॅक्साइड का उपयोग—यह सोडा पानी, लेमोनेड के बनाने में, आग बुझाने के लिए अग्निशामक यन्त्र में, चीनी के कारखाने में, कार्बोलिक अम्ल बनाने में तथा अन्य विभिन्न कामों में प्रयुक्त होता है।

अग्नि शामक यन्त्र:—प्रयोगशाला अथवा अन्य स्थानों में आग बुझाने के लिए इसका व्यवहार होता है।

कार्बन मोनॉक्साइड:—यह कोयले के आंशिक दहन से तथा प्रयोग-शाला में सोडियम फॉरमेट या फॉरमिक अम्ल अथवा आॅक्जैलिक अम्ल पर सान्द्र गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनता है।

कार्बन मोनॉक्साइड के गुण:—यह रंगहीन, गन्धहीन, अघुलनशील तथा विषैला गैस है। यह आॅक्सीजन में नीले लौ से जलकर कार्बन डाइआॅक्साइड देता है। यह जलावन के लिए अधिकतर प्रयुक्त होता है।

कार्बन से बने अन्य गैस :—कार्बन डाइआॅक्साइड, कार्बन मोनॉक्साइड के अतिरिक्त कार्बन से बने अन्य कई गैस हैं जिनमें इथेन, मिथेन, एथिलीन, एसेटिलीन आदि मुख्य हैं।

अभ्यास

१. किस तरह साबित करेंगे कि कार्बन एक तत्व है ?

1. How will you show that carbon is an element ?

२. कार्बन प्रकृति में किस तरह मिलता है ?

2. How does carbon occur in nature ?

३. बहुरूपता क्या है ? किन-किन तत्वों में बहुरूपता पायी जाती है ?

3. What is allotropy ? Which elements do show allotropism ?

४. कार्बन के रूपान्तर कौन-कौन हैं ? यह किस तरह साबित करेंगे कि चारकोल, ग्रैफाइट एवं हीरा एक ही तत्व कार्बन के विभिन्न रूप हैं ?

4. What are different forms of carbon ? How will you show that charcoal, graphite and diamond are allotrops of carbon.

५. कृत्रिम हीरा क्या है ? यह किस तरह तैयार होता है ?

5. What is artificial diamond ? How is it prepared.

६. नकली हीरा क्या है ? यह किस तरह बनाया जाता है ?

6. What is diamond emitation ? How is it prepared ?

७. बड़े पैमाने पर कृत्रिम ग्रैफाइट बनाने की विधि का वर्णन करें। इसके कौन-कौन उपयोग हैं ?

7 Describe the preparation of Graphite on a large scale. What are its uses ?

८. इन पर टिप्पणी लिखें :—

(क) काष्ठ कोयला, (ख) अस्थि कोयला, (ग) रक्त कोयला एवं (घ) चीनी का कोयला

8. Write short notes on :—

(a) Wood charcoal, (b) Bone charcoal, (c) Blood charcoal and (d) Sugar charcoal.

९. खनिज कोयला अथवा पत्थर कोयला कैसे प्राप्त होता है ? विभिन्न प्रकार के खनिज कोयले का उपयोग लिखें।

9. How is coal obtained ? Mention the uses of different varities of coal.

१० कोयले के विच्छेदक स्रवण पर टिप्पणी लिखें।

10. Write note on the destructive distillation of coal.

११. (क) अलकतरा, (ख) पाइरोलिगनीयस अम्ल, (ग) कजली एवं (घ) गैस कार्बन पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें।

11. Write short notes on—(a) Coaltar, (b) Pyroligneous acid, (c) Soot and (d) Gas Carbon.

१२. प्रकृति में कार्बन डाइऑक्साइड किस रूप में मिलता है। इसके बनाने की विधियों का उल्लेख करें।

12. How does corbon dioxide occur in nature ? Mention the methods of preparation of carbon dioxide gas.

१३. प्रयोगशाला में कार्बन डाइऑक्साइड गैस बनाने की विधि का चित्र सहित वर्णन करें।

13. Describe with diagram the method of preparation of Carbon dioxide gas in the laboratory.

१४. यह किस प्रकार साबित करेंगे कि निम्नलिखित पदार्थों को हवा में गर्म करने से एक ही तरह का गैस मिलता है :—

चीनी, सोडियम बाइ कार्बोनेट, आटा एवं मोम ?

14. How will you show that the same gas is obtained by heating the following sabstances in air :—Sugar, Sodium bicarbonate, Flour and Wax ?

१५. कार्बन डाइ ऑक्साइड के मुख्य गुणों का उल्लेख करें।

15. Mention the important properties of carbon dioxide.

१६. कार्बन डाइऑक्साइड के उपयोग क्या हैं ?

16. What are the uses of carbon dioxide ?

१७. सोडाजल, लेमोनेड एवं अग्निशामक यन्त्र पर टिप्पणी लिखें ।

17. Write notes on sodawater, lemonade and fire extinguisher.

१८. कार्बन डाइऑक्साइड में कार्बन एवं ऑक्सीजन की उपस्थिति साबित करने के लिए उपयुक्त प्रयोगों का वर्णन करें।

18. Describe suitable experiments to shew the presence of carbon and oxygen in carbon dioxide.

१९. कार्बन मोनॉक्साइड किस तरह बनता है ? इसके मुख्य गुणों का उल्लेख करें ।

19. How is Carbon monoxide prepared ? Mention its important properties.

२०. इथेन, मिथेन, एथिलिन, एसटिलीन पर टिप्पणी लिखें ।

20. Write notes on Ethane, Methane, Ethyline and Acetytene.

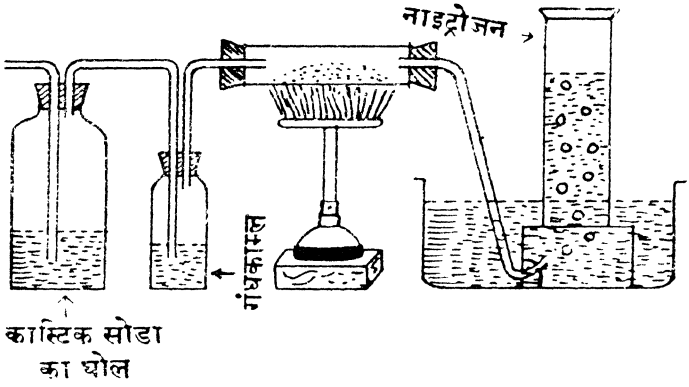
तेरहवाँ अध्याय

नाइट्रोजन एवं नाइट्रोजन के यौगिक
(Nitrogen and Compounds of Nitrogen)

इतिहास एवं उपस्थिति (History and occurence) :— सर्व प्रथम रूदर फोर्ड ने १७३२ ई० में इस गैस का पता लगाया और इसके निष्क्रिय होने तथा सांस की क्रिया में बेकार रहने के कारण इसको विषैला गैस कहा। लभ्वाजिये ने इसकी निष्क्रियता के कारण इसको एजोट (Azote) कहा। चूँकि यह शोरे (नाइटर, Nitre) का अवयवी तत्व है, इसलिए बाद में इसका नाम नाइट्रोजन पड़ा। स्वतन्त्रावस्था में यह हवा का लगभग ⅘ भाग है। यौगिक के रूप मे यह अमोनिया, शोरा, चीली साल्टपीटर आदि में पाया जाता है। पेड़-पौधों तथा प्राणी-शरीर में भी यह काफी मात्रा में वर्तमान है।

नाइट्रोजन बनाने की विधियाँ

(क) हवा से :—हवा को गर्म ताम्र के ऊपर से ले जाने से (चित्र ४८) अथवा हवा में गंधक फॉस्फोरस आदि जलाने से हवा का ऑक्सीजन उन वस्तुओं



चित्र ४८

के साथ संयोग कर लेता है और नाइट्रोजन बच जाता है। द्रवीभूत हवा को स्रावित करने से ऑक्सीजन और नाइट्रोजन भिन्न-भिन्न तापक्रम पर प्राप्त होते हैं।

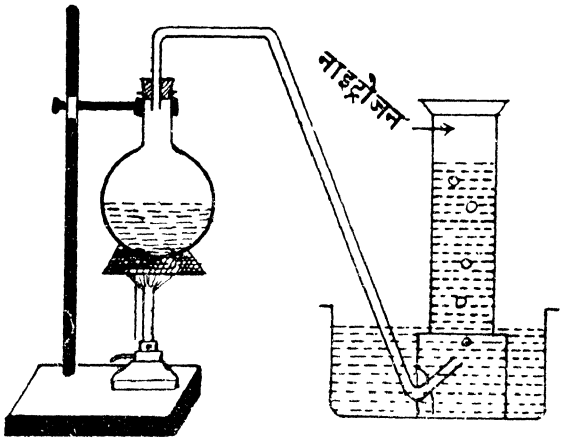
(ख) **नाइट्रोजन के यौगिक से**—नाइट्रोजन निम्नलिखित यौगिकों से प्राप्त होता है।

(१) **अमोनिया से**—अमोनिया के संतृप्त घोल में क्लोरिन गैस प्रवाहित करने से नाइट्रोजन प्राप्त होता है।

(२) **अमोनियम नाइट्राइट से**—अमोनियम नाइट्राइट को गर्म करने से नाइट्रोजन मिलता है। किन्तु प्रतिक्रिया बहुत तेजी से होती है और विस्फोट का डर रहता है। अतएव, अमोनियम नाइट्राइट के बदले अमोनियम क्लोराइड और सोडियम नाइट्राइट का मिश्रण गर्म कर नाइट्रोजन तैयार किया जाता है।

प्रयोगशाला में नाइट्रोजन बनाने की विधि :—

प्रयोग :—चित्र ४६ में दिये जैसा उपकरण प्रस्तुत करें। सोडियम नाइट्राइट और अमोनियम क्लोराइड के बराबर-बराबर भाग को मिलाकर



चित्र ४६

थोड़ा पानी में घोल लें। इसे थिस्लटीप द्वारा फ्लास्क में डालें। फ्लास्क को धीरे-धीरे गर्म करें। गर्म करने से नाइट्रोजन निकलेगा। इसे पानी के ऊपर गैसपात्र में जमा करें। व्यापारिक मात्रा में नाइट्रोजन द्रवीभूत हवा के आंशिक स्रवण से मिलता है।

नाइट्रोजन के गुण :—यह एक रंगहीन, स्वादहीन एवं गंधरहित गैस है। यह प्रायः अघुलनशील है। यह लिटमस के प्रति उदासीन है।

रासायनिक दृष्टिकोण से यह बहुत ही निष्क्रिय गैस है। परन्तु उच्च तापमान पर यह कैलसियम एवं मैगनेसियम के साथ संयोगकर नाइट्राइड (Nitride) बनाता है। अधिक तापमान पर इसका हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के साथ भी संयोग होता है।

नाइट्रोजन के उपयोग :—निष्क्रिय होने के कारण यह बिजली की बत्तियों (Electric bulbs) में भरा रहता है। गैस थर्मामीटर के लिए भी इसका व्यवहार होता है। अमोनिया तथा नाइट्रिक अम्ल की तैयारी में भी यह अधिक मात्रा में प्रयुक्त होता है।

पेड़-पौधों तथा प्राणी-शरीर के लिए भी यह बहुत आवश्यक वस्तु है। अतः खाद के उत्पादन में इसका अधिक महत्त्व है।

जाँच :—अपनी निष्क्रियता एवं लिटमस के प्रति उदासीनता से यह गैस पहचाना जाता है। चूने के पानी पर इसका कोई असर नहीं पड़ता।

नाइट्रोजन के यौगिक (Compounds of Nitrogen)

नाइट्रोजन एवं हाइड्रोजन के यौगिकों में अमोनिया अधिक मुख्य है। नाइट्रोजन के पाँच ऑक्साइड होते हैं, जिनमें नाइट्रस ऑक्साइड एवं नाइट्रिक ऑक्साइड मुख्य हैं तथा अन्य ऑक्साइडों के अम्ल नाइट्रस अम्ल एवं नाइट्रिक अम्ल अधिक महत्वपूर्ण है।

अमोनिया (Ammonia)

इतिहास एवं उपस्थिति :—सर्वप्रथम प्रिस्टले ने १७७५ ई० में चूना और नौसादर को एक साथ गर्मकर इस गैस को प्राप्त किया और इसके क्षारीय गुण के कारण इसका नाम क्षारीय हवा (Alkaline air) रखा।

प्रकृति में यह बहुत अल्प मात्रा में मिलता है। अस्तबल एवं पेशाबखाने के आसपास इसकी गंध मिलती है। पेड़-पौधों एवं प्राणी के प्राकृतिक विच्छेदन से अल्प मात्रा में इसकी उत्पत्ति होती है।

अमोनिया गैस बनाने की विधियाँ

(१) किसी भी अमोनियम लवण को क्षार के साथ गर्म करने से अमोनिया गैस मिलता है।

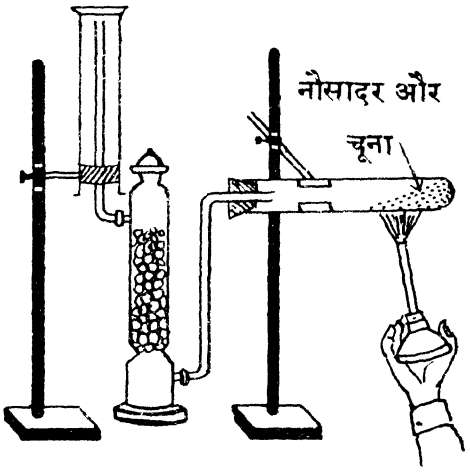
(२) नाइट्रोजन और हाइड्रोजन के मिश्रण को मोलिबडेनम युक्त लौह जैसे आवेजक के ऊपर से प्रवाहित करने से अमोनिया मिलता है।

(३) यह नाइट्रिक अम्ल अथवा धातुओं के नाइट्रेट के अवकरण से भी प्राप्त होता है।

(४) गैस घर के अमोनिया-युक्त द्रव से अमोनिया प्राप्त होता है।

प्रयोगशाला में अमोनिया बनाने की विधि—प्रयोगशाला में नौसादर और चूने के मिश्रण को गर्म कर अमोनिया गैस बनाया जाता है।

प्रयोग :—चि० ५० में दिये जैसा उपकरण प्रस्तुत करें। नौसादर और चूने का (२:१) मिश्रण बनाएँ और उसे कड़े काँच की परखनली में लें। तत्पश्चात् उपकरण को पुनः सजाकर धीमी आंच में गर्म करें। अमोनिया निकलेगा, जिसे गैस पात्र में वायु के अधःप्रक्षेप द्वारा जमा करें। यदि सूखा गैस तैयार करना हो, तो उसे जमा करने के पहले कली चूना से भरे एक मीनार से चलाकर सुखा लें।



चि० ५०

व्यापारिक मात्रा में अमोनिया हाबर विधि अथवा अमोनिया युक्त द्रव से तैयार किया जाता है।

हाबर विधि (Haber process) :—इस प्रक्रिया में हाइड्रोजन और नाइट्रोजन के (३:१) मिश्रण को ६००-७००° से० तापमान एवं २०० वायु दबाव पर मोलिबडेनम (Molybdenum) मिश्रित लौह चूर्ण से भरी नलियों मे प्रवाहित करते है। लौहचूर्ण उत्प्रेरक का काम करता है। इस उत्प्रेरक के समक्ष नाइट्रोजन और हाइड्रोजन संयोग कर अमोनिया बनाते है। तत्पश्चात् मिश्रण शीत कारक से होकर बाहर निकलना है। अमोनिया द्रवीभूत होकर जमा हो जाता, और अवशिष्ट गैस पुनः क्रिया चक्र में भेज दिया जाता है।

अमोनिया द्रव :—कोयले के विच्छेदक स्रवण (Destructive distillation) से अमोनिया का समाहृत घोल मिलता है। गन्धकाम्ल द्वारा उसके निराकरण से अमोनियम सल्फेट बनाया जाता है। उस अमोनियम सल्फेट को चूने के साथ गर्म किया जाता है और इससे प्राप्त अमोनिया को पानी और गैस के मिश्रण में घुला दिया जाता है।

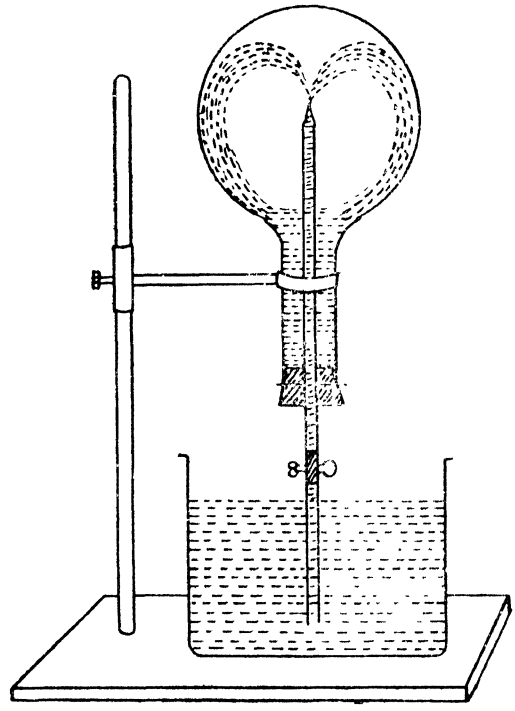
इस प्रकार प्राप्त अमोनिया का समाहृत घोल बाजार में अमोनिया-द्रव (Ammoniacal liquor) के नाम से बिकता है। इसे अमोनिया फोरटिस (Ammonia fortis) भी कहते है।

अमोनिया के गुण :—यह रंगहीन, आँखों में आँसू ला देनेवाला तीखा गैस है। यह हवा से हल्का है। यह पानी में अति घुलनशील है (फौव्वारा प्रयोग)। यह क्षारीय है अतएव लाल लिटमस को नीला कर देता है तथा अम्लों के साथ प्रतिक्रिया कर अमोनियम लवण बनाता है। यह साधारणतः जलता नहीं है और दहन का पोषक भी नहीं है।

इसके जलीय घोल को अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (NH_4OH) कहते हैं। यह अवकारक भी है। तूतिये, सिल्वर नाइट्रेट आदि के साथ जटिल (Complex) लवण बनाता है।

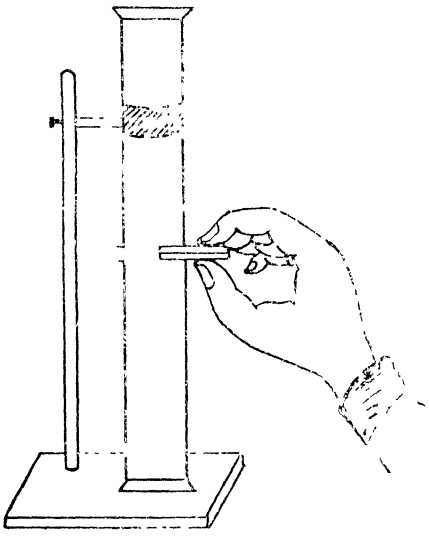
अमोनिया के साथ कुछ मनोरंजक प्रयोग

प्रयोग (१) :—फौव्वारा प्रयोग :—एक गोल पेंदे का फ्लास्क लें, जिसमें एक टोंटीदार नली काग द्वारा लगी है (चित्र ५१)। फ्लास्क को गैस से भरकर काग से बन्द कर दें। फ्लास्क को उलटकर पानी के नाद में रखें और डाट खोलकर फ्लास्क को ठण्ढा करें। पानी पहले धीरे-धीरे चढ़ेगा। किन्तु जब फ्लास्क में प्रवेश कर गैस को घोल लेगा, तब तेजी से फौव्वारे के रूप में चढ़ेगा।



चित्र ५१

प्रयोग (२)—एक गैस पात्र में दो चार बूँद समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालकर हिला लें। तत्पश्चात् अमोनिया गैस से भरे एक गैस-पात्र का मुँह इस गैस-पात्र के मुँह पर रख कर ढक्कन हटाएँ और इन्हें उलट दें (चि० ५२)। तुरत दोनों गैस जार अमोनियम क्लोराइड के उजले धुएँ से भर जाएँगे।



चित्र ५२

प्रयोग (३)—एक बीकर में समाहृत अमोनियम हाइड्रॉक्साइड लें और तप्त प्लैटिनम सर्पिल लटकाएँ। साथ ही साथ अमोनिया के घोल से ऑक्सीजन बुलबुलाएँ। सर्पिल चमकने लगेगा तथा बीकर का ऊपरी भाग लाल बादामी धुँआ से भर जायगा।

अमोनिया की जाँच :—अमोनिया अपनी तीखी गन्ध, एवं क्षारीय गुण से पहचाना जाता है। अमोनिया या अमोनियम लवण की अल्प मात्रा की जाँच नेसलर घोल से होती है।

अमोनिया के उपयोग :—बर्फ बनाने, दवा बनाने, अमोनियम लवण बनाने तथा सोडा बनाने में इसका व्यवहार होता है। प्रयोगशाला में इसके घोल का व्यवहार प्रतिकारक जैसा होता है। चीटी, बिच्छू, हड्डे आदि के काटने पर आराम के लिए अमोनिया का घोल लगाया जाता है।

अमोनिया के लवण :—अमोनिया और अम्लों के संयोग से बने लवण अमोनियम लवण (Ammonium salts) कहलाते हैं। इनमें अमोनियम क्लोराइड, अमोनियम नाइट्रेट, अमोनियम सल्फेट एवं अमोनियम कार्बोनेट मुख्य हैं। ये सभी देखने में सोडियम और पोटाशियम के लवण जैसे होते हैं तथा पानी में घुलनशील हैं। गर्म करने पर ये प्रायः सभी पुनः अमोनिया और अम्ल में विच्छिन्न हो जाते हैं। यह क्रिया ताप विच्छिन्नता (Thermal dissociation) कहलाती है।

नाइट्रॉस ऑक्साइड, नाइट्रोजन मोनॉक्साइड या हँसानेवाला गैस (Nitrous oxide, Nitrogen monoxide or laughing gas)

सर्वप्रथम प्रीस्टले ने इसका आविष्कार किया। तब डेवी ने इसके गुणों का अध्ययन किया और इसके हँसानेवाले गुण के कारण इसका नाम हँसानेवाला गैस या नाइट्रस ऑक्साइड पड़ा।

बनाने की विधियाँ :—(१) ताम्र या जस्ते पर तनु नाइट्रिक अम्ल की प्रतिक्रिया से यह गैस बनता है। इसके साथ नाइट्रोजन के ऑक्साइड भी मिले रहते हैं।

(२) **प्रयोगशाला विधि :**—शुष्क अमोनियम नाइट्रेट अथवा अमोनियम क्लोराइड और सोडियम नाइट्रेट को एक साथ गर्म कर नाइट्रस ऑक्साइड गैस बनाया जाता है।

प्रयोग :—चित्र ४९ में दिये उपकरण प्रस्तुत करें। फ्लास्क में लगभग ५० ग्राम शुष्क अमोनियम नाइट्रेट लेकर गर्म करें। पहले अमोनियम नाइट्रेट पिघलेगा तत्पश्चात् वह नाइट्रस ऑक्साइड और जल में विच्छिन्न होगा। गैस गर्म जल के ऊपर गैस जार में जमा करें।

इस क्रिया में तापक्रम ऊँचा होने पर विस्फोट होने का डर रहता है। अतएव अमोनियम नाइट्रेट के बदले अमोनियम क्लोराइड या अमोनियम सल्फेट और सोडियम नाइट्रेट के मिश्रण से ही नाइट्रस ऑक्साइड बनाना सुगम होगा।

प्रयोगशाला में तैयार किये हुए नाइट्रस ऑक्साइड में क्लोरिन नाइट्रोजन के अन्य ऑक्साइड, अमोनिया, जलवाष्प इत्यादि अशुद्धियाँ रहती हैं। अतः इसे शुद्ध एवं शुष्क रूप में प्राप्त करने के लिए गैस को बारी-बारी से उपयुक्त घोलकों से प्रवाहित कर पारद के ऊपर जमा करना चाहिए।

नाइट्रस ऑक्साइड के गुण :—यह रंगहीन एवं प्रायः गंधहीन गैस है। इसमें हँसाने का गुण है किन्तु अधिक सूँघ लेने पर मनुष्य बेहोश हो जाता है और अन्त में मर भी जा सकता है। यह ठंडे पानी में घुलनशील है पर गर्म जल में नहीं। यह अल्कोहल में घुलता है।

यह ऑक्सीजन ही जैसा सुलगती सींक एवं कोयला और जलते हुए गन्धक, फास्फोरस आदि को प्रज्वलित कर देता है। इसमें जलने से इन वस्तुओं के ऑक्साइड बनते हैं।

उपयोग—इसमें बेहोशी लानेवाले गुण के कारण इसका उपयोग शल्य चिकित्सा में होता है।

जाँच :—यह सुलगती सींक को प्रज्वलित कर देता है, किन्तु नाइट्रिक ऑक्साइड के साथ लाल बादामी धुआँ नहीं देता। यह **क्षारीय** पाइरोगैलल में भी अनघुल है (ऑक्सीजन से इस गैस की तुलना)।

नाइट्रिक ऑक्साइड (Nitric oxide)

सर्वप्रथम प्रिस्टले ने इसका **परिचय** दिया।

बनाने की विधियाँ:—(१) नाइट्रोजन और ऑक्सीजन के मिश्रण में लगातार विद्युत चिनगारी उत्पन्न करने से अल्प मात्रा में नाइट्रिक ऑक्साइड बनता है।

(२) प्रयोगशाला विधि :—ताम्र कतरन पर लगभग ५० प्रतिशत समाहृत नाइट्रिक अम्ल की प्रतिक्रिया से नाइट्रिक ऑक्साइड गैस बनता है।

प्रयोग—**चि० ३७** में दिए जैसा उपकरण प्रस्तुत करें। ऊल्फ बोतल में कुछ ताम्र कतरन ले लें और उपकरण को वातारोधी (Air tight) बना लें। ताम्र कतरन को पानी से ढँक दें। अब थिस्ल टीप द्वारा इतना समाहृत नाइट्रिक अम्ल डालें जिसमें अम्ल की शक्ति लगभग ५० प्रतिशत हो जाय। पहले लाल बादामी रंग का धुँआ निकलेगा। कुछ समय के बाद जब रंग साफ हो जाय, गैस को पानी के ऊपर गैस जार में जमा करें।

उपरोक्त विधि से बनाए हुए गैस में नाइट्रोजन के अन्य ऑक्साइड तथा और भी अशुद्धियाँ रहती हैं। अतएव गैस को कसीस के घोल से बुलबुलाते हैं जिसमें नाइट्रिक ऑक्साइड घुल जाता है, किन्तु अशुद्धियाँ बाहर निकल जाती हैं। अब नाइट्रिक ऑक्साइड युक्त कसीस के घोल को गर्म करने से शुद्ध नाइट्रिक ऑक्साइड प्राप्त होता है।

अति शुद्ध नाइट्रिक ऑक्साइड शोरा, कसीस और स० गंधकाम्ल को एक साथ गर्म करने से प्राप्त होता है।

नाइट्रिक ऑक्साइड के गुण—यह रंगहीन गैस है। हवा से जरा-सा भारी है। यह जल मे अनघुल किन्तु कसीस के घोल में घुलता है। साधारण तापमान पर वस्तुओं के जलाने में सहायक नहीं होता, किन्तु उच्च तापमान पर तेजी से जलते हुए गंधक, फास्फारस आदि इसमें जलते रहते है और उनके ऑक्साइड बनते हैं।

यह ऑक्सीजन के साथ लाल बादामी रंग का नाइट्रोजन पेरॉक्साइड का धुँआ देता है। यह अवकारक है। पोटाशियम परमैगनेट के घोल के रंग को उड़ा देता है।

जाँच :—(१) यह ऑक्सीजन के साथ लाल बादामी रंग का धुँआँ देता है।
(२) यह कसीस में घुलकर उसका रंग काला कर देता है।
(३) यह पोटाशियम परमैगनेट के रंग को उड़ा देता है।

उपयोगिता :—प्रकोष्ठ प्रक्रिया द्वारा गंधकाम्ल बनाने में इसका व्यवहार ऑक्सीजन वाहक (Oxygen carrier) के जैसा होता है।

नाइट्रोजन ट्राइ ऑक्साइड एवं नाइट्रस अम्ल
(Nitrogen trioxide and Nitress acide)

नाइट्रोजन ट्राइ ऑक्साइड :—धूम्रयुक्त नाइट्रिक अम्ल (Fuming nitric acid) को आरसीनियस ऑक्साइड (Arseneous oxide) के साथ गर्म करने से यह गैस लाल बादामी वाष्प के रूप में प्राप्त होता है। हिम मिश्रण में ठंढा करने से यह नीले रंग के द्रव में परिणत हो जाता है। यह पानी में घुलता है और अस्थायी नाइट्रस अम्ल देता है। क्षार के साथ प्रतिक्रिया होने से नाइट्राइट बनते हैं। नाइट्रोजन ट्राइ ऑक्साइड को नाइट्रस एनहाड्राइड भी कहते हैं।

नाइट्रस अम्ल (Nitrous Acid) :—(१) नाइट्रस एनहाइड्राइड को बर्फ के समान ठंढे पानी में घोलने से नाइट्रस अम्ल का घोल मिलता है।

(२) किसी नाइट्राइट पर किसी सबल अम्ल की प्रतिक्रिया से इस अम्ल का घोल मिलता है।

गुण :—यह अस्थायी अम्ल है और साधारण तापक्रम पर भी यह विच्छिन्न हो जाता है। क्षार पर इसकी प्रतिक्रिया होने से नाइट्राइट बनते हैं। सोडियम नाइट्राइट एवं पोटाशियम नाइट्राइट मुख्य है। ये स्थायी होते हैं, एवं प्रयोग में नाइट्रस अम्ल के स्थान पर नाइट्राइट और किसी अन्य अम्ल का मिश्रण व्यवहार मे लाया जाता है। नाइट्रस अम्ल और नाइट्राइट दोनों ही ऑक्सीकारक एवं अवकारक भी हैं। ये हाइड्रोजन सल्फाइड और पोटाशियम आयोडाइड को ऑक्सीकृत करते हैं तथा ब्रोमीन एवं पोटाशियम परमैगनेट को अवकृत करते हैं।

नाइट्रस अम्ल या नाइट्राइट का अम्लीय घोल मेटा-फेनेलीन डाइएमीन (Meta-phenylene diamine) को बादामी रंग का कर देता है। यह इसकी सूक्ष्म जाँच है।

नाइट्रोजन पेराक्साइड (Nitrogen peroxide)

बनाने की विधियाँ :—

(१) नाइट्रिक ऑक्साइड और हवा के संयोग से,

(२) ताम्र अथवा जस्ता पर स० नाइट्रिक अम्ल की प्रतिक्रिया से,

(३) कॉपर नाइट्रेट, लेडनाइट्रेट आदि को गर्म करने से,

प्रयोगशाला में लेड नाइट्रेट को गर्म करके नाइट्रोजन पेरॉक्साइड बनाया जाता है।

गुण :—यह लाल बादामी रंग का गैस है। निम्न तापक्रम पर यह हरे रंग के तरल पदार्थ में परिणत हो जाता है।

यह दहन का पोशक है। पानी में घुलनशील है, तथा इसके पानी में घुलने से नाइट्रस अम्ल और नाइट्रिक अम्ल का मिश्रण प्राप्त होता है।

नाइट्रोजन पेंटॉक्साइड एवं नाइट्रिक अम्ल
(Nitrogen pentoxide and Nitric acid or Aqua Fortis)

नाइट्रोजन पेंटॉक्साइड (Nitrogen pentoxide) :—स० नाइट्रिक अम्ल को फास्फोरस पेंटॉक्साइड के साथ स्रावित करने से नाइट्रोजन पेंटॉक्साइड मिलता है।

यह उजले रंग का ठोस पदार्थ है। गर्म करने पर यह विछिन्न हो जाता है। इसे पानी में डालने से अधिक गर्मी पैदा होती है और यह नाइट्रिक अम्ल में परिणत हो जाता है।

नाइट्रिक अम्ल

प्राचीन काल से ही यह लोगों को 'एकुआफोर्टीस' (Aquafortis) के नाम से ज्ञात है। सर्वप्रथम इसे जेबर ने शोरे को फिटकरी और कसीस के साथ गर्म कर बनाया था।

यह स्वतन्त्र रूप में वायु-मंडल में अल्प मात्रा में मिलता है। शोरे तथा चीली शोरे के रूप में यह अधिक पाया जाता है।

बनाने की विधियाँ :—यह निम्नविधियों से बनता है।

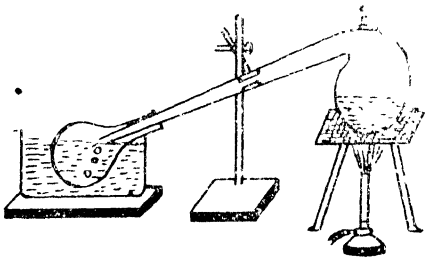
(१) नाइट्रोजन पेंटॉक्साइड को जल में घोलने से,

(२) नाइट्रोजन पेरॉक्साइड को जल में घोलने से,

(३) नाइट्रेट और स० गंधकाम्ल की प्रतिक्रिया से,

(४) अमोनिया के आक्सीकरण से।

प्रयोगशाला विधि :—चि० ५३ में दिये जैसा उपकरण सजायें। रिटार्ट में लगभग ५० ग्राम शोरा लें और उसमें लगभग उतना ही स० गंधकाम्ल डालकर रिटार्ट को गर्म करें और वाष्प को ठंढे ग्राहक में जमा करें। गर्म करने से रिटार्ट लाल बादामी धुएँ से भर जायगा जो ग्राहक में हलके पीले द्रव के रूप में जमा होगा।



चित्र ५३

इस प्रक्रिया में तापक्रम अधिक नहीं होने देना चाहिए। क्योंकि उच्च तापक्रम पर (१) पोटाशियम सल्फेट बनता है जिसे रिटार्ट से हटाना कठिन है, (२) कुछ नाइट्रिक अम्ल विच्छिन्न हो जाता है और (३) नाइट्रिक अम्ल उपकरण के लिए क्षयकारी है।

गुण :—विशुद्ध नाइट्रिक अम्ल रंगहीन धुआँता द्रव है। व्यावसायिक नाइट्रिक अम्ल में नाइट्रोजन पेराक्साइड घुले रहने के कारण उसका रंग पीला या भूरा होता है।

नाइट्रिक अम्ल एक क्षयकारी वस्तु है, जो वनस्पति तथा जीव-जन्तुओं को जला देता है। ऊन, रूई, कपड़ा, लकड़ी इत्यादि को भी समाहृत नाइट्रिक अम्ल तुरत जला देता है।

अन्य अम्लों के ऐसा यह भी नीले लिटमस को लाल कर देता है तथा इसका स्वाद खट्टा होता है। यह क्षार के साथ प्रतिक्रिया कर लवण देता है, जिसे नाइट्रेट कहते हैं।

गर्म करने से स० नाइट्रिक अम्ल जल, नाइट्रोजन पेरॉक्साइड एवं ऑक्सीजन में विच्छिन्न हो जाता है।

यह प्रबल ऑक्सीकारक है। धातु, अधातु तथा कितने यौगिकों को भी ऑक्सीकृत कर देता है। कार्बन, गंधक, फास्फोरस तथा आयोडिन नाइट्रिक

अम्ल द्वारा ऑक्सीकृत होकर क्रमशः कार्बन डाइऑक्साइड, गंधकाम्ल, फास्फोरिक अम्ल एवं आयोडिक अम्ल में परिणत हो जाते है।

प्लैटिनम और स्वर्ण के अतिरिक्त प्रायः सभी धातु नाइट्रिक अम्ल के साथ प्रतिक्रया करते है, किन्तु क्रियाफल धातु, अम्ल के समाहरण एवं तापमान पर निर्भर करते हैं। अधिक समाहृत नाइट्रिक अम्ल का लौह पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

नाइट्रिक अम्ल सल्फाइड को सल्फेट में परिणत कर देता है। यह स० हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ **अम्ल राज** (Aqua regia) बनाता है।

धूम्रयुक्त नाइट्रिक अम्ल (Fuming nitric acid) :—यह शुद्ध नाइट्रिक अम्ल में नाइट्रोजन पेरॉक्साइड की अधिक मात्रा घुलने से प्राप्त होता है। सान्द्र नाइट्रिक अम्ल में स्टार्च (मांड़) डालकर स्रावित करने से यह अम्ल प्राप्त होता है। यह साधारण नाइट्रिक अम्ल की अपेक्षा अधिक क्रियाशील तथा क्षयकारी होता है।

खाद (Fertiliser)

खेती में खाद की आवश्यकता होती है। खाद वह पदार्थ है जिसमें पौधों के विकास के लिए वे आवश्यक तत्व पाये जाते हैं, जो मिट्टी द्वारा उन्हें आसानी से नहीं मिल पाते हैं। इन खादों में मुख्यतः नाइट्रोजन फास्फोरस तथा पोटाशियम के तत्व वर्त्तमान रहते है। इनके अलावा कैलसियम, सल्फर तथा मैगनेसियम नामक तत्व भी पौधों के विकास के लिए आवश्यक समझे जाते है। पौधों तथा प्राणियों के जीवन में इन खादों का बड़ा ही महत्वपूर्ण स्थान है। उदाहरण के लिए नाइट्रोजन-खाद लीजिए। इन्हीं नाइट्रोजन-खाद से पौधे नाइट्रोजन लेते है और प्रोटीन नामक एक कार्बनिक यौगिक बनाते है। इन पौधों से हम इस पदार्थ को भोजन के साथ ग्रहण करते हैं और इसी के चलते हमारा शरीर पुष्ट तथा स्वस्थ रहता है। इस प्रकार यह अनुभव करने की बात है कि खाद न कि पौधों के लिये बल्कि प्राणियों के लिए भी अत्यन्त आवश्यक है।

खाद के भेद :—खादें दो प्रकार की होती हैं—

(१) प्राकृतिक खाद (manure)

(२) कृत्रिम खाद (fertiliser)

प्राकृतिक खाद :—यह प्रायः गोबर, पत्ते, खली आदि के सड़ने से प्राप्त होती है। इन पदार्थों से अधिकांश पौधों के लिए आवश्यक तत्व मिल जाते हैं।

कृत्रिम खाद :—यह पौधों के लिए आवश्यक तत्वों के यौगिक के रूप में दी जाती है। कृत्रिम खाद तीन प्रकार की होती हैं।

(१) नाइट्रोजन खाद, (२) फास्फोरस खाद, (३) पोटाश खाद।

नाइट्रोजन खाद :—ये नाइट्रेट, अमोनियम यौगिक, साइनामाइड आदि के रूप में होते हैं।

(१) **सोडियम नाइट्रेट** :—यह चीली शोरे के रूप में तथा सोडा पर नाइट्रिक अम्ल की क्रिया से मिलता है।

(२) **अमोनियम सल्फेट** :—इसे अमोनियम कार्बोनेट पर सल्फ्युरिक अम्ल या जिपसम की क्रिया से बनाते हैं। सिन्दरी में अमोनियम कार्बोनेट (जो कोयले से मिलता है) पर जिपसम की क्रिया से ही अमोनियम सल्फेट बनाया जाता है।

(३) **कैलसियम साइनामाइड** :—यह गर्म कैलसियम कारबाइड पर नाइट्रोजन प्रवाहित करने से प्राप्त होता है। इसके लिए वायुमंडलीय नाइट्रोजन काम में लाया जाता है।

(४) **यूरिया** :—यह कार्बन डाइऑक्साइड तथा अमोनिया से प्राप्त किया जाता है। यह दानेदार बनाया जाता है, ताकि कम से कम जल-वाष्प शोषण कर सके।

नाइट्रोजन की खाद के अलावा फासफोरस तथा पोटाश की खाद भी पौधों के लिए आवश्यक है। फास्फेट खाद में सुपरफास्फेट बहुत प्रचलित है। यह मोनोकैल्सियम फास्फेट $Ca(H_2PO_4)_2$ तथा डाइकैलसियम फास्फेट $Ca_2(HPO_4)_2$ के भिन्न-भिन्न अनुपात का मिश्रण है। यह फासफेट रॉक (rock) नामक खनिज पर साधारण सान्द्र (Moderately concentrated) सल्फ्युरिक अम्ल की क्रिया से प्राप्त किया जाता है। कैलसियम फास्फेट लोहा के उत्पादन में उपफल (Phosphatic slag) के रूप में भी मिलता है।

पोटाश खाद मुख्यतः पोटासियम क्लोराइड के रूप में तथा थोड़ा सल्फेट के रूप में इस्तेमाल की जाती है। ये साधारणतः प्राकृतिक स्रोतों से ही पाये जाते हैं। हमारे यहाँ यह खाद पोटाश म्युरीयेट (Muriate) के रूप में प्रचलित है। नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटाशियम के अतिरिक्त, कैलसियम सल्फर

आदि तत्वों को भी खाद के रूप में पौधों को दिया जाता है। आजकल मैगनेसियम भी पौधों के लिए आवश्यक समझा जाने लगा है। यह डोलोमाइट के रूप में दिया जाता है।

स्मरणार्थ

नाइट्रोजन का इतिहास एवं उपस्थिति :—सर्वप्रथम रूदर फोर्ड ने इसका पता लगाया और लभ्वाजिये ने इसके निष्क्रिय होने के कारण इसका नाम एजोट रखा। यह स्वतन्त्र रूप में प्रचुर मात्रा में प्रकृति में मिलता है। यौगिक के रूप में यह नाइट्रेट, अमोनिया आदि में मिलता है।

नाइट्रोजन बनाने की विधियाँ :—

(क) हवा से—हवा में फास्फोरस, गन्धक आदि के जलने से अथवा द्रवीभूत हवा के आंशिक स्रवण से नाइट्रोजन प्राप्त होता है।

(ख) नाइट्रोजन के यौगिक से—अमोनियम नाइट्राइट को गर्म करने से अथवा अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में क्लोरिन गैस बुलबुलाने से नाइट्रोजन प्राप्त होता है।

प्रयोगशाला में नाइट्रोजन बनाने की विधि :—प्रयोगशाला में नाइट्रोजन अमोनियम क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्राइट के मिश्रण को एक फ्लास्क में गर्मकर तैयार किया जाता है।

नाइट्रोजन के गुण :—यह एक रंगहीन, स्वादहीन एवं गन्ध-रहित गैस है। यह जल में प्रायः अघुलनशील तथा लिटमस के प्रति उदासीन है। यह निष्क्रिय गैस है।

नाइट्रोजन के उपयोग :—निष्क्रिय गैस होने के कारण यह बिजली की बत्तियों, गैस, थर्मामीटर आदि में व्यवहृत होता है। यह अमोनिया, नाइट्रिक अम्ल एवं खाद बनाने के काम में उपयुक्त होता है।

जाँच :—नाइट्रोजन अपने विशिष्ट गुणों से जाँचा जाता है।

नाइट्रोजन के यौगिक :—नाइट्रोजन एवं हाइड्रोजन के यौगिक में अमोनिया तथा नाइट्रोजन एवं ऑक्सीजन के यौगिक में नाइट्रस ऑक्साइड, नाइट्रिक ऑक्साइड तथा नाइट्रस अम्ल एवं नाइट्रिक अम्ल मुख्य है।

अमोनिया :—सर्वप्रथम प्रीस्टले ने सन् १७७५ ई० में नौसादर और चूना को गर्म कर अमोनिया प्राप्त किया तथा इसका नाम क्षारीय हवा रखा। यह प्रकृति में बहुत अल्प मात्रा में मिलता है।

अमोनिया गैस बनाने की विधियाँ :—यह गैस निम्नलिखित विधियों से बनाया जा सकता है :—

(१) अमोनियम लवण को क्षार के साथ गर्म कर,

(२) नाइट्रोजन और हाइड्रोजन के संयोग से (हावर विधि),

(३) नाइट्रिक अम्ल अथवा नाइट्रेट के अवकरण से तथा

(४) गैसघट के अमोनिया युक्त द्रव से।

प्रयोगशाला में अमोनिया बनाने की विधि :—प्रयोगशाला में अमोनियम क्लोराइड अथवा अमोनियम सल्फेट को चूने के साथ एक फ्लास्क अथवा बड़े काँच की परख-नली में गर्म कर बनाया जाता है।

व्यापारिक मात्रा में अमोनिया प्राप्त करना :—व्यापारिक मात्रा में अमोनिया हावर विधि एवं अमोनिया युक्त द्रव से प्राप्त किया जाता है।

अमोनिया द्रव :—कोयले के विच्छेदक स्रवण से अमोनिया युक्त द्रव मिलता है, जिसे गन्धकाम्ल से उदासीन कर अमोनियम सल्फेट तैयार किया जाता है। इस अमोनियम सल्फेट को चूने के साथ गर्म करने से अमोनिया मिलता है, जिसे बर्फीले पानी में घोल कर अमोनिया का संतृप्त घोल तैयार किया जाता है। इस संतृप्त घोल को अमोनिया-द्रव कहते हैं।

अमोनिया के गुण :—यह रंगहीन तथा तीक्ष्ण गन्धवाला गैस है। यह हवा से हल्का तथा जल में अतिघुलनशील है। इसका घोल क्षारीय होता है। इस घोल को अमोनियम हाइड्रॉक्साइड कहते हैं। इसके मुख्य गुण उपयुक्त प्रयोगों द्वारा दर्शाये जा सकते हैं।

अमोनिया की जाँच—साधारणतः यह अपनी तीखी गंध एवं क्षारीय गुण से पहचाना जा सकता है। यह अति अल्प मात्रा में नेसलर घोल से जाँचा जाता है।

अमोनिया के उपयोग :—बर्फ बनाने, दवा बनाने, अमोनियम लवण बनाने में इसका व्यवहार होता है। चींटी, हड्डे, बिच्छू आदि के काटने पर आराम के लिए अमोनिया का घोल व्यवहार किया जाता है।

अमोनियम लवण :—अमोनियम लवण साधारणतः अमोनिया और उचित अम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया जाता है। यह प्रायः उत्सद होता है एवं गर्म करने पर व्यवच्छिन्न हो जाता है।

नाइट्रस ऑक्साइड :—सर्वप्रथम प्रीस्टले ने इस गैस का पता लगाया और इसके हँसानेवाले गुण के कारण इसका नाम हँसानेवाला गैस रखा। यह ताम्र अथवा जिंक पर तनु नाइट्रिक अम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया जाता है। यह अमोनियम नाइट्रेट को गर्म कर भी तैयार किया जा सकता है। प्रयोगशाला में यह अमोनियम क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्रेट के मिश्रण को गर्म कर तैयार किया जाता है।

नाइट्रस ऑक्साइड के गुण :—यह रंगहीन एवं प्रायः गन्धहीन गैस है। इसमें हँसाने का गुण है। यह ठंढे जल में घुलनशील है किन्तु अल्कोहल में अधिक घुलता है। यह ऑक्सीजन के समान दहन पोषक है।

उपयोग :—बेहोशी लाने के गुण के कारण यह शल्य-चिकित्सा में उपयुक्त होता है।

नाइट्रिक ऑक्साइड :—ताम्र अथवा जस्ता पर लगभग ५० प्रतिशत नाइट्रिक अम्ल की प्रतिक्रिया से यह तैयार किया जाता है। प्रयोगशाला में भी यही विधि काम में लाई जाती है।

नाइट्रिक ऑक्साइड के गुण :—यह रंगहीन गैस है। यह जल में अघुलनशील है किन्तु हरे कसीस के घोल में घुलता है। यह उच्च तापमान पर दहन पोषक है। हवा के संयोग से भूरे रंग का गैस देता है।

उपयोग :—प्रकोष्ठ प्रक्रिया द्वारा गन्धकाम्ल बनाने में इसका उपयोग होता है।

नाइट्रोजन ट्राइऑक्साइड एवं नाइट्रस अम्ल

नाइट्रोजन ट्राइऑक्साइड :—यह नाइट्रिक अम्ल को आरसिनियस ऑक्साइड के साथ गर्म कर तैयार किया जाता है। यह भूरे रंग का गैस है। जल में घुलने पर नाइट्रस अम्ल देता है। अतएव इसे नाइट्रस हाइड्राइड कहते हे।

नाइट्रस अम्ल :—यह नाइट्रस एनहाइड्राइड को ठंढे जल में घोलने से प्राप्त होता है। यह अस्थायी अम्ल है। क्षार के साथ इसकी प्रतिक्रिया होने से नाइट्राइट मिलते हैं, जिनमें सोडियम नाइट्राइट एवं पोटाशियम नाइट्राइट मुख्य हैं। नाइट्रस अम्ल एवं नाइट्राइट ऑक्सीकारक तथा अवकारक दोनों ही जैसा बर्त्ताव करते है।

नाइट्रोजन पेरॉक्साइड :—यह सीसे के नाइट्रेट को गर्म कर बनाया जाता है। यह लाल बादामी रंग का है। जल में घुलने पर यह नाइट्रिक अम्ल एवं नाइट्रस अम्ल का मिश्रण देता है।

नाइट्रिक एन हाइड्राइड एवं नाइट्रिक अम्ल

नाइट्रिक एन हाइड्राइड :—नाइट्रोजन पेन्टॉक्साइड को नाइट्रिक एनहाइड्राइड कहते है। यह सान्द्र नाइट्रिक अम्ल को फास्फोरस पेन्टॉक्साइड के साथ स्रावित करने से प्राप्त होता है।

नाइट्रिक अम्ल :—यह प्राचीन काल से ही लोगों को एक्वाफोरटीस के नाम से ज्ञात है। सर्वप्रथम जेबर ने इसे शोरा, कसीस तथा फिटकरी को एक साथ गर्म करके प्राप्त किया। यह अल्प मात्रा में प्रकृति में मिलता है।

नाइट्रिक अम्ल बनाने की विधियाँ :—नाइट्रिक अम्ल निम्नलिखित विधियों से बनाया जाता है।

(१) नाइट्रिक एनहाइड्राइड को जल में घोलने से।
(२) नाइट्रोजन पेरॉक्साइड को जल में घोलने से।
(३) अमोनिया के ऑक्सीकरण से।
(४) नाइट्रेट का सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ स्रावित करने से।

प्रयोगशाला में नाइट्रिक अम्ल बनाना :—यह शोरे को सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ स्रावित करने से मिलता है।

व्यापारिक मात्रा में नाइट्रिक अम्ल तैयार करना :—व्यापारिक मात्रा में नाइट्रिक अम्ल निम्नलिखित विधियों से बनाया जाता है :—

(१) पीले शोरे को सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ गर्म कर,
(२) बर्कलैंड एण्ड आइड विधि से (वायुमण्डल के नाइट्रोजन से),
(३) ऑस्टवल्ड विधि से (अमोनिया के ऑक्सीकरण से)।

नाइट्रिक अम्ल के गुण :—विशुद्ध नाइट्रिक अम्ल रंगहीन धुआँता द्रव है। यह क्षयकारी वस्तु है, जो वनस्पति तथा जीव-जन्तुओं को जला देता है। क्षार के साथ इसकी प्रतिक्रिया होने से नाइट्रेट मिलते है। यह प्रबल ऑक्सीकारक है।

धूम्र युक्त नाइट्रिक अम्ल :—यह नाइट्रोजन पेराक्साइड की अधिक मात्रा के सान्द्र नाइट्रिक अम्ल में घुलने से प्राप्त होता है। यह सान्द्र अम्ल की अपेक्षा अधिक क्रियाशील होता है। इसका रंग भूरा होता है।

नाइट्रिक अम्ल के उपयोग :—यह गहना साफ करने, प्रतिकारक जैसा तथा खाद एवं विस्फोटक आदि के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

नाइट्रिक अम्ल के अवयव :—नाइट्रिक अम्ल हाइड्रोजन, नाइट्रोजन एवं ऑक्सीजन के संयोग से बना है।

अभ्यास

१. प्रकृति में नाइट्रोजन किस रूप में मिलता है? नाइट्रोजन बनाने की प्रयोगशाला-विधि का वर्णन करें।

1. How does nitrogen occur in nature? Describe the laboratory method of preparation of nitrogen?

२. नाइट्रोजन को एजोट क्यों कहते थे? इसके मुख्य गुणों का वर्णन करें।

2. Why was nitrogen called azote? Mention the important uses of nitrogen?

३. नाइट्रोजन के (क) हाइड्रोजन, (ख) ऑक्सीजन तथा (ग) हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन के साथ कौन-कौन मुख्य यौगिक हैं?

3. What are important compounds of nitrogen with (a) Hydrogen, (b) Oxygen, (c) Hydrogen and Oxygen?

४. अमोनिया गैस बनाने की विभिन्न विधियों का वर्णन करें।

4. Describe the different methods of preparation of ammonia.

५. प्रयोगशाला में अमोनिया किस तरह तैयार होता है? इसके मुख्य गुणों का उल्लेख करें।

5. How is ammonia prepared in the laboratory? Mention its important properties.

६. अमोनिया के गुण दर्शाने के लिए कुछ मनोरंजक प्रयोगों का वर्णन करें।

6. Describe a few interesting experiments to demonstrate the properties of ammonia.

७. व्यापारिक मात्रा में अमोनिया किस तरह प्राप्त किया जाता है ?

7. How is ammonia obtained on a commercial scale ?

८. इनपर टिप्पणियाँ लिखें :—

(क) अमोनिया-द्रव, (ख) अमोनियम लवण एवं (ग) व्यवछिन्नता ।

8. Write notes on :—

(a) Ammoniacal liquor, (b) Ammonium salt and (c) Dissociation.

९. चित्र सहित नाइट्रस ऑक्साइड बनाने की प्रयोगशाला विधि का वर्णन करें ।

9. Describe with a diagram the laboratory method of preparation of nitrous oxide.

१०. नाइट्रस ऑक्साइड को हँसानेवाला गैस क्यों कहते हैं ? इसके मुख्य गुणों का उल्लेख करें ।

10. Why is nitrous oxide called laughing gas ? Mention its important properties.

११. ऑक्सीजन के साथ इसकी किस बात में समानता है ?

11. In what respect does it resemble oxygen ?

१२. नाइट्रिक ऑक्साइड बनाने की प्रयोगशाला विधि का वर्णन करें ।

12. Describe the laboratory method of perparation of Nitric oxide.

१३. नाइट्रस एनहाइड्राइड से क्या समझते हैं ? यह किस तरह बनाया जाता है ?

13. What do you understand by nitrous anhydride ? How is it prepared ?

१४. नाइट्रस अम्ल के मुख्य गुणों का उल्लेख करें ।

14. Mention the important properties of nitrous acid.

१५. नाइट्रोजन पेरॉक्साइड किस तरह तैयार होता है ? इसके मुख्य गुणों का उल्लेख करें ।

15. How is nitrogen peroxide prepared ? Mention its important properties.

१६. एक्वा फोरटीस क्या है ? यह सर्वप्रथम किस तरह तैयार किया गया ?

16. What is aqua fortis ? How was it first prepared ?

१७. प्रयोगशाला में नाइट्रिक अम्ल बनाने की विधि का वर्णन करें । इसमें साधारणतः कौन-कौन अशुद्धियाँ रहती हैं ?

17. Describe the method for the preparation of nitric acid in the laboratory. What are the impurities usually present in it ?

१८. नाइट्रिक अम्ल के मुख्य गुणों का उल्लेख करें ।

18. Mention the important properties of nitric acid.

१९. यह किस प्रकार साबित करेंगे कि नाइट्रिक अम्ल हाइड्रोजन, नाइट्रोजन एवं ऑक्सीजन का यौगिक है ?

19. How will you show that nitric acid is a compound of Hydrogen, Nitrogen and Oxygen ?

२०. नाइट्रिक अम्ल किन कामों में उपयुक्त होता है ?

20. What are the uses of nitric acid ?

२१. खाद क्या है ? नाइट्रोजन के किन यौगिकों का खाद के जैसा व्यवहार होता है ?

21. What is fertilizer ? What are the important compounds of nitrogen which are used as fertilizer.

२२. क्या होगा – यदि :

(क) शोरा गन्धकाम्ल के साथ गर्म किया जाय,

(ख) नौसादर धोनेवाले सोडे के साथ गर्म किया जाय एवं

(ग) नौसादर चीली शोरे के साथ गर्म किया जाय ?

22. What will happen if :

(a) Nitre is heated with sulphuric acid.

(b) Ammonium chloride is heated with washing soda and

(c) Ammonium chloride is heated with chilean nitre ?

चौदहवाँ अध्याय

गंधक एवं गंधक के यौगिक
(Sulphur and Compounds of Sulphur)

इतिहास :—गंधक प्राचीन काल से ही ज्ञात है। इसका वर्णन भारतीय, यूनानी तथा रोम के अर्वाचीन साहित्य में भी मिलता है। इसे ज्वलनशील पत्थर 'ब्रिमस्टोन' (Brimstone) भी कहते थे। सर्वप्रथम लम्बाजिये ने इसे तत्व होना सिद्ध किया। इस तत्व को हवा में जलाने से बुरी गन्ध उत्पन्न होती है। अतः इस तत्व का नाम गन्धक अर्थात् गन्ध करनेवाला पड़ा। प्राचीन संस्कृत ग्रन्थों में इसका नाम 'मुल्वारि' बताया गया है। यह नाम इसके ताम्र के गुण को नष्ट कर देने के गुण के कारण ही पड़ा। अंग्रेजी में इसे 'सल्फर' (Sulphur) कहते है, जो संस्कृत मुल्वारि शब्द से बना है। इसकी चर्चा बाइबिल में भी की गयी है।

उपस्थिति :—गंधक स्वतन्त्रावस्था में तथा यौगिक के रूप में पायी जाती है। यह सिसली एवं जापान जैसे ज्वालामुखीवाले देशों में तथा अमेरिका में पृथ्वीतल के नीचे स्वतन्त्रावस्था में पायी जाती है। बेलूचिस्तान के सामरी स्थान पर इसकी गहरी तह पृथ्वी पर जमी हुई पायी जाती है। स्वतन्त्रावस्था में वर्त्तमान गन्धक को "मुक्त गंधक" (Native sulphur) कहते हैं।

यौगिक के रूप में गन्धक लौह, ताम्र, जस्ता, पारद, आर्सेनिक इत्यादि के सल्फाइड के रूप में तथा कैलसियम, मैगनेसियम, बेरिलियम, सोडियम आदि के सल्फेट जैसे अयस्कों के रूप में मिलती है। इनके अतिरिक्त यह लहसुन, प्याज, कड़वा तेल, अंडा, प्रोटीन आदि जैसे हमारे खाद्य-पदार्थों में भी मिलती है।

गंधक निकालने की विधियाँ
Methods of extracting sulphur

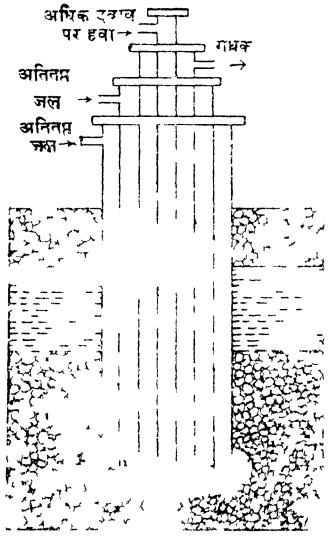
गंधक प्रायः दो विधियों से निकाली जाती है।

(१) सिसली में प्रयुक्त विधि (Sicilian process)

(२) लुइजिआना एवं टेक्सस (अमेरिका) मे प्रयुक्त फ्राशविधि (Frasch process used in lousiana or texas)

(१) **सिसली में प्रयुक्त विधि** :—सिसली और जापान में जो गंधक मिलती है, उसमे १५-२०% गंधक पत्थर-कंकड के साथ मिली रहती है। ईंट की बनी भट्टियो में ढालू सहनो पर इसको ढेर लगा देते हैं तथा उसके ऊपरी भाग में आग लगा देते है। कुछ गंधक के जलने से गर्मी पैदा होती है जो बची हुई गंधक को पिघला देती है। पिघली हुई गंधक ढालू सहनों पर बह-बहकर एक गढे मे जमा हो जाती है। इस प्रकार से प्राप्त गंधक मे ३-५% मिट्टी और कंकड आदि मिले रहते है अतएव यह शुद्ध नही होती। इसे कच्ची गंधक (Crude sulphur) कहते हैं।

(२) **फ्राशविधि** :—अमेरिका मे पृथ्वी तल के ५००-७०० फुट नीचे पत्थरो के बीच मुक्त गन्धक पायी जाती है। इस गंधक युक्त पत्थर के ऊपर चिकनी मिट्टी, चूने के पत्थर और मिट्टी की परते है जिनको खोदकर गंधक निकालना असम्भव-सा है। इन कठिनाइयो से छुटकारा पाने के लिए चार सकेन्द्रिय नलियाँ क्रमश: १०", ९", ६" और ३" व्यास की धरती के भीतर धँसायी जाती हैं (चित्र ५४)। बाहरवाली नली पत्थर की सतह तक जाती है। बाकी और तीन नलिया कुछ और नीचे तक चली जाती हैं। बाहरवाली दो नलियो के द्वारा अति तप्त जल भेजा जाता है। गर्म पानी के संपर्क मे आने से गंधक पिघल जाती है और तीसरी नली के नीचे जमा हो जाती है।

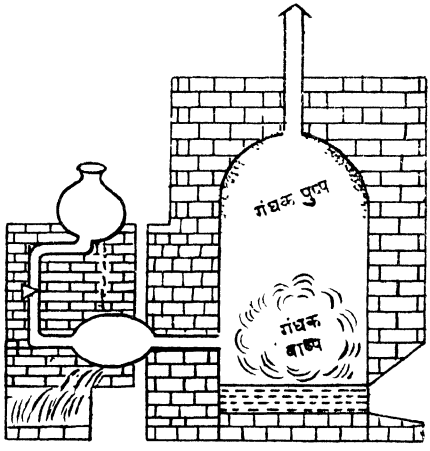


चित्र ५४

केन्द्रीय नली होकर ३५ वा० द० (Atmospheric pressure) पर हवा नीचे भेजी जाती है, जिससे दूसरी नली होकर हवा और पिघली गन्धक फेन के रूप में बाहर निकल आती है। इसे लकडी के बड़े बर्त्तन में जमा

किया जाता है। इस प्रकार से प्राप्त गन्धक की शुद्धता ९९·५% के लगभग रहती है। आजकल संसार की ८०% गन्धक इसी विधि से प्राप्त की जाती है।

गंधक को शुद्ध करना (Purification of sulphur):— उपरोक्त विधियों से प्राप्त कच्ची गंधक (Crude sulphur) अशुद्ध रहती है। अतएव उसे शुद्ध करने की आवश्यकता होती है। कच्ची गंधक एक लोहे के बर्त्तन में पिघलायी जाती है (चित्र ५५) जिससे यह एक नली के द्वारा एक कड़ाह में जाती है। यहाँ अधिक ताप मिलने के कारण उबलने लगती है और इसका वाष्प ईंट-निर्मित कमरे में जाकर उसकी ठंढी दीवार पर छोटे-छोटे रवे के रूप मे जम जाता है। इसे **गंधक-पुष्प** (Flowers of sulphur) कहते है। कुछ समय के बाद दीवार गर्म होने लगती है और गन्धक पुष्प पिघलने लगता है। पिघली गंधक नीचे सहन पर जमा होती है। समय-समय पर उसे नीचे के एक छेद से निकाल कर बेलनाकार सांचों में ठंढा किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त गंधक को बेलनाकार गंधक (Roll sulphur) कहते है।



चित्र ५५

गन्धक के गुण (Properties of sulphur)

भौतिक गुण :—गंधक पीत वर्ण का ठोस पदार्थ है, जिसमें न गंध होती है न स्वाद। यह जल में नहीं घुलती, परन्तु अलकोहल, बेंजीन, ईथर में घुलती है एवं कार्बन डाइ सल्फाइड में जल्द घुल जाती है। यह ताप का कुचालक (Bad conductor) एवं बिजली का अपरिचालक (Non-Conductor) है।

गंधक पर ताप का प्रभाव (Action of heat on Sulphur)—गर्म किये जाने पर गंधक ११३° और ११५° सें० के बीच पीले द्रव के रूप में पिघल जाती है। अधिक गर्म करने पर यह गाढ़ी होती जाती है एवं इसका रंग भी गाढ़ा होता जाता है और १६०° सें० पर यह द्रव प्रायः काला लसदार ठोस (Viscous) में परिणत हो जाता है। २३०° सें० के बाद इसकी स्निग्धता (Viscosity) घटने लगती है और लगभग ३००° से० पर यह पुनः काले रंग के द्रव के रूप मे परिणत हो जाती है। ४४४° सें० पर द्रव उबलने लगता है और लाल बादामी रंग का वाष्प निकलता है।

रवेदार गंधक का निश्चित द्रवणांक अथवा हिमांक होता है, किन्तु बेरवेदार गंधक का द्रवणांक अथवा हिमांक अन्य बेरवेदार पदार्थों की भाँति निश्चित नहीं होता।

गंधक के वाष्प कीटाणु नाशक हैं।

रासायनिक गुण :—गंधक पर शुष्क हवा का कोई प्रभाव नहीं पड़ता, किन्तु आर्द्र हवा मे रखे रहने पर गंधक अल्प मात्रा में गन्धकाम्ल में परिणत हो जाती है। गंधक हवा में हल्की नीली लौ से जलती है, किन्तु ऑक्सीजन में बहुत ही सुन्दर नीले देदीप्यमान प्रकाश के साथ जलती है और सल्फर डाइ-ऑक्साइड (Sulphur dioxide) बनता है। गन्धक और ठंढे जल के बीच कोई प्रतिक्रिया नहीं होती, परन्तु यदि उबलते हुए गंधक में जलवाष्प बुलबुलाया जाय, तो थोड़े हाइड्रोजन सल्फाइड और सल्फर डाइआँक्साइड बनते हैं। स्वर्ण (Gold) तथा प्लैटिनम (Platinum) के अतिरिक्त प्रायः सभी धातुओं से गंधक संयोग करता है और उन धातुओं के सल्फाइड बनते हैं। गंधक को क्षार (Alkali) के साथ उबालने से धातु के सल्फाइड (Sulphide), सल्फाइट (Sulphite) एवं थायो सल्फेट (Thiosulphate) बनते हैं।

गंधक को समाहृत गन्धकाम्ल के साथ उबालने से सल्फर डाइआंक्साइड बनता है। किन्तु, समाहृत नाइट्रिक अम्ल के साथ उबालने से गन्धकाम्ल बनता है।

गंधक के उपयोग :—(१) गंधक सल्फर डाइआँक्साइड बनाने में काम आता है, जो ऊन, रेशम, लकड़ी के गूदे (wood pulp) इत्यादि को साफ करने में काम आता है।

(२) गंधक से गंधकाम्ल बनाया जाता है।

(३) इससे विरंजन (Bleaching) के लिए सल्फाइट बनाया जाता है।

(४) इसका प्रयोग बारूद, दियासलाई तथा कार्बन डाइसल्फाइड के बनाने में होता है।

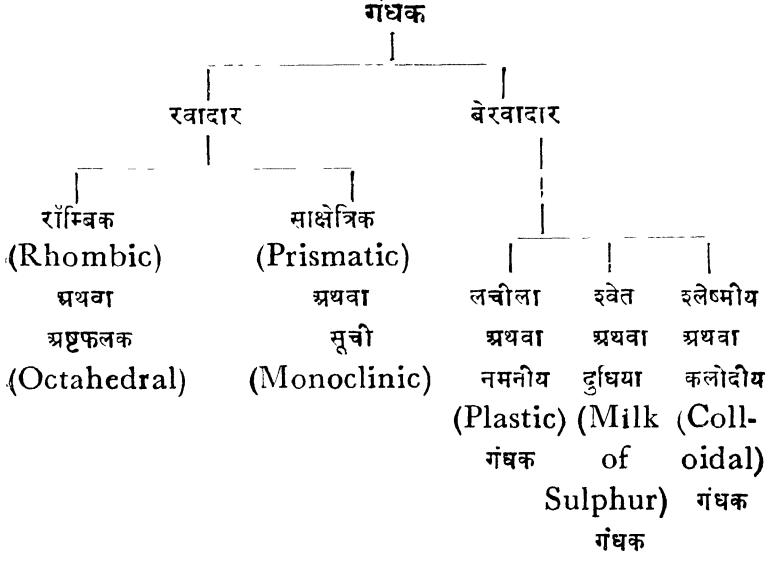
(५) गंधक दवा में तथा कीटाणुओं के मारने में काम आती है।

(६) रबर के साथ मिलाकर इससे वलकेनाइट (Vulcanite) बनाया जाता है।

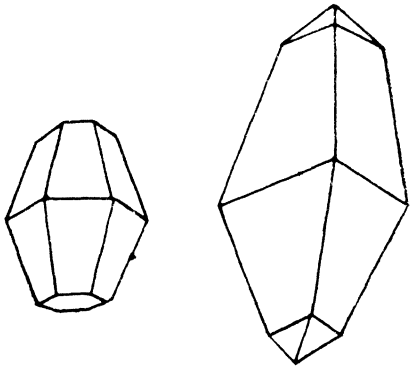
(७) औद्योगिक रसायन (रंग बनाने, चीनी साफ करने इत्यादि) में भी इसका प्रयोग होता है।

गंधक के विभिन्न रूपान्तर
(Different forms of Sulphur)

गंधक के कितने रूपान्तर होते हैं, तथा उनमें परस्पर क्या सम्बन्ध है, यह जानना अनिश्चित एवं जटिल है। ठोस गंधक के प्रायः निम्नलिखित अनुरूप (Allotropes) हैं।



रॉम्बिक या अष्टफलक गंधक (Rhombic or Octahedral)—साधारण तापमान पर रॉम्बिक गंधक सभी रूपान्तरों से अधिक स्थायी है। इसके रवे हलके पीले रंग के और पारदर्शी होते हैं। इसका आपेक्षिक घनत्व २·०६ होता है। यह पानी मे अनघुल है तथा अलकोहल एवं ईथर मे भी कम ही घुलती है। यह कार्बन डाइसल्फाइड, गर्म बेंजीन तथा तारपीन के तेल में आसानी से घुलती है। यह ताप तथा विद्युत् का कुचालक है।



चित्र ५६

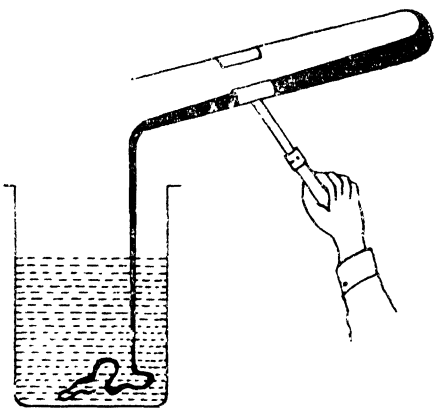
प्रयोग :—गंधक को अच्छी तरह चूरकर कार्बन डाइसल्फाइड में घोल लें। घोल को छानकर छिछले बासन में धीरे-धीरे घोलक को उड़ाएँ। चि० ५६ में दिये आकार के गंधक के अठपहलू रवे धीरे-धीरे पृथक होंगे।

सान्नेत्रिक अथवा सूची गंधक (Prismatic sulphur) :—इसके रवे लम्बे-लम्बे सूई के आकार के होते हैं। रवे हलके पीले रंग के और पारदर्शी होते हैं। कुछ दिनों के बाद ये अष्टफलक गंधक के रूप में परिणत हो जाते हैं। इसका आपेक्षिक घनत्व १·९६ है। यह पानी में अघुलनशील है। परन्तु, कार्बन डाइसल्फाइड में आसानी से घुलती है।

प्रयोग :—एक बड़े घड़िये में अष्टफलक गंधक ले लें और उसे बालू ऊष्मक पर धीरे-धीरे गर्म करें। जब गंधक पिघल जाय, घड़िये को ठंढा करें। कुछ समय के बाद जब उसपर पपड़ी पड़ जाय, तो उसमें छेद कर दें और उससे पिघली गंधक को एक बासन में गिरने दें। पपड़ी के नीचे लम्बे-लम्बे सूई के ऐसे गंधक के रवे दीख पड़ेंगे।

लचीली अथवा नमनीय गंधक (Plastic Sulphur) :—लचीली गंधक प्रायः दूसरी श्रेणी में आती है। इसे गुथे हुए आटे की तरह भिन्न-भिन्न आकार में बदल सकते हैं।

कुछ अंश में इसका तार भी खींच सकते है। इसका आपेक्षिक घनत्व १.९५ है। यह गंधक के अन्य रूपान्तरों जैसा कार्बन डाइसल्फाइड में घुलनशील नही है। यह रूप अस्थायी है तथा कालान्तर में अष्टफलक गंधक में परिणत हो जाता है।



चित्र ५७

प्रयोग :—साधारण गंधक को एक कड़े काँच की परख नली में गर्म करें। पहले पिघलेगी। जब वह उबलने लगे, तब उसे पतली धारा के रूप में एक बीकर में रखे पानी में गिरने दें। नमनीय गंधक का लम्बा सूता मिलेगा (चि० ५७)।

श्वेत अथवा दूधिया गंधक (Milk of Sulphur) :—यह श्वेत वर्ण का बेरवादार होती है। इसका आपेक्षिक घनत्व १·८२ है। यह कार्बन डाइसल्फाइड में घुलनशील होती है, परन्तु जल में अघुलनशील होती है। गर्म किये जाने पर यह साधारण गन्धक में परिणत हो जाती है। यह दवा के काम में आती है।

प्रयोग :—एक बीकर में थोड़ा चूने का पानी लें और उसमें कुछ गंधक चूर्ण डालकर उबालें। जब वह बादामी रंग का हो जाय, तो उसे छान लें। अब स्वच्छ द्रव में कुछ तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें। श्वेत वर्ण की गंधक प्रक्षिप्त होती है, जो देखने में दूध के समान होगी।

कलोदीय अथवा श्लेष्मीय गंधक (Colloidal Sulphur) :—यह कलोदीय घोल के रूप में मिलती है, जिसमें बेरवेदार गंधक के अति सूक्ष्म कण पानी में बिखरे रहते हैं। नमक डालने से यह अलग हो जाता है। यह कार्बन डाइसल्फाइड में घुलनशील है।

प्रयोग :—सल्फर डाइऑक्साइड के संतृप्त घोल में हाइड्रोजन सल्फाइड बुलबुलाने से, अलकोहल में गंधक के घोल में पानी मिलाने से अथवा सोडियम

थायोसल्फेट के घोल में समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से कलोदीय गंधक प्राप्त होती है।

गंधक के विभिन्न रूपान्तरों में एक ही तत्व है :—गंधक के विभिन्न रूपान्तरों के एक निश्चित भार को ऑक्सीजन के वातावरण में जलाने से प्रत्येक दशा में सल्फर डाइऑक्साइड का भार एक ही होता है और गंधक के भार का दुगुना होता है। अतः इससे प्रमाणित होता है कि इसके विभिन्न रूपान्तरों में एक ही तत्व गन्धक है।

हाइड्रोजन सल्फाइड, सल्फ्यूरेटेड हाइड्रोजन या उद्-गन्धकाम्ल
(Hydrogen Sulphide, Sulphuretted Hydrogen or Hydrosulphuric acid)

हाइड्रोजन सल्फाइड ज्वालामुखी पहाड़ों से निकले गैस में तथा अनेक जल-स्रोतों में पाया जाता है। अंडे में गन्धक पायी जाती है। जब अंडा छिलके के अन्दर हवा की अनुपस्थिति मे सड़ता है, तो उससे हाइड्रोजन सल्फाइड बनता है। अतएव हाइड्रोजन सल्फाइड की गन्ध सड़े अंडे की गन्ध जैसी होती है। किसी भी जीव-जन्तु अथवा गन्धकयुक्त पेड़-पौधों के सड़ने से हाइड्रोजन सल्फाइड निकलता है।

हाइड्रोजन सल्फाइड गैस बनाने की विधियाँ :—

(१) हाइड्रोजन और गन्धक-वाष्प के मिश्रण को किसी गर्म नली होकर झाम पत्थर (Pumice stone) के ऊपर से चलाने से हाइड्रोजन सल्फाइड बनता है।

(२) प्रयोगशाला में हाइड्रोजन सल्फाइड आयरन सल्फाइड तथा नमकाम्ल अथवा तनु गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया जाता है।

प्रयोग :—चि० ४५ मे दिये उपकरण प्रस्तुत करें। ऊल्फ बोतल में आयरन सल्फाइड के टुकड़े ले ले। थिस्लटीप होकर तनु गन्धकाम्ल इतना डालें जिसमे टोप का छार डूब जाय।

बुदबुदाहट के साथ गैस निकलेगा। कुछ देर तक गैस निकलने दें। तत्पश्चात् उसे अधः प्रक्षेप द्वारा जमा करें। जब गैसपात्र के मुंह पर रखा लेड एसिटेट पत्र काला हो जाता है, तब गैसपात्र गैस से भरा होता है।

रासायनिक विश्लेषण के लिए हाइड्रोजन सल्फाइड की आवश्यकता अक्सर पड़ती है। अतः इसे कीप-यन्त्र में तैयार रखते हैं।

(३) शुद्ध हाइड्रोजन सल्फाइड ऐन्टीमनी सल्फाइड को समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ गर्म करने से मिलता है।

हाइड्रोजन सल्फाइड के गुण :—यह गैस रंगहीन है एवं इसमें सड़े अंडे की गन्ध रहती है। यह जहरीला है। यह हवा से भारी है। गैस ठंढे जल में घुलनशील है पर गर्म जल में नहीं। यह नीले लिटमस को लाल कर देता है। इसका चूने-जल पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। यह लेड एसिटेट पत्र को काला कर देता है। यह हवा में जलता है। यह जल में घुलकर अस्थायी अम्ल देता है क्योंकि इसके घोल को उबालने से हाइड्रोजन सल्फाइड निकल जाता है। यह प्रबल अवकारक है।

यह विभिन्न धातुओं के सल्फाइड को प्रक्षिप्त करता है, जिनके रंग विभिन्न प्रकार के होते है तथा भिन्न-भिन्न परिस्थितियों में मिलते हैं, अतएव इसका उपयोग रासायनिक विश्लेषण में होता है।

सल्फर डाइऑक्साइड
(Sulphur Dioxide)

सल्फर डाइऑक्साइड प्राचीन काल से ही अपने रोगाणुनाशक गुण के कारण ज्ञात था। सर्वप्रथम प्रीस्टले (J. Pristley) ने १७७० ई० में इसे पारद पर गर्म समाहृत गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया एवं इसका नाम विट्रियोलिक एसिड एअर (Vitriolic Acid Air) रखा। बाद में लम्वाजिये ने इसे गन्धक को हवा में जलाकर प्राप्त किया और इसका नाम सल्फर डाइऑक्साइड रखा।

यह ज्वालामुखी पर्वत से निकले गैस में, शहर की हवा में (विशेषकर उद्योग-धंधोंवाले शहरों में) तथा किसी-किसी झरने के पानी में भी पाया जाता है।

सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनाने की विधियाँ :—

(१) गन्धक को हवा अथवा आक्सीजन में जलाने से सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनता है।

(२) पोटाशियम, सोडियम तथा बेरियम के अतिरिक्त अन्य धातुओं के सल्फाइट को गर्म करने से भी यह गैस मिलता है।

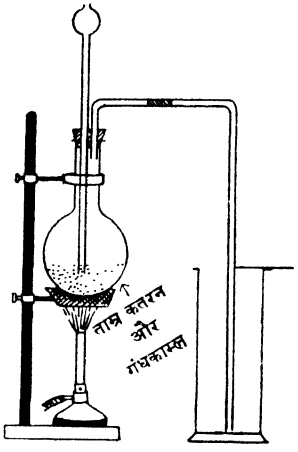
(३) धातुओं के बाइसल्फाइट को गर्म करने से भी यह गैस मिलता है।

(४) धातु के सल्फाइट या बाइसल्फाइट पर तनु अम्ल की प्रतिक्रिया से सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनता है।

(५) कार्बन, गंधक अथवा किसी धातु को समाहृत गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनता है।

(६) प्रयोगशाला में यह गैस ताँबे की कतरन को समाहृत गन्धकाम्ल के साथ गर्म कर बनाया जाता है।

प्रयोगशाला में सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनाना :—चि० ५८ में दिये उपकरण सजायें। गोल पेंदे के फ्लास्क में कुछ ताम्र कतरन लें और थिस्ल नली द्वारा समाहृत गन्धकाम्ल इतना डालें जिसमें ताम्र कतरन करीब-करीब ढक जाय। फ्लास्क को धीरे-धीरे गर्म करें और जब गैस निकलने लगे तब बत्ती हटा लें। चूँकि गैस पानी में घुलनशील है, इसे अधः प्रक्षेप द्वारा गैस पात्र में इकट्ठा करें।



चित्र ५८

जब गैस पात्र के मुँह पर रखा हुआ पोटाशियम डाइक्रोमेट पत्र हरा हो जाता है तब गैस पात्र सल्फर डाइऑक्साइड से भरा समझा जाता है।

शुष्क एवं विशुद्ध गैस तैयार करने के लिए उसे गन्धकाम्ल की बोतल में चलाकर पारद पर जमा किया जाता है।

तूतिया प्राप्त करना :—ऊपर का प्रयोग समाप्त होने पर फ्लास्क में कीचड़ जैसा काला पदार्थ बच जाता है। उसे ठंढा होने दें। तत्पश्चात् गन्धकाम्ल को निथार लें और अवशेष को पानी डाल कर छान लें। अधिकांश भाग पानी में घुल जायगा। घोल से तूतिये के रवे ($Cu\,SO_4, S\,H_2O$) बना लें।

सल्फर डाइऑक्साइड के गुण :—सल्फर डाइऑक्साइड रंगहीन गैस है। इसका विशेष गन्ध होता है जो तीव्र खाँसी पैदा करनेवाला एवं दम घोटनेवाला होता है। यह हवा से भारी तथा जल में घुलनशील है। यह आसानी से १०° से० पर द्रवीभूत हो जाता है एवं द्रव अवस्था में बोतलों में प्रयोग के लिए प्रयागशाला में रखा रहता है।

सल्फर डाइऑक्साइड ज्वलनशील नहीं है परन्तु अधिक तापमान पर ऑक्सीजन से संयोग कर सल्फर ट्राइ आक्साइड बनाता है। यह दहन पोशक भी नहीं है किन्तु पोटाशियम, सोडियम, मैगनेसियम आदि उसमें जलते हैं एवं उनके ऑक्साइड तथा गन्धक मिलते हैं। सल्फर डाइऑक्साइड जल में घुल कर अस्थायी सल्फ्यूरस अम्ल, (H_2SO_3) देता है। इस घोल को गर्म करने से सल्फर डाइ ऑक्साइड गैस निकल जाता है किन्तु बन्द नली में गर्म करने से गन्धक मुक्त होता है।

सल्फर डाइऑक्साइड दाहक क्षार के साथ संयोग कर लवण बनाता है। यह प्रबल अवकारक है, अतएव पोटाशियम परमैगनेट के बैंगनी रंग के घोल को रंगहीन तथा पोटाशियम डाइक्रोमेट के नारंगी रंग के घोल को हरा कर देता है। यह क्लोरिन, ब्रोमिन तथा आयोडिन को भी अवकृत करता है। सल्फर डाइ ऑक्साइड हाइड्रोजन सल्फाइड को ऑक्सीकृत कर देता है एवं गन्धक मुक्त होता है।

जल की उपस्थिति में सल्फर डाइऑक्साइड फूल-पत्तियों के रंग को हटा कर उन्हें रंगहीन कर देता है।

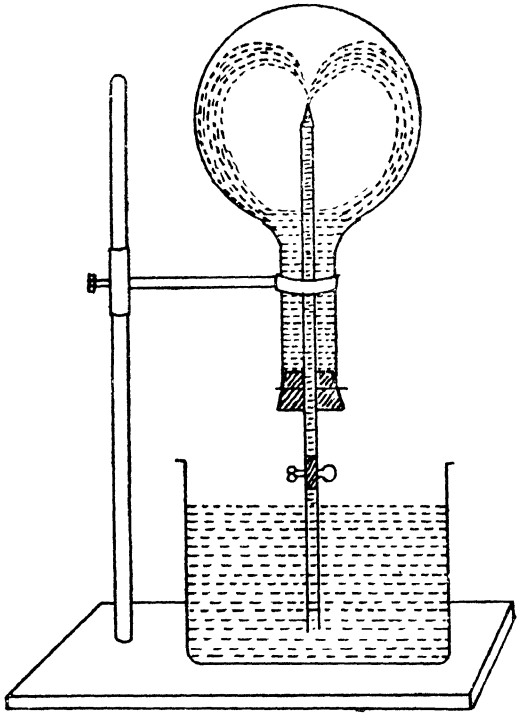
सल्फर डाइ ऑक्साइड के मुख्य गुण दर्शानेवाले प्रयोग :—

प्रयोग (१)—सल्फर डाइ ऑक्साइड से भरे गैस पात्र को जल की नाद में उलट कर उसका ढक्कन हटाएँ। जल धीरे-धीरे गैस पात्र को भर देगा। इससे साबित होता है कि गैस जल में घुलनशील है।

सल्फर डाइऑक्साइड की घुलनशीलता फौव्वारे प्रयोग से भी दिखा सकते हैं।

प्रयोग (२)—एक गोल पेंदे का फ्लास्क लें, जिसमें एक टोंटीदार नली काग द्वारा लगी हो (चित्र ५९)। फ्लास्क को गैस से भर कर काग से बन्द

कर दें। फ्लास्क को उलट कर पानी की नाद में रखें और डाट खोल कर फ्लास्क को ठंढा करें। पानी पहले धीरे-धीरे चढ़ेगा। किन्तु जब



चित्र ५६

फ्लास्क में प्रवेश कर गैस को घोल लेगा, तब पानी फौव्वारे के रूप में तेजी से चढ़ेगा।

प्रयोग (३)—एक परख नली में नीले लिटमस का घोल लें। उसमें सल्फर डाइऑक्साइड गैस बुलबुलाएँ। लिटमस का रंग लाल हो जायगा।

प्रयोग (४) विभिन्न परख नलियों में पोटाशियम परमैगनेट, पोटाशियम डाइक्रोमेट, फेरिक क्लोराइड आदि का घोल लेकर उनमें सल्फर डाइऑक्साइड गैस प्रवाहित करें। पोटाशियम परमैगनेट एवं फेरिक क्लोराइड के घोल रंगहीन तथा पोटैशियम डाइ क्रोमेट का घोल हरा हो जायगा।

प्रयोग (५)—एक गैस-पात्र को सल्फर डाइऑक्साइड गैस से भरें। उस पात्र में आर्द्र लाल ओड़हुल या लाल गुलाब का फूल डालें और कुछ देर तक छोड़ दें। फूल प्रायः रंगहीन हो जायगा।

प्रयोग (६)—एक परखनली में थोड़ा बालू लें। उस पर थोड़ा सोडियम पेरॉक्साइड रख दें और एक निकास नली द्वारा उस परख नली में सल्फर डाइऑक्साइड गैस प्रवाहित करें। सोडियम पेरॉक्साइड चमकने लगेगा। यह प्रयोग लेड पेरॉक्साइड के साथ भी किया जा सकता है।

सल्फर डाइऑक्साइड के उपयोग :—गैस के रूप में यह कीटाणु-नाशक, प्रतिकारक, अवकारक, विरंजक पदार्थ तथा व्यावसायिक रूप से सल्फर ट्राइक्साइड एवं सल्फ्यूरिक अम्ल के निर्माण के लिए प्रयुक्त होता है। यह क्लोरिन नाशक (Antichlor) जैसा भी व्यवहृत होता है।

सल्फ्यूरस अम्ल एवं सल्फाइट (Sulphurous acid and sulphites)—यह सल्फर डाइऑक्साइड का जलीय घोल है। यह एक अस्थायी अम्ल है। गर्म करने पर इससे सल्फर डाइऑक्साइड गैस निकल जाता है। किन्तु इसके लवण दृढ़ होते है। इन्हें सल्फाइट कहते हैं। सोडियम सल्फाइट एवं पोटाशियम सल्फाइट मुख्य है। अधिकतर सोडियम सल्फाइट का व्यवहार क्लोरिन-नाशक तथा कीटाणु-नाशक जैसा एवं कागज के कारखाने में होता है।

गंधकाम्ल एवं इसके लवण
(Sulphuric acid and its salts)

गंधकाम्ल या सल्फ्यूरिक अम्ल (Sulphuric acid) :—गंधकाम्ल सब अम्लों में मुख्य है तथा इसका व्यवहार प्रयोगशाला एवं औद्योगिक पदार्थों के बनाने में सबसे अधिक होता है। जिस देश में जितना अधिक गंधकाम्ल की खपत है वह देश औद्योगिक दृष्टि से उतना ही अधिक प्रगतिशील माना जाता है।

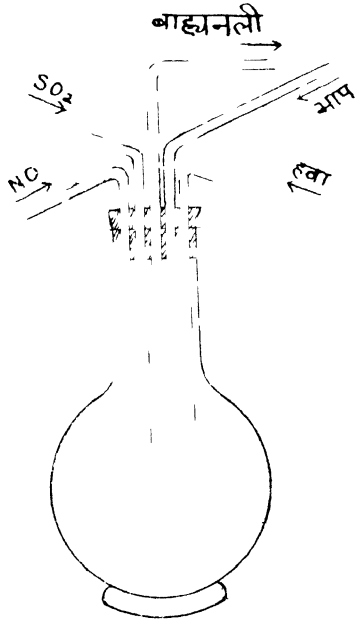
गंधकाम्ल प्राचीनकाल से ही लोगों को ज्ञात है। सर्वप्रथम यह हरे कसीस (Green vitriol) के लवण से प्राप्त हुआ अतएव इसका नाम 'ऑयल ऑफ विट्रियल' (Oil of vitriol) पड़ा। बहुत दिनों तक लोग इसे गधक और शोरे के जल की उपस्थिति में गर्म कर बनाते रहे हैं।

गंधकाम्ल बनाने की विधियाँ :—यह सल्फर ट्राइऑक्साइड को जल में घोलने से प्राप्त होता है। गंधक को स० नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म करने से भी गंधकाम्ल बनता है। आजकल प्रयोगशाला तथा व्यापारिक मात्रा में भी प्रायः दो विधियों से यह बनने लगा है। ये निम्नलिखित है—

(१) प्रकोष्ठ प्रक्रिया (Chamber process) और
(२) संपर्क प्रक्रिया (Contact process) ।
दोनो प्रक्रियाओ मे मूल सिद्धात एक से ही हैं ।

सिद्धान्त :—(१) सर्वप्रथम सल्फर डाइआक्साइड का उत्पादन ।
(२) सल्फर डाइआँक्साइड को सल्फर ट्राइआँक्साइड में बदलने के लिए आक्सीजन (हवा से) का उपयोग ।
(३) आक्सीजन वाहक (प्रकोष्ठ प्रक्रिया में नाइट्रोजन के आँक्साइड) अथवा उत्प्रेरक (संपर्क प्रक्रिया मे प्लैटिनमयुक्त ऐसबेस्टस, फेरिक आँक्साइड, मैनेडियम पेंटाँक्साइड आदि) का उपयोग ।
(४) **उपयुक्त घोलक**—प्रकोष्ठ प्रक्रिया में जलवाष्प तथा संपर्क प्रक्रिया में स० गंधकाम्ल का व्यवहार ।

प्रकोष्ठ प्रक्रिया :—प्रयोगशाला में प्रकोष्ठ प्रक्रिया द्वारा गधकाम्ल प्राप्त करने के लिए चित्र ६० में दिये गये उपकरण काम मे लाते हैं । करीब ५ ली० का एक फ्लास्क लेकर उसके अन्दर काग द्वारा पाँच नलियाँ प्रविष्ट कराते है । एक नली से नाइट्रिक आँक्साइड भेजते है, जो अन्दर जाकर हवा के सम्पर्क मे आकर नाइट्रोजन पेराक्साइड (NO_2) मे बदल जाता है और फ्लास्क लाल बादामी रंग के गैस से भर जाता है । फिर फ्लास्क के अन्दर दूसरी नली से सल्फर डाइआँक्साइड गैस भेजते हैं । वह नाइट्रोजन पेराँक्साइड के साथ प्रतिक्रिया कर सल्फर ट्राइआँक्साइड में बदल जाता है और फ्लास्क उजले धुएँ से भर जाता है । तत्पश्चात् तीसरी नली से जलवाष्प अन्दर भेजते हैं जिसमें सल्फर



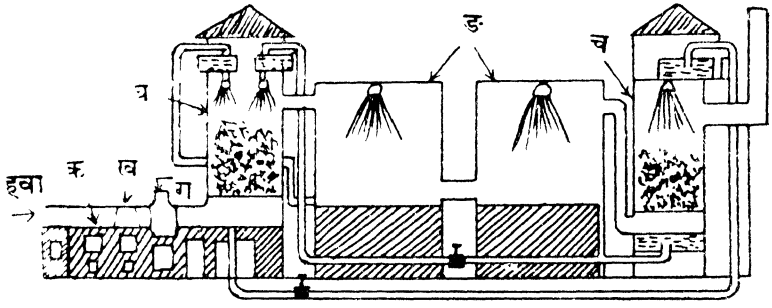
चित्र ६०

ट्राइआॅक्साइड घुलकर सल्फ्यूरिक अम्ल देता है। अब फ्लास्क के अन्दर चौथी नली से हवा भेजते हैं। पुनः फ्लास्क लाल बादामी रंग के गैस से भर जाता है। यह क्रम चक्रवत् जारी रखते हैं और फ्लास्क में गंधकाम्ल इकट्ठा होता जाता है। पाँचवी नली अवशिष्ट गैसों के बाहर निकास के लिए लगी रहती है।

फ्लास्क के अन्दर यदि जलवाष्प की पर्याप्त मात्रा न जाय तो फ्लास्क की दीवारों पर उजले रवे जम जाते हैं, जिन्हें **प्रकोष्ठ रवा** (Chamber crystal) कहते हैं।

प्रकोष्ठ प्रक्रिया से व्यापारिक मात्रा में गंधकाम्ल बनाना
(Manufacture of sulphuric acid by chamber process)

गंधक अथवा सल्फाइड को ईंट के बने चूल्हे में हवा में जलाया जाता है, जिससे सल्फर डाइआॅक्साइड गैस मिलता है। इसके साथ हवा की भी पर्याप्त मात्रा रहती है। इन चूल्हो को **गंधक अथवा पिराइटीज** के चूल्हे (Sulphur or pyrites burners) कहते है (चित्र ६१ क)।



चित्र ६१

इस प्रकार प्राप्त सल्फर डाइआॅक्साइड गैस के साथ धूल-कण या अन्य ठोस कण अशुद्धि के रूप में रहते है। अतः गैस को धूल प्रकोष्ठ (Dust chamber चित्र ६१ ख) से ले जाते हैं, जहाँ धूल-कण नीचे बैठ जाते हैं।

धूल-कण आदि से रहित सल्फर डाइआॅक्साइड और हवा का मिश्रण नाइटर पौट (Nitre pot चित्र ६१ ग) से होकर आगे जाता है। इसमें

नाइटर को गंधकाम्ल के साथ गर्म करते हैं, जिससे अधिक तापमान पर नाइट्रोजन के ऑक्साइड मिलते हैं, जिनके साथ मिलकर वह सल्फर डाइऑक्साइड ग्लोवर मीनार (Glover tower चि० ६१ घ) में प्रविष्ट होता है।

ग्लोवर मीनार अम्लाक्षय (Acid proof) पदार्थ का बना रहता है और वह फ्लीन्ट अथवा अन्य अम्लाक्षय (Acid proof) पदार्थ के छोटे-छोटे टुकड़ों से भरा रहता है। इसके शिखर पर दो हौज (reservoir) बने रहते हैं। एक में प्रकोष्ठ अम्ल (Chamber acid) तथा दूसरे में नाइट्रोजन के ऑक्साइड से युक्त गंधकाम्ल (Nitrated sulphuric acid) भरा रहता है। इन दोनों हौजों से द्रव नीचे चूता रहता है और गैसों के ऊर्द्ध प्रवाह के कारण उनसे पूर्ण संपर्क में आता है। इस मीनार के अन्दर निम्न प्रक्रियाएँ होती हैं :—

(१) सल्फर डाइऑक्साइड आंशिक रूप से सल्फ्यूरिक अम्ल में परिणत हो जाता है।

(२) प्रकोष्ठ अम्ल (तनु गन्धकाम्ल) समाहृत हो जाता है।

(३) नाइट्रोजन के ऑक्साइड युक्त गन्धकाम्ल इन गैसों से मुक्त हो जाते हैं।

(४) सीसे के प्रकोष्ठ में जाने के पहले गैस ठंढे हो जाते हैं।

ग्लोवर मीनार से निकले गैस-मिश्रण को सीसे के बने कई एक प्रकोष्ठों (Lead chambers चि० ६१ ङ) में ले जाते हैं। इन प्रकोष्ठों में जलवाष्प प्रविष्ट होता रहता है। यहीं पर मुख्यतः प्रतिक्रियाएँ होती हैं और अधिकांश गन्धकाम्ल प्राप्त होता है।

इन प्रकोष्ठों के अन्दर क्रियाएँ इस प्रकार होती हैं—

(१) सल्फर डाइऑक्साइड नाइट्रोजन पेरॉक्साइड के साथ नाइट्रिक ऑक्साइड में प्रतिक्रिया कर सल्फर ट्राइऑक्साइड में बदल जाता है तथा नाइट्रोजन पेरॉक्साइड नाइट्रिक ऑक्साइड में बदल जाता है।

(२) सल्फर ट्राइऑक्साइड जल में घुल कर सल्फ्यूरिक अम्ल देता है।

(३) नाइट्रिक ऑक्साइड पुनः हवा से ऑक्सीजन लेकर नाइट्रोजन पेरॉक्साइड में बदल जाता है।

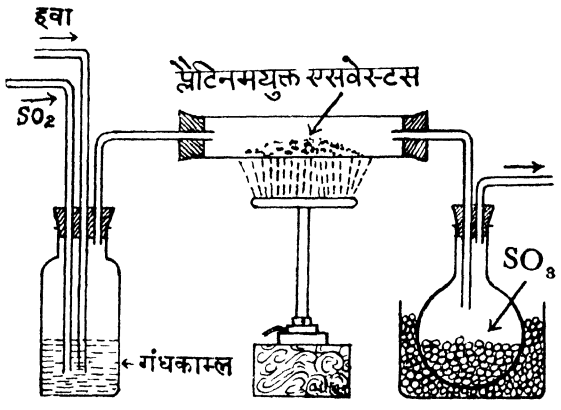
ये क्रियाएँ चक्रवत् चलती रहती हैं।

जलवाष्प की मात्रा पर्याप्त नहीं रहने पर प्रकोष्ठ की दीवारों पर प्रकोष्ठ रवे जमा हो जाते हैं।

अवशिष्ट गैस प्रकोष्ठ से निकल कर गेलूजक मीनार (Gay Lussac tower चि० ६१ च) में जाते हैं। यह मीनार भी ठीक ग्लोवर मीनार के ऐसा ही बना रहता है तथा कठोर कोयले (Hard coke) से भरा रहता है। इसके शिखर पर भी एक हौज बना रहता है, जिसमें स० गन्धकाम्ल (ग्लोवर मीनार से प्राप्त) भरा रहता है। गन्धकाम्ल मीनार में टपकता रहता है। प्रविष्ट गैसों में वर्त्तमान नाइट्रोजन के ऑक्साइड इसी अम्ल में घुल जाते हैं। इस नाइट्रोजन के ऑक्सा ड युक्त अम्ल को नाइट्रेटेड अथवा नाइट्रोसो गन्धकाम्ल (Nitrated or nitroso sulphuric acid) कहते हैं। यही अम्ल ग्लोवर मीनार के शिखर पर एक हौज में भरा रहता है। इस प्रकार नाइट्रोजन के ऑक्साइड बर्बाद नहीं होते हैं।

गंधकाम्ल का समाहरण :—प्रकोष्ठ प्रक्रिया से प्राप्त अम्ल अधिक समाहृत नहीं होता, अतः बाजार में भेजने से पहले इसे समाहृत बना लेते हैं। इसका समाहरण गेलार्ड मीनार विधि अथवा कास्केड विधि से किया जाता है।

संपर्क प्रक्रिया (Contact process)—प्रयोगशाला में संपर्क प्रक्रिया



चित्र ६२

द्वारा सल्फर ट्राइऑक्साइड या गन्धकाम्ल बनाने के लिए चि० ६२ जैसा उपकरण काम में लाते हैं।

शुद्ध एवं शुष्क सल्फरडाइआॅक्साइड और आॅक्सीजन के मिश्रण को एक काँच की दहननली से प्लैटिनम युक्त ऐसबेस्टस के ऊपर प्रवाहित करते हैं। नली का तापमान लगभग ४५०° से० रहता है। नली के दूसरे छोर पर हिम-मिश्रण में रखे हुए एक ग्राहक में सल्फर ट्राइआॅक्साइड जमा होता है। प्लैटिनम युक्त ऐसबेस्टस के समक्ष सल्फर डाइआॅक्साइड आॅक्सीजन से संयोग कर सल्फर ट्राइआॅक्साइड बनाता है, जो ग्राहक में ठोस रूप में जमा होता है।

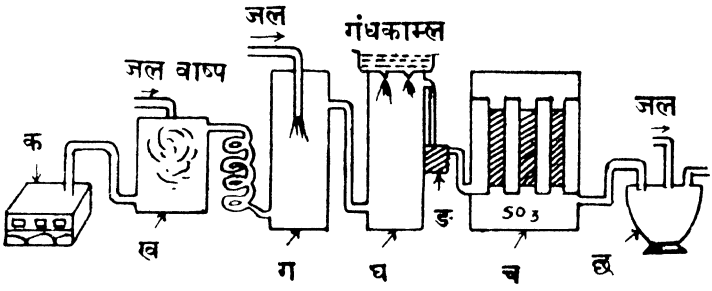
इसी सल्फर ट्राइआॅक्साइड को पानी मे घोलकर अथवा गन्धकाम्ल में घोलकर एवं तत्पश्चात् पानी से तनु कर गन्धकाम्ल बनाया जाता है। व्यापारिक मात्रा में गन्धकाम्ल तैयार करने मे यही सिद्धान्त काम में लाया जाता है।

सम्पर्क प्रक्रिया से व्यापारिक मात्रा में गन्धकाम्ल बनाना

(Manufacture of sulphuric acid by contact process)

गन्धक या लौह सल्फाइड का **पीराइटीज चूल्हे** (Pyrites burner) (चित्र ६३ क) में हवा की पर्याप्त मात्रा मे जलाते हैं, जिससे सल्फर डाइआॅक्साइड मिलता है।

इसके साथ अन्य गैस के अतिरिक्त गन्धक, धूल, आरसेनिक आॅक्साइड, आदि अशुद्धियाँ मिली रहती है। अतएव इन्हें हटाने के लिए सर्वप्रथम इन गैसों को धूल प्रकोष्ठ (Dust chamber).(चित्र ६३ ख) अथवा विद्युत अवक्षेपक



चित्र ६३

(Electrostatic precipitator) से ले जाते हैं, जहाँ धूल अथवा अन्य ठोस कण नीचे बैठ जाते है। तत्पश्चात् गैस को कई मीनार (चित्र ६३ ग) होकर ले जाते हैं जो कोयले (Coal) से भरे रहते है और जिनमें ऊपर से पानी फौव्वारे के रूप मे गिराया जाता है। इस प्रकार बहुत-सी गैसीय अशुद्धियाँ जल में घुल

जाती है। इसके बाद पुनः कोयले से भरे कुछ मीनार (चित्र ६३ घ) होकर गैस को चलाते हैं जिनमें ऊपर से स० गन्धकाम्ल गिरता रहता है और इस प्रकार गैस शुष्क हो जाता है। गैस मिश्रण की स्वच्छता टींडल जाँच प्रकोष्ट (Tyndal test box) (चित्र ६३ ङ) से प्रवाहित कर जाँची जाती है।

शुष्क एवं शुद्ध गैस-मिश्रण को ताप परिवर्त्ती होकर परिवर्त्तक (Convertor or contact furnace) (चित्र ६३ च) में ले जाते हैं जहाँ ४५०° से० पर प्लैटिनम युक्त ऐसबेस्टस (उत्प्रेरक) के समक्ष सल्फर डाइ-ऑक्साइड और आक्सीजन की प्रतिक्रिया से सल्फर ट्राइऑक्साइड बनता है। परिवर्त्तक से निकले सल्फर ट्राइऑक्साइड के ताप का उपयोग सल्फर डाइ-ऑक्साइड के गर्म करने में होता है।

तत्पश्चात् सल्फर ट्रा ऑक्साइड को लोहे के हौज (चित्र छ) में रखे स० गन्धकाम्ल में घोलते हैं। इसमें जल की उचित मात्रा मिलाकर अम्ल की शक्ति नियन्त्रित रखते हैं।

ओलियम (Oleum) :—९८-९९% गन्धकाम्ल में सल्फर ट्राइ-ऑक्साइड घोलने से जो अम्ल बनता है, उसे ओलियम कहते हैं। यह रंग, विस्फोटक इत्यादि बनाने के काम में आता है।

गन्धकाम्ल के गुण :—शुद्ध गन्धकाम्ल रंगहीन, गन्धहीन एवं तेल के समान तरल होता है। व्यापारिक गन्धकाम्ल का रंग कार्बनिक अशुद्धियों के कारण भूरा होता है। यह चमड़े के लिए अत्यन्त क्षयकारी है। यह जल के साथ अच्छी तरह मिलता है। स० गन्धकाम्ल को पानी के साथ मिलाने से अधिक ताप उत्पन्न होता है। अतः गन्धकाम्ल को तनु बनाते समय पानी में थोड़ा-थोड़ा कर अम्ल डालना चाहिए। गन्धकाम्ल में जल सोखने की इतनी प्रबल शक्ति है कि वह यौगिकों में से जल अणुओं को खींच लेता है। इसी गुण के कारण यह लकड़ी के बुरादे, कपड़े, चीनी आदि को, जल खींचकर कोयले में परिणत कर देता है। यह प्रबल निर्जली कारक (Desiccating agent) है।

तनु गन्धकाम्ल अन्य अम्लों जैसा स्वाद में खट्टा होता है और नीले लिटमस को लाल कर देता है। भस्मों के साथ इसकी प्रतिक्रिया होने से सल्फेट बनते हैं। यह मैगनेसियम, जिंक, लौह आदि धातुओं के साथ प्रतिक्रिया कर हाइड्रोजन देता है। गर्म समाहृत गन्धकाम्ल ऑक्सीकारक (Oxidising agent) है। कार्बन और सल्फर स० गन्धकाम्ल के साथ गर्म किये जाने पर

कार्बन डाइआॅक्साइड तथा सल्फर डाइआॅक्साइड देते हैं। धातु को स० गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से धातु के सल्फेट एवं सल्फर डाइआॅक्साइड मिलते हैं।

अधिक गर्म होने से अथवा गर्म झामा पत्थर पर गन्धकाम्ल को बूँद-बूँद कर गिराने से वह जल, सल्फर डाइआॅक्साइड एवं आॅक्सीजन में विच्छिन्न हो जाता है।

गन्धकाम्ल के मुख्य गुण दर्शानेवाले कुछ प्रयोग

प्रयोग (१)—एक बीकर में कुछ जल लें। एक लम्बी डण्टीवाले बल्ब में कुछ बेंजीन लें। बल्ब को बीकर में पानी के अन्दर रखें। अब धीरे-धीरे पानी में गन्धकाम्ल डालें और उसे चलायें। कुछ देर के बाद डण्टी के छोर पर जलायें। बेञ्जीन वाष्प कालिखमय लौ से जलता है। यह प्रमाणित करता है कि गन्धकाम्ल के साथ जल मिलाने से ताप उत्पन्न होता है।

प्रयोग (२)—चीनी की गाढ़ी चासनी बनायें और गर्म चासनी में ही कुछ गन्धकाम्ल डालें। चीनी के कण काले कार्बन के कण में बदल जायेंगे। यह प्रमाणित करता है कि गन्धकाम्ल प्रबल निर्जली कारक है।

प्रयोग (३)—एक बीकर में थोड़ा जस्ता लें। उसमें स० गन्धकाम्ल डालें। कोई प्रतिक्रिया नहीं होगी। अब उसमें थोड़ा पानी डालें (सावधानी)। प्रतिक्रिया तुरत होने लगेगी और हाइड्रोजन गैस के बुलबुले निकलेंगे। यह प्रमाणित करता है कि जस्ते के साथ ठंढे स० गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया नहीं होती किन्तु तनु अम्ल की प्रतिक्रिया होती है।

गन्धकाम्ल के उपयोग :—यह सबसे महत्वपूर्ण एवं उपयोगी अम्ल है। अतएव इसका उपयोग प्रयोगशाला के अतिरिक्त उद्योग-धन्धों में निम्न काम के लिए होता है।

(१) खेती के लिए खाद बनाने में।

(२) नाइट्रोग्लीसरीन, नाइट्रोसेल्युलोज, ट्राइनाइट्रो टॉल्वीन इत्यादि विस्फोटक बनाने में।

(३) पेट्रोलियम एवं अलकतरे से निकले द्रव को साफ करने में।

(४) विभिन्न प्रकार के रंग तथा रासायनिक पदार्थ बनाने में।

(५) नमकाम्ल एवं शोरे का अम्ल बनाने में।

(६) विद्युत् घट में।

(७) पेन्ट (Paint), कृत्रिम रेशम (Rayon) तथा अन्य प्रकार के सूत की तैयारी में।

सल्फेट :—ये गन्धकाम्ल के लवण हैं। धातु, धातु के ऑक्साइड, हाइड्राक्साइड कार्बोनेट आदि के साथ गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया होने से ये बनते हैं। बहुत से सल्फेट खनिज के रूप में मिलते हैं। जिप्सम (gypsum), एन हाइड्राइट (Anhydrite), किसेराइट, बेराइट (Baryte) इत्यादि। बेरियम, स्ट्राशियम एवं लेड सल्फेट को छोड़कर बाकी प्रायः सभी पानी मे घुलनशील हैं।

गन्धकाम्ल एवं सल्फेट की जाँच :—बेरियम क्लोराइड का घोल तनु गन्धकाम्ल अथवा सल्फेट के घोल के साथ बेरियम सल्फेट का श्वेत अवक्षेप देता है जो अन्य खनिज अम्ल में भी अघुलनशील है।

स्मरणार्थ

इतिहास एवं उपस्थिति :—गंधक लोगों को प्राचीन काल से ही ज्ञात था। प्राचीन काल में इसे सुल्वारि कहा जाता था। यह मुख्यतः मुक्त अवस्था में तथा सल्फाइड और सल्फेट जैसे यौगिक के रूप में मिलती है।

गंधक निकालने की विधियाँ :—(१) सिसली में प्रयुक्त विधि और (२) लूइजियाना एवं टेक्सस में प्रयुक्त फ्रांस विधि।

(१) **सिसली में प्रयुक्त विधि** :—ईंट की बनी भट्ठियों में ढालू सतह पर जमा कर इसमे ऊपर से आग लगा दिया जाता है। थोड़ी गंधक जलती है और इससे उत्पन्न गर्मी से शेष गंधक पिघल जाती है और बह कर एक गढ़ा में जमा होती है।

(२) **फ्रांस विधि** :—जहाँ गंधक जमीन के निचले सतह में पायी जाती है वहाँ यह विधि प्रयुक्त होती है। चार सकेन्द्रिय नलियाँ धरती के भीतर धँसायी जाती हैं। बाहरवाली दो नलियों से अति तप्त जल भेजा जाता है। गंधक पिघल कर पहली नली के पास जमा होती है। तब पहली नली से उच्च दबाव पर वाष्प भेजा जाता है। फलस्वरूप दूसरी नली से पिघली गंधक बाहर निकल आती है।

गंधक को शुद्ध करना :—एक लोहे के कड़ाह मे व्यापारिक गंधक को गर्म किया जाता है। गंधक पिघलकर वाष्प के रूप में परिणत हो जाती है। वाष्प को दूसरे कमरे में ले जाया जाता है। यही वाष्प जमने पर पुष्प गंधक

कहलाता है। थोड़ी देर में पिघलकर कमरे में जमा हो जाते हैं। जहाँ से एक नली द्वारा निकालकर साँचे में ठंढा किया जाता है।

गंधक के गुण :—

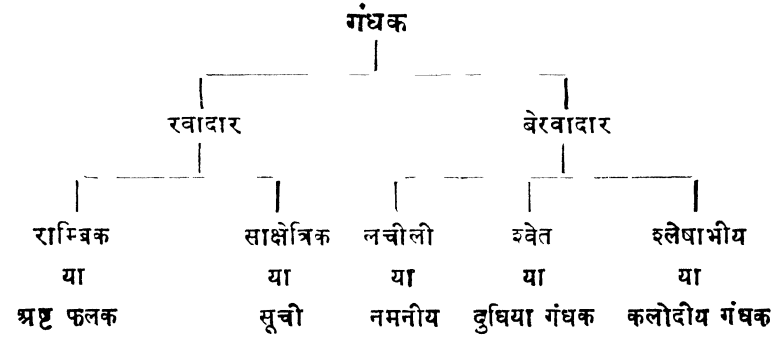
भौतिक गुण :—यह गंधहीन एवं स्वादहीन पीत वर्ण का ठोस पदार्थ है। यह जल में अघुलनशील, परन्तु कार्बन डायसल्फाइड में पूर्णतः घुलनशील होता है। यह ताप एवं विद्युत का कुचालक होता है।

गंधक पर ताप का प्रभाव :—गर्म करने पर पीले द्रव के रूप में पिघलती है फिर अधिक गाढ़ा हो जाती है। अधिक तापमान पर काले लसादार ठोस में परिणत हो जाती है। फिर काले द्रव में पिघलती है और ४४०° से० पर उबलने लगती है।

रासायनिक गुण :—शुष्क हवा का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। हवा में नीले रंग की लौ से जलती है और सल्फर डाइआक्साइड बनाती है। स्वर्ण तथा प्लैटिनम के अतिरिक्त सभी धातुओं से संयोग कर सल्फाइड बनाती है। क्षार के साथ उबालने से धातु के सल्फाइड एवं थायोसल्फेट बनते हैं। गंधक को सान्द्र गधकाम्ल के साथ उबालने से सल्फर डाइआक्साइड एवं सान्द्र नाइट्रिक अम्ल के साथ उबालने से गंधकाम्ल बनता है।

गंधक के उपयोग :—इससे सल्फर डाइआक्साइड एवं गंधकाम्ल बनाया जाता है। इसका प्रयोग बारूद, दियासलाई एवं कार्बन डाइसल्फाइड बनाने में होता है। यह दवा तथा कीटाणुओं के मारने में काम आती है। औद्योगिक रसायन में भी यह काम आती है।

गंधक के विभिन्न रूपान्तर :—



गंधक के विभिन्न रूपान्तरों में एक ही तत्व है :—गंधक के विभिन्न रूपान्तर के एक निश्चित भार को जलाने से प्रत्येक दशा में सल्फर डाई-ऑक्साइड बनता है और इसका भार एक ही होता है, जो गंधक के भार का दुगुना होता है।

हाइड्रोजन सल्फाइड

उपस्थिति :—यह ज्वालामुखी पहाड़ों से निकले गैस में तथा कुछ जल स्रोतों में पाया जाता है। जब अंडा हवा की अनुपस्थिति में छिलके के अन्दर सड़ता है तो हाइड्रोजन सल्फाइड बनता है।

बनाने की विधियाँ :—(१) हाइड्रोजन और गंधक वाष्प के मिश्रण को गर्म नली होकर झामा पत्थर पर चलाने से हाइड्रोजन सल्फाइड बनता है।

(२) प्रयोगशाला में आयरन सल्फाइड और तनु नमकाम्ल या तनु गंधकाम्ल के साथ प्रतिक्रिया कराने से यह प्राप्त होता है।

(३) विशुद्ध हाइड्रोजन सल्फाइड एन्टीमनी सल्फाइड एवं सान्द्र नमकाम्ल को गरम करने से मिलता है।

गुण :—यह रंगहीन, जहरीला एवं हवा से भारी गैस है। इसकी गंध सड़े अण्डे के समान होती है। यह प्रबल अवकारक है और बहुत-से धातुओं को उनके घोल से सल्फाइड के रूप मे प्रक्षिप्त करता है।

उपयोग :—इसका उपयोग रासायनिक विश्लेषण में होता है।

सल्फर डाइऑक्साइड

इतिहास एवं उपस्थिति :—यह प्राचीन काल से ज्ञात था। सर्वप्रथम प्रिस्टले ने १७७० ई० में इसे बनाया। बाद में लव्वाजिये ने इसे गंधक को हवा की उपस्थिति में जलाकर बनाया और इसका नाम सल्फर डाइऑक्साइड रखा।

यह ज्वालामुखी पर्वत से निकले गैस में, औद्योगिक शहरों की हवा में तथा कुछ झरनों के जल में पाया जाता है।

गैस बनाने की विधियाँ :—(१) यह गंधक को हवा मे जलाकर बनाया जाता है।

(२) पोटाशियम, सोडियम और बेरियम के अतिरिक्त अन्य धातुओं के सल्फाइट तथा धातुओं के बाइसल्फाइट को गरम करने से यह मिलता है।

(३) धातुओं के सल्फाइट तथा बाइसल्फाइट पर तनु अम्ल की प्रतिक्रिया से यह गैस बनता है।

(४) कार्बन, गंधक तथा किसी धातु को सान्द्र गंधकाम्ल के साथ गरम करने से यह गैस बनता है।

प्रयोगशाला में यह गैस ताम्र-छीलन और सान्द्र गंधकाम्ल को गरम करने से मिलता है।

प्रयोग :—एक गोल पेंदेवाले फ्लास्क में ताम्र-छीलन लिया जाता है। थिस्लटोप के सहारे इतना गंधकाम्ल डाला जाता है कि ताम्र-छीलन ढक जाय। इसे धीरे-धीरे गरम किया जाता है। निकले गैस को गैस-घट में जमा किया जाता है।

शुद्ध गैस प्राप्त करने के लिए इसे गंधकाम्ल के बोतल से चलाकर पारद पर इकट्ठा किया जाता है।

तुतिया प्राप्त करना :— ऊपर के प्रयोग में प्राप्त घोल को ठंढा होने दिया जाता है। इसके बाद अम्ल को निथार कर अलग कर दिया जाता है और कीचड़ जैसे पदार्थ को पानी में डाल दिया जाता है। इसी जलीय घोल से रवाकरण विधि द्वारा तुतिया का रवा प्राप्त होता है।

सल्फर डाइऑक्साइड के गुण :—यह रंगहीन, दम-घोटनेवाला, हवा से भारी और जल में घुलनशील होता है। यह जलती सींठी को बुझा देता है। जल में घुलकर सल्फ्यूरस अम्ल बनाता है।

यह दाहक क्षार के साथ लवण बनाता है और पोटाशियम परमैगनेट के बैंगनी रंग के घोल को रंगहीन तथा पोटाशियम डायक्रोमेट के नारंगी घोल को हरा बनाता है। यह क्लोरीन, ब्रोमीन और आयोडीन को अवकृत करता है परन्तु हाइड्रोजन सल्फाइड को ऑक्सीकृत करता है। यह फूलों के रंग को अस्थायी रूप से विरंजित करता है।

उपयोग :—यह कीटाणुनाशक, प्रतिकारक, अवकारक, विरंजक पदार्थ जैसा एवं गंधकाम्ल बनाने में प्रयुक्त होता है।

सल्फ्यूरस अम्ल एवं सल्फाइट :—सल्फ्यूरस अम्ल सल्फर डाइऑक्साइड का जलीय घोल है। इस घोल को उबाल देने से गैस निकल जाता है और जल बचता है। यह अस्थायी अम्ल है, परन्तु स्थायी लवण बनाता है जिसे

सल्फाइट कहते हैं। सोडियम और पोटाशियम के लवण मुख्य है। सोडियम और पोटाशियम सल्फाइट क्लोरिननाशक के काम आता है।

गंधकाम्ल या सल्फ्यूरिक अम्ल

यह प्राचीनकाल से ही लोगों को ज्ञात था। सर्वप्रथम यह हरा कसीस के श्रवण से प्राप्त हुआ था, अतः इसका नाम "ऑयल ऑफ विट्रियॉल" पड़ा।

बनाने की विधियाँ :—यह सल्फर ट्राइऑक्साइड को जल में घोलने से प्राप्त होता है। प्रयोगशाला तथा व्यापारिक मात्रा में यह प्रायः दो विधियों से प्राप्त होता है।

(१) प्रकोष्ठ प्रक्रिया, और

(२) सम्पर्क प्रक्रिया।

दोनो प्रक्रियाओं में मूल सिद्धान्त एक ही है।

सिद्धान्त :—(१) सर्वप्रथम गंधक से सल्फर डाइऑक्साइड का उत्पादन।

(२) सल्फर डाइऑक्साइड को ऑक्सीकृत कर सल्फर ट्राइऑक्साइड में बदलना।

(३) प्राप्त सल्फर ट्राइऑक्साइड को उपयुक्त घोलक में घुलाकर गंधकाम्ल प्राप्त करना।

प्रकोष्ठ प्रक्रिया (Chamber process) :—गंधक को जलाकर सल्फर डाइऑक्साइड बनाया जाता है। सल्फर डाइऑक्साइड को हवा के ऑक्सीजन से नाइट्रोजन के ऑक्साइड की उपस्थिति में ऑक्सीकृत कर सल्फर ट्राइऑक्साइड में बदला जाता है। फिर सल्फर ट्राइऑक्साइड को जल में घुलाकर तनु गन्धकाम्ल बनाया जाता है। इससे सान्द्र गंधकाम्ल प्राप्त किया जाता है।

सम्पर्क प्रक्रिया (Contact process) :—गंधक को जलाकर सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनाया जाता है। फिर इसे हवा के ऑक्सीजन से गर्म प्लैटिनम युक्त ऐसबेसटस (जो उत्प्रेरक के रूप में काम मे लाया जाता है) की उपस्थिति में ऑक्सीकृत कर सल्फर ट्राइऑक्साइड में बदला जाता है। प्राप्त सल्फर ट्राइऑक्साइड को सान्द्र गंधकाम्ल में घुलाया जाता है। इस घोल को ओलियम कहते है। ओलियम में उचित मात्रा में जल मिलाकर सान्द्र गंधकाम्ल प्राप्त किया जाता है।

गुण :—शुद्ध गन्धकाम्ल रंगहीन, गन्धहीन एवं तेल के समान तरल होता है। जल के साथ मिलाने से अत्यन्त ताप उत्पन्न होता है। इसमें जल

खींचने की शक्ति इतनी प्रबल है कि वह यौगिकों में से जल के अणुओं को खींच लेता है। यही कारण है कि लकड़ी का बुरादा, कपड़ा, चीनी आदि से जल खींचकर इन्हें कोयला में परिणत कर देता है। यह प्रबल निर्जलोकारक है। यह स्वाद में खट्टा है और नीला लिटमस को लाल करता है। तनु गन्धकाम्ल मैगनेसियम, जिंक आदि के साथ प्रतिक्रिया कर हाइड्रोजन देता है। धातु को सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ गरम करने पर धातु का सल्फेट या सल्फर डाइऑक्साइड गैस बनता है। सान्द्र गन्धकाम्ल ऑक्सीकारक के रूप में भी प्रयुक्त होता है।

अभ्यास

१. गन्धक प्रकृति में किस तरह मिलती है?

1. How does sulphur occur in nature?

२. गन्धक-उत्पादन की विधियों का वर्णन करें।

2. Describe the methods for the recovery of sulphur.

३. कच्ची गन्धक किस तरह शुद्ध की जाती है?

3. How is raw sulphur purified?

४. गन्धक के विभिन्न रूपान्तर कौन-कौन हैं? वे एक दूसरे में किस तरह परिणत हो सकते हैं?

4. What are different allotropic modifications of sulphur? How can they be converted into each other?

५. अष्टफलक एवं शुच्याकार गन्धक किस तरह प्राप्त की जाती हैं? इनके मुख्य गुणों का उल्लेख करें।

5. How are rhombic and prismatic sulphur obtained? Mention their important properties.

६. गन्धक के गुणों का उल्लेख करें।

6. Mention the important properties of sulphur.

७. हाइड्रोजन सल्फाइड की प्रयोगशाला-विधि का वर्णन करें।

7. Describe the laboratory method of preparation of Hydrogen Sulphide.

८. हाइड्रोजन सल्फाइड के मुख्य गुणों का उल्लेख करें।

8 Mention the important properties of Hydrogen Sulphide.

९. रासायनिक विश्लेषण में हाइड्रोजन सल्फाइड का क्या महत्त्व है ? उदाहरण सहित समझाइए।

9. What is the importance of hydrogen sulphide in chemical analysis ? Explain with examples.

१०. प्रयोगशाला में सल्फर डाइऑक्साइड किस तरह तैयार होता है ? इसके मुख्य गुणों का उल्लेख करें।

10. How is sulphur dioxide prepared in the laboratory ? Mention its important properties.

११. उपरोक्त प्रयोग में बचे हुए द्रव से किस तरह तूतिया प्राप्त कीजिएगा ?

11. How will you recover copper sulphate crystals from the residual liquid in the above experiment ?

१२. किस तरह दर्शायेंगे कि सल्फर डाइऑक्साइड (क) विरंजक पदार्थ है एवं (ख) अवकारक पदार्थ है ?

12. How will you demonstrate that sulphur dioxide is (a) bleaching agent and (b) reducing agent ?

१३. सल्फर डाइऑक्साइड को सल्फर ट्राइऑक्साइड में किस तरह परिणत किया जाता है ?

13. How is sulphur dioxide converted into sulphur trioxide ?

१४. गन्धकाम्ल क्या है ? इसका क्या महत्त्व है ?

14. What is sulphuric acid ? What is its importance ?

१५. प्रकोष्ठ विधि से गंधकाम्ल किस तरह तैयार होता है ? इस विधि में नाइट्रस धूम्र का क्या प्रयोजन है ?

15. How is sulphuric acid prepared by chamber process ? What is the use of nitrous fumes in this process.

१६. सम्पर्क प्रक्रिया से गधकाम्ल बनाने की विधि का वर्णन करें।

16. Describe the method of preparation of sulphuric acid by contact process.

१७. प्लैटिनम युक्त एसबेस्टस क्या है ? यह किस तरह बनाया जाता है ?

17. What is platinised asbestos ? How is it prepared ?

१८. गन्धकाम्ल के मुख्य गुणों को दर्शाने के लिए उपयुक्त प्रयोगों का वर्णन करें।

18. Describe suitable experiments to demonstrate the important properties of sulphur.

१८. गन्धकाम्ल (क) जल आकर्षक एवं (ख) आक्सीकारक है। इस तथ्य की पुष्टि किस तरह कीजिएगा ?

19. Sulphuric acid is (a) hygroscopic and (b) oxidising agent. How will you substantiate this statement ?

२०. गन्धकाम्ल में कौन-कौन तत्व वर्त्तमान हैं ? उन्हें गन्धकाम्ल से किस तरह प्राप्त कीजिएगा ?

20. What elements are present in sulphuric acid ? How will you obtain them from sulphuric acid.

२१. सल्फेट क्या है ? कुछ मुख्य सल्फेटों का नाम देकर उन्हें बनाने की विधियों का वर्णन करें।

21. What is a sulphate ? Give names of a few of them and describe methods for their preparation.

२२. गन्धकाम्ल के उपयोग कौन-कौन हैं ?

22, What are the uses of sulphuric acid ?

२३. औद्योगिक दृष्टिकोण से गन्धकाम्ल के महत्त्व पर एक संक्षिप्त निबन्ध लिखें।

23. Write a short essay on the industrial importance of sulphuric acid.

पन्द्रहवाँ अध्याय

क्लोरिन तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
(Chlorine and Hydrochloric acid)

क्लोरिन (Chlorine) :—यह हैलोजन (Halogen) परिवार का प्रमुख सदस्य है। यह स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलता किन्तु यौगिक के रूप में प्रचुर मात्रा में मिलता है। अस्तबलों, नालियों अथवा कुओं आदि में छिड़के गये विरंजक चूर्ण के गन्ध से आप परिचित होंगे। इसका गन्ध उसमें से निकले क्लोरिन का गन्ध है। दवा के रूप में व्यवहृत इ० सी० (E. C., Eletrolytic chlorine water) का गन्ध भी क्लोरिन के कारण ही है। यह क्लोरिन का घोल है। क्लोरिन संयुक्तावस्था में साधारण नमक के रूप में मिलता है।

प्रयोगशाला में क्लोरिन गैस बनाना :—प्रयोगशाला में क्लोरिन गैस साधारण नमक और मैंगनिज डाइआॅक्साइड के मिश्रण को समाहृत गन्धकाम्ल के साथ गर्म कर बनाया जाता है। इसके लिए भी सल्फर डाइआॅक्साइड गैस बनाने के लिए प्रयुक्त उपकरण जैसे उपकरण काम में लाते हैं। कभी-कभी समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को मैंगनिज डाइआॅक्साइड के साथ गर्म कर क्लोरिन बनाया जाता है।

उपरोक्त विधियों से प्राप्त क्लोरिन के साथ हाइड्रोजन क्लोराइड गैस भी मिला रहता है। अतएव उसे शुद्ध अवस्था में प्राप्त करने के लिए पहले उसे जल से प्रवाहित कर पुनः समाहृत गन्धकाम्ल से प्रवाहित करते हैं। तत्पश्चात् उसे गैस-घट में जमा करते हैं।

क्लोरिन के गुण :—यह हरा-पीला गैस है। इसका गन्ध तीखा होता है। यह जल में घुलनशील है। यह धातुओं के साथ प्रतिक्रिया कर

क्लोराइड बनाता है। क्षार के साथ भी इसकी प्रतिक्रिया से लवण बनते हैं। यह विरंजक पदार्थ (Bleaching agent) है अतः फूल या रंगीन वस्त्रों के रंग को उड़ा देता है। यह कीटाणुनाशक (germ killer) है। यह प्रबल ऑक्सीकारक है। प्रकाश में हाइड्रोजन के साथ इसकी तीव्र प्रतिक्रिया होती है और हाइड्रोजन क्लोराइड बनता है।

क्लोरिन का उपयोग :—क्लोरिन का उपयोग निम्नलिखित कामों के लिए होता है।

(१) प्रयोगशाला में क्लोरिन जल (Chlorine water) के रूप में।

(२) दवा के लिए इ० सी० के रूप में।

(३) विरंजक चूर्ण बनाने के लिए।

(४) विभिन्न प्रकार के क्लोराइड बनाने के लिए।

(५) विषैले गैस की तैयारी में।

इ० सी० :—यह विद्युत् विच्छेदन द्वारा प्राप्त क्लोरिन जल है। यह कीटाणुनाशक के जैसा व्यवहृत होता है।

विरंजक चूर्ण :—यह चूर्ण चूने और क्लोरिन का यौगिक है। यह भरकी चूने पर क्लोरिन गैस प्रवाहित करने से प्राप्त होता है। यह स्वेत चूर्ण है तथा जल में अल्प घुलनशील है। इसमें क्लोरिन का गन्ध रहता है तथा तनु अम्ल से प्रतिक्रिया होने से क्लोरिन प्राप्त होता है। यह कीटाणुनाशक है। यह क्लोरिन बनाने, रंग उड़ाने तथा कीटाणुनाशक आदि के लिए उपयुक्त होता है।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल :—यह हाइड्रोजन और क्लोरिन का यौगिक है। यह प्रकृति में स्वतंत्ररूप में नहीं मिलता, परन्तु हमारे शरीर में अमाशय में पाचन रस (Gastric juice) के रूप में मिलता है। इसी के सहारे भोजन पचता है। सर्वप्रथम ग्लॉबर (Glauber) ने इसे साधारण नमक और गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से प्राप्त किया और इसका नाम म्यूरियाटिक अम्ल (Muriatic acid) रखा। सोडियम क्लोराइड, पोटाशियम क्लोराइड, मैगनेसियम क्लोराइड इत्यादि इसके यौगिक प्रकृति में प्रचुर मात्रा में मिलते हैं।

हाइड्रोजन क्लोराइड गैस बनाना :—हाइड्रोजन क्लोराइड गैस हाइड्रोजन और क्लोरिन के संयोग से बनता है। यह किसी भी धातु के क्लोराइड

को समाहृत गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से प्राप्त होता है। साधारणतः एवं प्रयोगशाला में इसे साधारण नमक को गन्धकाम्ल के साथ गर्म कर तैयार किया जाता है।

व्यापारिक मात्रा में यह घोल के रूप में हाइड्रोजन को क्लोरिन में जलाकर तत्पश्चात् उसे पानी में घोलकर तथा लेब्लाक विधि से वासिग सोडा प्राप्त करने के क्रम में उपफल (Bye product) जैसा प्राप्त होता है।

प्रयोगशाला में हाइड्रोजन क्लोराइड बनाना :—प्रयोगशाला में यह गैस के रूप में साधारण नमक को साद्र गन्धकाम्ल के साथ गर्म कर तैयार किया जाता है।

प्रयोग :—इसके लिए चि० ५८ जैसा उपकरण प्रस्तुत करें। फ्लास्क में साधारण नमक लें और उसमें थोड़ा पानी डाल दें। तत्पश्चात् उसमें समाहृत गन्धकाम्ल डालें ताकि थिस्ल टीप का छोर द्रव में डूबा रहे। अब फ्लास्क को पहले मन्द आँच से तत्पश्चात् तेज आँच से गर्म करें। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस उजले धुएँ के रूप में प्राप्त होगा जो निकास नली से होकर गैस-घट में जमा होगा। यह जल वाष्प के कारण उजले धुएँ के रूप में निकलता है।

शुष्क अवस्था मे गैस प्राप्त करने के लिए इसे गैस-घट में जमा करने के पहले समाहृत गन्धकाम्ल से प्रवाहित किया जाता है।

प्रयोगशाला में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तैयार करना :—प्रयोगशाला में बनाये हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को सावधानी के साथ पानी में घोलने से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बनता है।

प्रयोग :—चित्र ५८ में दिये जैसे उपकरण को ही काम में लायें। निकास नली के छोर पर एक थीस्ल टीप या कोणीय टीप लगा दें। एक बीकर में कुछ स्रावित जल ले लें और गैस-घट के स्थान पर उसे रखें। थीस्ल टीप या कोणीय टीप का छोर पानी की सतह को छूता रहे, उसमें डूबे नहीं। फ्लास्क को गर्म करें। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस निकलेगा जो जल में घुलता जायगा। गैस तबतक घुलेगा जबतक जल उससे संतृप्त न हो जाय। नीला लिटमस पत्र बीकर में पानी की सतह के ऊपर रखने से यदि लाल हो जाय तो समझें कि अब गैस पानी में नहीं घुल रहा है, अतएव घोल संतृप्त हो गया।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के गुण :—हाइड्रोजन क्लोराइड का जलीय घोल हाइड्रोक्लोरिक अम्ल कहलाता है। अतएव इनके रासायनिक गुण प्रायः

एक ही हैं। हाइड्रोजन क्लोराइड रंगहीन, तीक्ष्ण गंधवाला गैस है जो आर्द्र हवा में धुआँ आता है। यह पानी में अति घुलनशील है (फौव्वारा प्रयोग चित्र ५९)। यह नीले लिटमस को लाल कर देता है।

इसके निम्नलिखित रासायनिक गुण हैं :—

(१) यह सोडियम हाइड्रॉक्साइड, पोटाशियम हाइड्रॉक्साइड आदि से प्रतिक्रिया कर क्लोराइड बनाता है।

(२) यह अमोनिया से प्रतिक्रिया कर अमोनियम क्लोराइड का उजला धुआँ उत्पन्न करता है (चित्र ४८)।

(३) इसके घोल में सिल्वर नाइट्रेट का घोल डालने से सिल्वर क्लोराइड का श्वेत अवक्षेप प्राप्त होता है। वह नाइट्रिक अम्ल में अघुलनशील किन्तु अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में घुलनशील है। क्लोराइड की यह सूक्ष्म पहचान है।

(४) धातुओं के साथ प्रतिक्रिया होने से धातु के क्लोराइड एवं हाइड्रोजन मिलते हैं।

(५) कार्बोनेट पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालने से बुदबुदाहट के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलता है और धातु का क्लोराइड मिलता है।

(६) इस समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में विद्युत धारा प्रवाहित करने से हाइड्रोजन और क्लोरिन मिलते है।

(७) समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को मैंगनीज डाइऑक्साइड, पोटाशियम परमैंगनेट आदि के साथ गर्म करने से क्लोरिन मिलता है।

(८) साधारण नमक के संतृप्त घोल में हाइड्रोजन क्लोराइड गैस प्रवाहित करने से शुद्ध नमक के रवे प्राप्त होते हैं।

(९) समाहृत हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं नाइट्रिक अम्ल के (आयतन के विचार से ३ और १ के अनुपात में) मिश्रण को अम्लराज (Aqua regia) कहते हैं। इसमें प्रायः सभी धातुएँ घुलती हैं।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के उपयोग :—यह गैस एवं घोल दोनों ही अवस्था में प्रयोगशाला में प्रतिकारक के रूप में उपयुक्त होता हे। यह व्यवसाय में भी अधिक काम आता है। जैसे कपड़े, चमड़े, रंग के कारखाने, छपाई आदि के उद्योग में इसका अधिक उपयोग होता है। अम्लराज के रूप में इसका अधिक उपयोग होता है। रासायनिक विश्लेषण तथा रासायनिक यौगिक के निर्माण के लिए यह बहत ही महत्वपूर्ण है।

स्मरणार्थ

क्लोरिन :—यह हैलोजन परिवार का एक प्रमुख सदस्य है। यह स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलता, किन्तु यौगिक के रूप में अधिक मिलता है।

क्लोरिन गैस बनाना :—क्लोरिन गैस किसी भी क्लोराइड को मैगनिज डाइऑक्साइड और गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से बनता है। यह क्लोराइड के तरल अवस्था या घोल के रूप में विद्युत-विच्छेदन से प्राप्त होता है। बहुत-से क्लोराइड को केवल अधिक तापमान तक गर्म करने से भी क्लोरिन प्राप्त होता है।

साधारणतः प्रयोगशाला में क्लोरिन गैस साधारण नमक और मैगनिज डाइऑक्साइड के मिश्रण को गंधकाम्ल के साथ गर्म कर बनाया जाता है अथवा समाहृत हाइड्रोजन क्लोराइड को मैगनिज डाइऑक्साइड के साथ गर्म कर बनाया जाता है।

शुद्ध क्लोरिन प्राप्त करने के लिए प्रयोगशाला में बनाये गैस को पहले जल से और बाद में स० गन्धकाम्ल से प्रवाहित करते है।

क्लोरिन के गुण :—यह हरा-पीला रंग का जलन पैदा करनेवाला गैस है। यह पानी में घुलनशील है। क्षार में अधिक घुलता है। यह धातु से संयोग कर क्लोराइड बनाता है। हाइड्रोजन के साथ तीव्र प्रकाश में संयोग होने से हाइड्रोजन क्लोराइड बनता है। यह तीव्र ऑक्सीकारक एवं विरंजक पदार्थ है। यह कीटाणु-नाशक है।

क्लोरिन के उपयोग :—यह प्रतिकारक विरजक पदार्थ एवं ऑक्सीकारक जैसा उपयुक्त होता है। उद्योग-धन्धों में इसका उपयोग पर्याप्त मात्रा में होता है। विरंजक चूर्ण बनाने में यह अधिक काम आता है।

इ० सी० :—यह विद्युत-विच्छेदन विधि से प्राप्त क्लोरिन का जलीय घोल है। यह दवा के काम आता है।

विरंजक चूर्ण :—यह चूने पर क्लोरिन की प्रतिक्रिया से प्राप्त होता है। यह श्वेत चूर्ण है तथा इसमें ऑक्सीकारक एवं विरंजक गुण हैं। यह रंग उड़ाने के लिए, क्लोरिन बनाने के लिए तथा कीटाणु-नाशक के रूप में व्यवहृत होता है।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल :—यह हाइड्रोजन क्लोराइड का जलीय घोल है। हाइड्रोजन क्लोराइड हाइड्रोजन और क्लोरिन का यौगिक है। यह प्रकृति में स्वतन्त्र रूप में नही मिलता। यह अमाशय में पाचन-रस जैसा रहता है। प्रकृति में यह विभिन्न क्लोराइड के रूप में मिलता है। ग्लॉबर (Glauber) ने सर्वप्रथम इसको तैयार किया और इसका नाम म्युरियाटिक अम्ल (Muriatic acid) रखा।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बनाना :—यह गैस के रूप में हाइड्रोजन और क्लोरिन के संयोग से अथवा किसी भी क्लोराइड को स० गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से प्राप्त होता है। साधारणतः प्रयोगशाला में इसे साधारण नमक और गंधकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनाया जाता है। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस को पानी में घोलने से हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्राप्त होता है।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के गुण :—हाइड्रोक्लोरिक अम्ल या हाइड्रोजन क्लोराइड के निम्नलिखित गुण हैं।

(१) यह रंगहीन तीक्ष्ण गंधवाला गैस है।

(२) यह आर्द्र हवा मे धुँआता है।

(३) यह पानी में अति घुलनशील है।

(४) यह नीले लिटमस को लाल कर देता है।

(५) यह अमोनिया के साथ अमोनियम क्लोराइड का उजला धुँआ उत्पन्न करता है।

(६) यह क्षार के साथ प्रतिक्रिया कर लवण बनाता है।

(७) यह साधारण नमक के संतृप्त घोल से शुद्ध नमक के रवे प्रक्षिप्त करता है।

(८) यह सिल्वर नाइट्रेट के घोल के साथ सिल्वर क्लोराइड का श्वेत अवक्षेप देता है।

(९) कार्बोनेट के साथ प्रतिक्रिया कर कार्बन डाइऑक्साइड देता है।

(१०) इसे मैगनिज डाइऑक्साइड, परमैगनेट आदि के साथ गर्म करने से क्लोरिन मिलता है।

(११) यह स० नाइट्रिक अम्ल के साथ अम्लराज बनाता है।

अम्लराज :—यह स० हाइड्रोक्लोरिक अम्ल और स० नाइट्रिक अम्ल का ३:१ के अनुपात में मिश्रण है। इसमें सभी धातुएँ घुलती हैं।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का उपयोग :—

(१) यह रासायनिक प्रतिकारक जैसा प्रयुक्त होता है।

(२) यह घोलक के रूप में काम आता है।

(३) यह क्लोरिन गैस, क्लोराइड आदि बनाने के काम में आता है।

(४) उद्योग-धन्धों में भी इसका व्यवहार होता है।

(५) रासायनिक विश्लेषण में इसका अधिक महत्त्व है।

(६) यह अम्लराज के रूप में अधिक प्रयुक्त होता है।

अभ्यास

१. क्लोरिन प्रकृति में किस अवस्था में मिलता है? इसे हैलोजन क्यों कहते हैं?

1. How does chlorine occur in nature? Why is it called halogen?

२. क्लोरिन गैस बनाने की प्रयोगशाला-विधि का वर्णन करें। क्लोरिन जल किस प्रकार तैयार करेंगे?

2. Describe the laboratory method for the preparation of chlorine. How will you prepare chlorine water?

३. यह दिखलाने के लिए कि—

(क) क्लोरिन को हाइड्रोजन के लिए बहुत खिचाव है।

(ख) यह एक ऑक्सीकारक है तथा

(ग) यह विरंजक पदार्थ है, प्रयोगों का वर्णन करें।

3. Describe experiments to demonstrate that—

(a) chlorine has great affinity for hydrogen,

(b) it is an oxidising agent,

(c) it is a bleaching agent.

४. क्लोरिन के (क) प्रयोगशाला तथा (ख) व्यापारिक मात्रा में कौन-कौन उपयोग हैं?

4. What are the uses of chlorine—

(a) In the laboratory,

(b) On industrial scale.

५. विरंजक चूर्ण क्या है? यह किस तरह तैयार किया जाता है? इसके मुख्य उपयोगों का उल्लेख करें।

5. What is bleaching powder ? How is it prepared. Mention its important uses.

६. ब्ली० सी० क्या है ? यह किस तरह प्राप्त होता है ? इसके उपयोग कौन-कौन हैं ?

6. What is E. C. ? How is it obtained ? What are its uses ?

७. सुन्दर चित्र सहित हाइड्रोक्लोरिक अम्ल गैस बनाने की विधि का वर्णन करें । इसके मुख्य गुण कौन-कौन हैं ?

7. Describe with a neat diagram the preparation of hydrochloric acid gas. What are its chief properties ?

८. लौह, अमोनिया, सिल्वर नाइट्रेट तथा लिटमस के साथ हाइड्रोजन क्लोराइड की प्रतिक्रिया कराने से क्या मिलता है ?

8. What happens when hydrogen chloride is treated with iron, ammonia, silver nitrate and litmus ?

९. यह साबित करने के लिए कि—

(क) हाइड्रोजन क्लोराइड जल में अधिक घुलनशील है,

(ख) यह हाइड्रोजन और क्लोरिक का एक यौगिक है, तथा

(ग) इस गैस को लौह के ऊपर प्रवाहित करने से हाइड्रोजन मिलता है, प्रयोगों का वर्णन करें ।

9. Describe experiments to show that :—

(a) Hydrogen chloride is highly soluble in water,

(b) This gas is a compound of hydrogen and chlorine and

(c) Hydrogen is formed when this gas is passed over heated iron ?

१०. म्यूरियाटिक अम्ल क्या है ? किस प्रकार यह दिखलाया जा सकता है कि यह एक तत्व नहीं बल्कि यौगिक है ?

10. What is muriatic acid ? How can it be shown that it is not an element but a compound ?

सोलहवाँ अध्याय

धातु एवं धातुकर्म
(Metals and Metallurgy)

यह बताया जा चुका है कि तत्व दो प्रकार के होते हैं (१) धातु और (२) अधातु। प्राचीन काल से लोगों को मुख्यत: सात धातु तत्व ज्ञात थे, जैसे—सोना, चाँदी, ताँबा, लोहा, राँगा और सीसा, जिनके नाम पर ग्रहों के नाम पड़े हैं।

कुछ धातु प्रकृति में मुक्तावस्था (Free or native state) में मिलते हैं और कुछ धातु अन्य अधातुओं के साथ मिले हुए यौगिक के रूप में पृथ्वी-तल पर या खानों में मिलते हैं। ताँबा, पारा, चाँदी, सोना, प्लैटिनम आदि स्वतन्त्र रूप में मिलते हैं। अन्य धातु प्रायः यौगिक के रूप में पाये जाते हैं।

खनिज एवं अयस्क (Minerals and Ores) :—धातुओं के वे यौगिक जो प्रकृति में मिलते हैं **खनिज** (Mineral) कहलाते हैं तथा जो खनिज **धातुकर्म** (Metallurgy) में उपयुक्त होते हैं, **अयस्क** (Ores) कहलाते हैं। खनिज अथवा अयस्क अन्य अशुद्धियों के साथ पाया जाता है जिसे **गैंग अथवा मैट्रिक्स** (Gangue or matrix) कहते हैं। व्यावहारिक दृष्टिकोण से खनिज और अयस्क में भेद करना कठिन है किन्तु यह स्मरण रखना चाहिए कि सभी अयस्क खनिज हैं पर सभी खनिज अयस्क नहीं कहलाते। अतः, अयस्क वह खनिज है जिससे धातु सुगमतापूर्वक और कम खर्च में व्यापारिक मात्रा में तैयार किया जा सके।

खनिज और अयस्क बहुधा निम्न यौगिक होते हैं :—

(क) **ऑक्साइड तथा जलयुक्त ऑक्साइड**—अल्युमिना (अल्युमिनियम का ऑक्साइड), क्यूपराइट (क्यूपरस ऑक्साइड), लाल हेमेटाइट (फेरिक

ऑक्साइड), भूरा हेमेटाइड (जलयुक्त फेरिक ऑक्साइड), जिंकाइट (जिंक ऑक्साइड) इत्यादि ।

(ख) **कार्बोनेट**—अधिकतर धातुओं के कार्बोनेट प्रकृति में मिलते हैं, जैसे—कैल्साइट (कैलसियम कार्बोनेट), मैगनेसाइट (मैगनेसियम कार्बोनेट), डोलोमाइट (कैलसियम-मैगनेसियम कार्बोनेट), मैलेकाइट (भस्मीय कॉपर कार्बोनेट) इत्यादि ।

(ग) **सल्फेट**—जिप्सम (कैलसियम सल्फेट), सल्सेटाइन (स्ट्रौंशियम सल्फेट), बेराइटीज (बेरियम सल्फेट), कीसेराइट (मैगनेसियम सल्फेट), इत्यादि ।

(घ) **नाइट्रेट**—शोरा (पोटाशियम नाइट्रेट) एवं चीली शोरा (सोडियम नाइट्रेट) ।

(ङ) **क्लोराइड एवं फ्लोराइड**—साधारण नमक (सोडियम क्लोराइड), सिल्वाइन (पोटाशियम क्लोराइड), कार्नालाइट (पोटाशियम क्लोराइड, मैगनेसियम क्लोराइड), फ्लोस्पार (कैलसियम फ्लोराइड) इत्यादि ।

(च) **सल्फाइड**—अधिकतर धातु सल्फाइड के रूप में मिलते हैं। जैसे—जिंक ब्लेड (जिंक सल्फाइड), सिनेवार (मरकरी सल्फाइड), लौह पीराइटीज (लोहे का सल्फाइड FeS_2), कॉपर पीराइटीज (कॉपर और लोहे का सल्फाइड, Cu_2S, Fe_2S_3) इत्यादि ।

(छ) **फॉस्फेट**—एपेटाइट (कैलसियम फास्फेट) प्रकृति में मिलता है। हड्डी में भी अधिकांश कैलसियम फास्फेट रहता है ।

धातुकर्म (Metallurgy) :—अयस्क में से धातु निकालने तथा उसके शोधने की क्रिया को धातुकर्म कहते हैं। धातुकर्म में विभिन्न प्रकार की प्रक्रियाएँ होती हैं। अतएव धातुकर्म कई एक चरण में सम्पन्न होता है। सान्द्रीकरण (Concentration), निस्तापन (Calcination), जारण (Roasting), द्रावण (Fusion), धातु-शोधन (Metal refining) आदि मुख्य प्रक्रियाएँ हैं ।

धातुकर्म की मुख्य विधियाँ निम्नलिखित हैं :—

(क) **अवकरण अथवा अपचयन विधि** (Reduction Process) :—धातुओं के ऑक्साइड, सल्फाइड, कार्बोनेट इत्यादि अयस्कों से धातु निष्कर्षण दो

चरणों में परिपक्व होता है—(१) निस्तापन या जारण और (२) अपचयन। पहले निस्तापन या जारण से अयस्क में उपस्थित वाष्पशील पदार्थ को हटा देते हैं तथा उसे पूर्ण रूप से ऑक्साइड में परिणत कर देते हैं। तत्पश्चात् उस ऑक्साइड को उपयुक्त द्रावक (Flux) के साथ मिलाकर कार्बन अथवा किसी अन्य अपचायक के साथ गर्म करते हैं। ऑक्साइड धातु में परिणत हो जाता है। इस विधि से ताम्र, लौह, अल्युमिनियम, जिंक, पारा आदि प्राप्त होते हैं।

(ख) **विद्युतविच्छेदन विधि** (Electrolytic process) :— धातु के यौगिक को तरल अथवा विलयन के रूप में परिणत कर उससे विद्युत-धारा प्रवाहित करने से यौगिक का विद्युत-विच्छेदन (Electrolytic dissociation) हो जाता है और धातु प्राप्त होता है। इस विधि से सोडियम, पोटाशियम, कैलसियम, मैगनेसियम, जिंक और ताँबा आदि प्राप्त होते हैं।

सोना, चाँदी आदि धातुओं का निष्कर्षण विशेष ढँग से होता है। इन धातुओं का पारद मिश्रण तैयार किया जाता है। उस मिश्रण को स्रावित करने से धातु प्राप्त होता है।

सुद्रावक एवं गल्य (Flux and Slag) :—अयस्क को कम तापमान पर पिघलाने के लिए कुछ बाहरी चीजों को व्यवहार में लाते हैं। इन चीजों को **सुद्रावक** (Flux) कहते हैं। ये अपद्रव्य के साथ संयोगकर उन्हें धातु-मल के रूप में पृथक कर देते हैं। इस धातु-मल को गल्य (Slag) कहते हैं। सुद्रावक साधारणतः तीन प्रकार के होते हैं—(१) भस्मीय सुद्रावक (Basic flux), (२) अम्लीय सुद्रावक (Acidic flux) और (३) उदासीन सुद्रावक (Neutral flux)। इन्हीं सुद्रावकों के अनुसार गल्यों के भी नाम पड़ते हैं।

धातु-मिश्रण एवं संरस (Alloys and amalgams) :—भिन्न-भिन्न प्रकार के धातुओं के मिश्रण या संयोग से बने पदार्थ को **धातु-मिश्रण** या **मिश्र धातु** (Alloys) कहते हैं। मुख्य धातु-मिश्रण पीतल, कांसा, जर्मन सिल्वर, मैगनेसियम, इलैक्ट्रन इत्यादि हैं। ये बहुत उपयोगी वस्तुएँ हैं और अनेक प्रकार के उद्योगों में इनका व्यवहार होता है। आधुनिक युग में मैगनेसियम एवं एलेक्ट्रन का अधिक महत्व है क्योंकि ये हवाई जहाज के बनाने में उपयुक्त होते हैं।

धातु-मिश्रण विद्युत-अवक्षेपण (Electrolytic precipitation) अथवा द्रावण क्रिया से तैयार होते हैं। इनमें अवयवी धातुओं के गुणों के अतिरिक्त कुछ अन्य गुण होते हैं। जैसे इनका द्रवणांक अवयवी धातुओं के द्रवणांकों से भिन्न होता है तथा इनके अन्य भौतिक गुणों में कुछ परिवर्त्तन आ जाता है।

पारद के साथ अन्य धातुओं के धातु-मिश्रण को संरस (Amalgam) कहते हैं। सोडियम-संरस (Sodium amalgam) जिंक-संरस (Zinc-amalgam) इत्यादि मुख्य हैं।

ये धातु को पारद से रगड़कर अथवा पारद के यौगिक से धातु द्वारा पारद विस्थापित कर तैयार होते हैं।

संरस भी बहुत उपयोगी होते हैं। वे धातु-निष्कर्षण तथा बैटरी में काम आते हैं।

स्मरणार्थ

धातु की उपस्थिति:—धातु यौगिक के रूप में पाये जाते हैं। लेकिन कुछ धातु जो कम क्रियाशील हैं स्वतन्त्र या मुक्त अवस्था में भी मिलते हैं।

खनिज एवं अयस्क :—प्रकृति में पाये जानेवाले धातुओं के यौगिक को खनिज कहते हैं। जिस खनिज से धातु सुगमता से एवं कम खर्च में प्राप्त होता है **अयस्क** कहलाता है। खनिज एवं अयस्क प्राय: ऑक्साइड, हाइड्रॉक्साइड, कार्बोनेट, सल्फाइड तथा फास्फेट के रूप में पाये जाते हैं।

धातुकर्म :—इसमें मुख्यत: तीन चरण होते हैं—(१) सान्द्रीकरण (२) निष्कर्षण, (३) शुद्धिकरण।

निष्कर्षण की निम्नलिखित प्रचलित विधियाँ हैं :—

(१) **अवकरण अथवा अपचयन विधि**—इसमें धातु के अयस्क को निस्तापन या जारण विधि से ऑक्साइड में परिणत करते हैं और फिर ऑक्साइड को किसी अवकारक जैसे—कार्बन, कार्बनमोनोक्साइड, द्वारा प्रतिक्रिया कराकर धातु के रूप में पाते हैं। इसी विधि से ताम्र, लोहा, आदि धातु प्राप्त करते हैं।

(२) **विद्युत-विच्छेदन विधि**—इस विधि में विद्युत् द्वारा अयस्क या यौगिक का विच्छेदन कराते हैं। धातु ऋणोद पर जमा होता है। इसी से सोडियम, कैलसियम आदि धातु प्राप्त करते हैं।

सुद्रावक :—धातु-निष्कर्षण में अयस्क को कम तापमान पर पिघलानेवाले पदार्थ को सुद्रावक कहते हैं।

गल्य :—अपद्रव्य और सुद्रावक के संयोग से बने पदार्थ को **धातु-मल** अथवा गल्य कहते हैं।

धातु-मिश्रण अथवा मिश्र धातु :—यह दो या दो से अधिक धातुओं का मिश्रण है, जो धातु ही के ऐसा उपयोग में आता है, जैसे—पीतल, कांसा।

संरस :—पारद के साथ किसी अन्य धातु के धातु-मिश्रण को संरस कहते हैं।

अभ्यास

१. प्रकृति में धातु किस तरह मिलते हैं? धातु और अधातु में क्या अन्तर है?

1. How do the metals occur in nature? What is difference between metal and non-metal?

२. अयस्क क्या है? अयस्क और खनिज में क्या अन्तर है?

2. What is an ore? What is difference between ore and mineral?

३. धातु कर्म क्या है? इनमें कितने मुख्य चरण होते हैं?

3. What is metallurgy? What are different steps in it?

४. धातु निष्कर्षण की कितनी विधियाँ हैं? इनमें से किसी एक का वर्णन करें।

4. What are different methods of extraction of metals? Describe any one of them.

५. (क) सुद्रावक, (ख) गल्य, (ग) मिश्र धातु एवं संरस पर टिप्पणियाँ लिखें।

5. Write notes on—(a) Flux, (b) Slag, (c) Alloy and (d) Amalgam.

सत्रहवाँ अध्याय

सोडियम
(Sodium)

संकेत—Na परमाणुभार—२३

उपस्थिति :—सोडियम क्षारीय धातु की श्रेणी का एक प्रमुख सदस्य है। अति क्रियाशील होने के कारण यह प्रकृति में स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलता है। यह यौगिक के रूप में पृथ्वी सतह पर तथा समुद्र जल में अधिक मात्रा में मिलता है।

विशेषकर यह निम्न यौगिकों के रूप में मिलता है।

(क) **साधारण नमक या सोडियम क्लोराइड** (Common salt or sodium chloride, NaCl)—यह समुद्र-जल तथा झीलों के पानी में मिलता है। पृथ्वी सतह पर यह सेंधा नमक के रूप में पश्चिमी पाकिस्तान के पहाड़ों में पाया जाता है।

(ख) **चीली शोरा या सोडियम नाइट्रेट** (Chili saltpetre or sodium nitrate, $NaNO_3$)—यह चीली देश में समुद्र के किनारे पाया जाता है।

(ग) **सोडियम कार्बोनेट** (Sodium carbonate, Na_2CO_3)—यह सज्जी मिट्टी, ट्रोना आदि विभिन्न नामों से भारतवर्ष, मिस्र, सिन्ध आदि जगहों में पाया जाता है।

(घ) **सोहागा** (Borax, $Na_2B_4O_7, 10H_2O$)—यह तिब्बत, काश्मीर, लंका आदि जगहों में पाया जाता है।

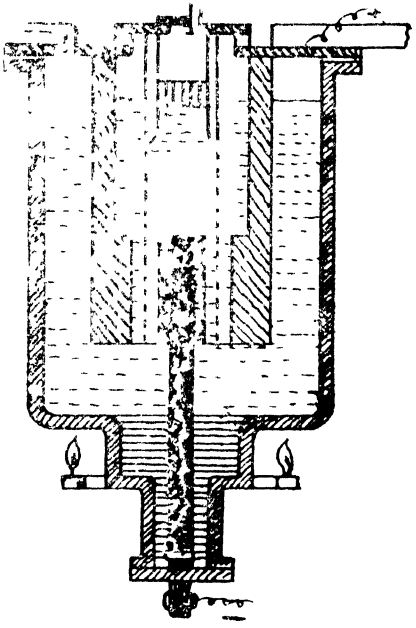
सोडियम धातु की तैयारी
(Extraction of sodium)

सोडियम धातु प्रायः सोडियम क्लोराइड तथा सोडियम हाइड्राक्सॉइड के विद्युत्-विच्छेदन से प्राप्त होता है। तरल सोडियम क्लोराइड तथा तरल सोडियम

हाइड्रॉक्साइड से विद्युत् धारा प्रवाहित करने से सोडियम क्लोराइड सोडियम और क्लोरिन में विच्छिन्न हो जाता है तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड सोडियम हाइड्रोजन और ऑक्सीजन में विच्छिन्न होता है। फलस्वरूप दोनों से सोडियम प्राप्त होता है।

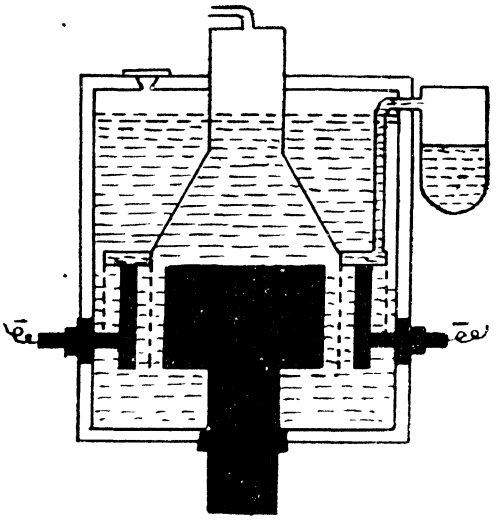
सोडियम धातु निम्न विधियों से तैयार होता है।

(क) **कास्टनर विधि** (Castner's process) :—सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विद्युत्-विच्छेदन से—इस विधि में सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विद्युत विच्छेदन से सोडियम तैयार होता है। एक लोहे के विद्युत् घट (चित्र ६४) में पिघला हुआ सोडियम हाइड्रॉक्साइड लेते है। इसमें ऋणोद लोहे का एक बेलन रहता है जो नीचे से खड़ा रहता है और धनोद एक निकेल का बेलनाकार बर्त्तन रहता है जो लोहे के बड़े बर्त्तन में लटकता है। इस धनोद के बीच में एक दूसरा बेलनाकार बर्त्तन ठीक ऋणोद के ऊपर लटकता रहता है तथा उसके नीचे में निकेल की जाली रहती है। आवश्यकतानुसार सोडियम हाइड्रॉक्साइड को गर्म कर पिघलाने के लिए नीचे बर्नर लगे रहते हैं। विद्युत् धारा प्रवाहित होने से सोडियम और हाइड्रोजन ऋणोद पर एवं ऑक्सीजन धनोद पर मुक्त होते हैं। ऑक्सीजन और हाइड्रोजन बाह्य नलियों से बाहर निकल जाते है तथा सोडियम पिघले सोडियम हाइड्राक्साइड पर तैरता रहता है जिसे विशेष ढंग के छनौटे से छान कर अलग कर लिया जाता है। इसे आर्द्र हवा की प्रतिक्रिया से बचाने के लिए किरासन तेल में रखते हैं।



चित्र ६४

(ख) **डाउन्स विधि** (Dawn's process) : **सोडियम क्लोराइड के वद्युत्-विच्छेदन से**—इस विधि गलित सोडियम क्लोराइड का विद्युत् विच्छेदन किया जाता है। वद्युत्-विच्छेदक घट एक लोहे का बक्स जैसा रहता है (चित्र ६५) जिसमें अग्निजीत ईंट का स्तर लगा रहता है। बक्से के पेंदे से ग्रैफाइट का एक वृत्ताकार धनोद (Graphite anode) ऊपर की ओर उठता है।



चित्र ६५

इसके चारों ओर वलय के रूप में लोहे या ताम्बे का ऋणोद (Cathode) रहता है। ऋणोद और धनोद के बीच निकेल का जालीदार परदा लटकता रहता है। विद्युत् घट में गलित सोडियम क्लोराइड अल्पमात्र पोटाशियम क्लोराइड के साथ (द्रवणांक कम करने के लिए) लिया जाता है। विद्युत्-धारा प्रवाहित होने से सोडियम ऋणोद पर और क्लोरिन धनोद पर मुक्त होते हैं। क्लोरिन ऐसबेस्टस के बने हुए मंडलाकार ग्राहक से होकर बाहर निकल जाता है तथा सोडियम ऊपर उठकर पार्श्व संचायक में जमा होता है। सोडियम को हवा के संपर्क से बचाने के लिए इसे किरासन तेल में रखते हैं।

सोडियम के गुण :—यह मुलायम, चमकीला ठोस पदार्थ है। यह पानी से हल्का होता है। यह ताप और विद्युत् का सुचालक है। यह पोटाशियम के साथ धातु-मिश्रण तथा पारद के साथ संरस बनाता है।

साधारण तापमान पर शुष्क वायु का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु आर्द्र हवा में यह मलिन (Tarnish) हो जाता है तथा आर्द्र हवा एवं

वायुमंडल में वर्त्तमान कार्बन डाइऑक्साइड के कारण यह सोडियम कार्बोनेट में परिणत हो जाता है।

जल एवं अम्ल की प्रतिक्रिया से क्रमशः सोडियम हाइड्रॉक्साइड तथा लवण देता है। ऑक्सीजन, क्लोरिन, ब्रोमिन एवं गन्धक की प्रतिक्रिया से सोडियम के ऑक्साइड, क्लोराइड, ब्रोमाइड तथा सल्फाइड मिलते हैं।

सोडियम के उपयोग :—यह धातु-मिश्रण के रूप में थर्मामीटर में तथा धातु के रूप में प्रांगारिक विश्लेषण में अधिकतर उपयुक्त होता है।

सोडियम के यौगिक
(Compounds of Sodium)

साधारणतः सोडियम के ऑक्साइड, हाइड्रॉक्साइड, कार्बोनेट, क्लोराइड, सल्फेट, नाइट्रेट इत्यादि मुख्य यौगिक हैं। सोडियम क्लोराइड एवं सोडियम नाइट्रेट प्रकृति में प्रचुर मात्रा में मिलते हैं। व्यापारिक तथा व्यावहारिक दृष्टिकोण से सोडियम हाइड्रॉक्साइड (कास्टिक सोडा) तथा सोडियम कार्बोनेट (वाशिंग सोडा) अधिक महत्वपूर्ण हैं।

सोडियम हाइड्रॉक्साइड (कास्टिक सोडा)
(Sodium hydroxide, Caustic soda)

सोडियम हाइड्रॉक्साइड, सोडियम धातु अथवा सोडियम के ऑक्साइड के साथ जल की प्रतिक्रिया से प्राप्त होता है। वाशिंग सोडा को चूने के साथ उबालने से भी सोडियम हाइड्राक्साइड बनता है।

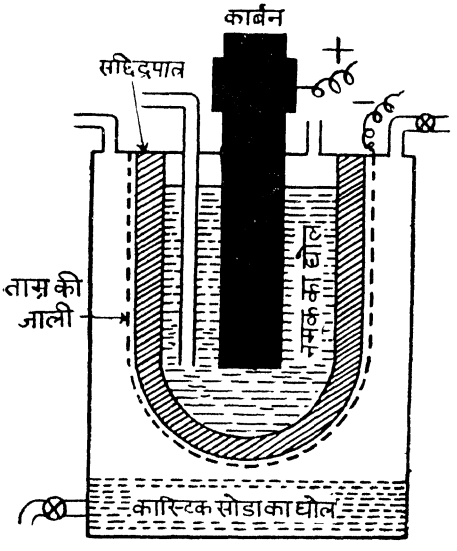
कास्टिक सोडा व्यवसाय में अधिक उपयुक्त होता है। अतः व्यवसाय के लिए यह निम्नलिखित विधियों से तैयार होता है :—

(१) विद्युत्-विच्छेदन विधि (Electrolytic process);

(२) चूना-सोडा विधि (Lime-soda process)।

(१) **विद्युत्-विच्छेदन विधि** (Electrolytic process) :—इस विधि में नमक के संतृप्त विलयन (Brine) के विद्युत्-विच्छेदन से कास्टिक सोडा बनाया जाता है। इसके लिए प्रायः दो तरह के विद्युत्-घट काम में लाये जाते हैं :—(क) नेलसन सेल (Nelson cell, Diaphragm cell) और (ख) कास्टनर सेल (Castener's cell, Mercury cell)।

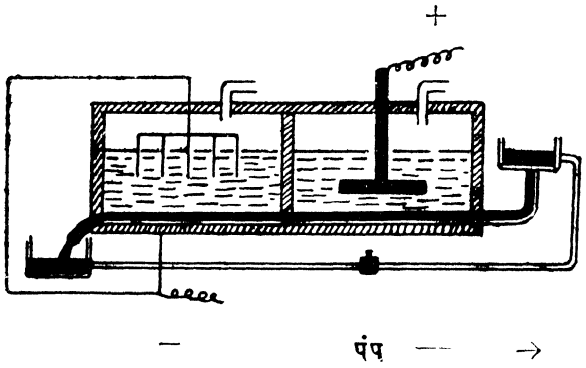
(क) नेलसन सेल :—विद्युत्-घट इस्पात की एक टंकी है (चि० ६६) जिसमें इस्पात की एक सछिद्र यू-नली (U-tube) लटकती रहती है। यू-नली के अन्दर ऐसबेस्टस का अस्तर लगा रहता है। टंकी के ऊपरी भाग में हाइड्रोजन के निकलने के लिए एक नली लगी रहती है तथा दूसरी ओर निचले भाग में भाप के प्रवेश के लिए एक नली लगी रहती है। यू-नली में ग्रैफाइट का एक मोटा छड़ लटकता रहता है जो धनोद का काम करता है। यू-नली स्वयं ऋणोद का काम करती है। यू-नली को सोडियम क्लोराइड के संतृप्त विलयन से भरते रहते हैं तथा टंकी में जलवाष्प भेजते हैं। विद्युत् धारा प्रवाहित होने से ग्रैफाइट छड़ पर क्लोरिन तथा यू-नली के बाहरी भाग पर सोडियम मुक्त होते है। क्लोरिन निकास नली से बाहर चला जाता है। सोडियम जलवाष्प के संपर्क में आकर सोडियम हाइड्राक्साइड एवं हाइड्रोजन देता है। हाइड्रोजन निकास नली से बाहर चला जाता है तथा सोडियम हाइड्रॉक्साइड का घोल टंकी में जमा होता है जो समय-समय पर निचले नल से निकाल लिया जाता है। बाद में घोल को बड़े-बड़े कड़ाहों में उबाल कर ठोस कास्टिक सोडा प्राप्त करते हैं।



चित्र ६६

(ख) **कास्टनर सेल**—इसका विद्युत्-घट एक लोहे का आयताकार हौज होता है (चि० ६७) जो एक स्लेट के पर्दे से विभक्त किया रहता है। यह स्लेट पेंदे तक नहीं पहुँचता बल्कि पारद के आवरण में थोड़ा धँसा रहता है। पारद हौज के एक किनारे पर प्रवेश करता है और दूसरे किनारे से निकलता है। पारद की धारा बराबर चलती रहती है। इसके लिए एक पम्प का इस्तेमाल किया जाता है

जिसे चित्र में दिखाया गया है। हौज के एक भाग में नमक का घोल रहता है जिसमें एक कार्बन का धनोद लटका रहता है। दूसरे भाग में सोडियम हाइड्रॉक्साइड का हल्का घोल रहता है जिसमें लोहे के छड़ लटके रहते हैं। ये छड़ और पारद ऋणोद के काम करते हैं। विद्युतधारा प्रवाहित होने से नमक



चित्र ६७

सोडियम और क्लोरिन आयन में विभक्त होता है। क्लोरिन धनोद पर मुक्त होकर नली के द्वारा बाहर चला जाता है और सोडियम पारद पर आकर संरस बनाता है। चूँकि पारद की धारा बराबर बहती है इसलिये सोडियम का संरस दूसरे विभाग में पहुँचता है। इस विभाग में लौह छड़ ऋणोद तथा पारद धनोद का काम करता है, जहाँ पानी का विच्छेदन होकर हाइड्रोक्सोल आयन पारद पर आता है और सोडियम से प्रतिक्रिया कर सोडियम हाइड्रॉक्साइड बनाता है। हाइड्रोजन लोहे के छड़ पर मुक्त होकर बाहर चला जाता है। धीरे-धीरे इस विभाग का घोल गाढ़ा होता जाता है जिसे बड़े कड़ाह में सुखा कर कास्टिक सोडा पाते हैं।

(२) चूना-सोडा विधि :—एक लोहे के बड़े हौज में वाशिंग सोडा का घोल लेते हैं। उसमें चूने के गाढ़े घोल को डालकर खलबलाते हैं। कैलसियम कार्बोनेट अवक्षिप्त हो जाता है तथा कास्टिक सोडा घोल के रूप में मिलता है। इस मिश्रण को शून्यक छन्नक (vacuum filter) से छानकर अलग कर डालते हैं। चूना डालते समय थोड़ी-थोड़ी देर पर ऊपरवाले द्रव को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से जाँचते रहते हैं कि कास्टिक सोडा के घोल में वाशिंग सोडा का अंश बच रहा है या नहीं। कास्टिक सोडा के घोल को कड़ाहों में उबाल कर

ठोस कास्टिक सोडा प्राप्त कर लेते हैं। अवक्षिप्त कैलसियम कार्बोनेट को पुनः पानी से धोकर कास्टिक सोडा का शेष अंश घोल के रूप में प्राप्त करते हैं। इस घोल को साबुन के कारखानों में साबुन बनाने के लिए भेज दिया जाता है।

कास्टिक सोडा के गुण :—यह श्वेत, अपारदर्शक, रवेदार ठोस है। खुली हवा में रखने पर यह जल्द पसीजता है तथा कार्बन डाइऑक्साइड के साथ संयोग कर सोडियम कार्बोनेट में परिणत हो जाता है। यह प्रबल दाहक है तथा त्वचा पर पड़ने से घाव हो जाता है। यह जल में विलयनशील है तथा विलयन क्षारीय होता है।

यह प्रबल क्षार है अतएव लाल लिटमस को नीला कर देता है तथा अम्लों के साथ प्रतिक्रिया कर लवण बनाता है। क्लोरिन, हाइड्रोजन सल्फाइड, सल्फर डाइऑक्साइड, कार्बन डाइऑक्साइड के साथ इसकी प्रतिक्रिया होती है और विभिन्न प्रकार के लवण मिलते हैं। जिंक, अल्युमिनियम इत्यादि धातु के साथ भी इसकी प्रतिक्रिया होती है। अमोनियम लवण के साथ इसकी प्रतिक्रिया होने से अमोनिया मिलता है।

कास्टिक सोडा के साथ तेल, चर्बी आदि को गर्म करने से साबुन बनता है।

कास्टिक सोडा के उपयोग :—यह प्रयोगशाला में प्रतिकारक जैसा तथा निम्नलिखित उद्योग धन्धों में व्यवहृत होता है :

(१) सोडियम बनाने के लिए, (२) साबुन बनाने के लिए, (३) कृत्रिम रेशम की तैयारी में, (४) पेट्रोल को शुद्ध करने में, इत्यादि।

सोडियम कार्बोनेट (वाशिंग सोडा)

(Sodium carbonate, washing soda)

सोडियम कार्बोनेट प्रकृति में सज्जी मिट्टी, ट्रोना आदि के रूप में मिलता है। यह साधारणतः निम्न विधियों से बनाया जा सकता है :—

(१) सोडियम को कार्बन डाइऑक्साइड में जलाकर,

(२) सोडियम के ऑक्साइड पर कार्बन डाइआक्साॉइड की प्रतिक्रिया से,

(३) सोडियम हाइड्राक्साइड के गर्म घोल में कार्बन डाइऑक्साइड बुलबुलाने से।

किन्तु इन विधियों से अधिक सोडियम कार्बोनेट तैयार करना कठिन तथा खर्चीला पड़ेगा। अतः सोडियम कार्बोनेट के अधिक उपयोगी होने के कारण तथा सस्ता बनाने के लिए यह निम्न विधियों से बड़े पैमाने पर तैयार किया जाता है।

(१) ले ब्लांक विधि (Le blanc process)

(२) अमोनिया सोडा विधि या सौलवे विधि (Solvay process)

(३) विद्युत्-विच्छेदन विधि (Electrolytic process)

तीनों विधियों में सोडियम कार्बोनेट बनाने के लिए, साधारण नमक का व्यवहार होता है। अतः सोडियम कार्बोनेट पर अधिक खर्च नहीं बैठता।

(१) ले ब्लांक विधि—साधारण नमक को स० गन्धकाम्ल की पर्याप्त मात्रा के साथ मिलाकर पहले लवण रोटिका भट्ठी (Salt-cake furnace) के कढ़ाह में मन्द आँच से गर्म करते हैं। जब लवण का पिण्ड कठोर होने लगता है, तब उसे भट्ठी के फर्श पर तेज आँच में गर्म करते हैं। इस प्रकार सोडियम क्लोराइड सोडियम सल्फेट में परिणत हो जाता है। इसे लवण रोटिका (Salt cake) कहते हैं।

इस प्रकार प्राप्त लवण रोटिका को टुकड़े-टुकड़े कर लेते हैं और उन्हें पर्याप्त कोयले और चूने के पत्थर के साथ मिलाकर चक्करदार भट्ठियों (Revolving furnace) में खूब गर्म करते हैं। सोडियम सल्फेट सोडियम कार्बोनेट में बदल जाता है। अपद्रव्यों के मिले रहने के कारण यह भूरे रंग का दीख पड़ता है। अतः इसे **काली राख** (Black ash) कहते हैं।

काली राख को बड़े-बड़े हौजों में पानी से बार-बार धोते हैं और इस प्रकार सोडियम कार्बोनेट का संतृप्त विलयन प्राप्त करते हैं। अवशिष्ट अपद्रव्य जिसमें कैलसियम सल्फाइड रहता है, बेकार क्षार (Alkali waste) कहलाता है।

इस प्रकार प्राप्त सोडियम कार्बोनेट के विलयन को बड़े-बड़े कड़ाहों में गरम कर सुखा लेते हैं। तत्पश्चात् उसके पुनः रवाकरण से **धोनेवाला सोडा** (washing soda) प्राप्त होता है।

(२) अमोनिया सोडा विधि—इस विधि में नमक का संतृप्त विलयन विशेष ढंग के बने हौजों में ऊपर से फौव्वारे के रूप में गिराते हैं। नीचे से अमोनिया गैस प्रविष्ट कराते हैं। इनके विपरीत दिशा में प्रवाह के कारण दोनों के बीच

अधिक सम्पर्क होता है और फलतः अमोनिया से संतृप्त लवण विलयन नीचे मिलता है।

इस अमोनिया युक्त लवण विलयन को सौलवे मीनार में ऊपर से फौब्बारे के रूप में गिराते हैं और मीनार के निचले भाग में कार्बन डाइऑक्साइड गैस लगभग १-२ वायु दबाव पर तथा ४०° से० तापमान पर प्रविष्ट कराते है।

मीनार सछिद्र पटों द्वारा कई एक खानों में बँटा रहता है। लवण विलयन धीरे-धीरे पट के छिद्रों से होकर एक खाने से होकर दूसरे खाने में गिरता है। अमोनिया युक्त लवण विलयन तथा कार्बन डाइऑक्साइड की प्रतिक्रिया से बने सोडियम बाइकार्बोनेट और अमोनियम क्लोराइड का दुधिया मिश्रण नीचे जमा हो जाता है। इसे वाह्य-नली से निकालकर शून्यक छन्नक से छान लेते हैं। छन्ने द्रव से पुनः अमोनिया प्राप्त किया जाता है तथा ठोस सोडियम बाइकार्बोनेट को भट्ठियों में गरम कर सोडियम कार्बोनेट प्राप्त करते है।

इस विधि से बनाया हुआ सोडियम कार्बोनेट अधिक शुद्ध रहता है, तथा यह विधि कम खर्चीली है।

(३) विद्युत-विच्छेदन विधि—यह विधि प्रायः कास्टिक सोडा बनाने की विद्युत-विच्छेदन विधि जैसी ही है। इसमें जलवाष्प के बदले जलवाष्प और कार्बन डाइऑक्साइड का मिश्रण प्रवाहित किया जाता है, तथा कास्टिक सोडा के बदले सोडियम कार्बोनेट का घोल मिलता है।

सोडियम कार्बोनेट के गुण :—यह श्वेत वर्ण का रवेदार ठोस पदार्थ है। पानी में घुलता है, तथा घोल क्षारीय होता है। गर्म करने पर यह जलहीन हो जाता है। अम्लों की प्रतिक्रिया से लवण, जल एवं कार्बन डाइ-ऑक्साइड मिलते है।

उपयोग :—सोडियम कार्बोनेट निम्न कामों के लिए उपयुक्त होता है :

(१) कपड़ा अथवा अन्य चीजों को साफ करने के लिए।

(२) काँच की तैयारी में।

(३) खारा पानी से मीठा पानी तैयार करने में।

(४) कास्टिक सोडा बनाने में।

(५) साबुन चूर्ण बनाने में तथा

(६) प्रयोगशाला में प्रतिकारक के रूप में।

सोडियम क्लोराइड
(Sodium chloride)

साधारण नमक प्रकृति में पर्याप्त मात्रा में मिलता है। इसके मुख्य स्रोत तीन है।

(१) **खानों से** :—जैसे (१) पाकिस्तान के खेवड़ा खान से सेन्धा नमक के रूप में तथा (ख) इंगलैंड के चेसापर के खान से। इनमे नमक अधिकतर पानी के साथ घोल बनाकर पम्प द्वारा ऊपर लाया जाता है। इसे सुखाने पर नमक मिलता है।

(२) **समुद्र के पानी से**—समुद्र के जल में करीब-करीब ३.५% नमक रहता है। इसे गर्म देशों में बड़े-बड़े खेतों में सुखाकर नमक बनाया जाता है। जैसे बम्बई और मद्रास प्रान्तों में।

(३) **झील के पानी से** :—राजपुताने के साँभर झील से। रूस के लेक-इल्टन से। इन झीलों के पानी को भी सुखाकर नमक पाते है।

शुद्धिकरण :—नमक के घोल से हाइड्रोजन क्लोराइड गैस प्रवाहित कराया जाता है। अशुद्धियाँ घोल में ही रह जाती हैं लेकिन शुद्ध नमक नीचे जम जाता है। जमे हुए नमक को शुन्यक छन्नक से छान लिया जाता है।

गुण :—यह ठोस रवादार पदार्थ है। अशुद्धि रहने से बरसात में पसीजता है अन्यथा नहीं। पानी में घुलनशील है। घुलनशीलता ताप के साथ अधिक नहीं बढ़ती है।

उपयोग :—भोजनादि में, मांस-मछली आदि को सुरक्षित रखने में, साबुन बनाने में, हिम मिश्रण बनाने में तथा बहुत से सोडियम के यौगिकों के बनाने मे इसका उपयोग होता है।

सोडियम लवण की जाँच :—सोडियम लवण को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाकर बुनसेन ज्वालक में गर्म करने पर लौ का रंग सुनहला-पीला हो जाता है।

स्मरणार्थ

सोडियम धातु की उपस्थिति :—सोडियम केवल यौगिक के रूप में मिलता है। साधारण नमक, शोरा, सज्जी मिट्टी तथा सोहागा मुख्य खनिज हैं।

धातु की तैयारी :—इसकी मुख्यतः दो विधियाँ हैं, (१) कास्टनर विधि, (२) डाउन्स विधि।

(१) कास्टनर विधि में गलित सोडियम हाइड्रॉक्साइड के विद्युत्-विच्छेदन से धातु प्राप्त होता है।

(२) डाउन्स विधि में गलित सोडियम क्लोराइड के विद्युत-विच्छेदन से धातु प्राप्त होता है। यह विधि काफी प्रचलित है।

गुण :—मुलायम, चमकीला, ठोस तथा पानी से हल्का होता है। आर्द्र हवा में मलीन हो जाता है और क्रमशः ऑक्साइड और कार्बोनेट बनाता है। पानी के साथ बहुत तीव्र प्रतिक्रिया होती है और आग पकड़ लेती है।

उपयोग :—मिश्रधातु के रूप में थर्मामीटर बनाने तथा प्रांगारिक विश्लेषण में काम आता है।

सोडियम के यौगिक :—इसके प्रमुख यौगिक ऑक्साइड, हाइड्रॉक्साइड, कार्बोनेट, क्लोराइड, सल्फेट तथा नाइट्रेट हैं।

हाइड्रॉक्साइड जिसे कास्टिक सोडा भी कहते हैं, निम्नलिखित विधि से बनाया जाता है।

(१) **नेलसन विधि**—इसमें विद्युत्-घट में सोडियम क्लोराइड के घोल के विद्युत्-विच्छेदन से सोडियम मिलता है, जो पानी से क्रिया कर कास्टिक सोडा का घोल देता है। उसे सुखाकर कास्टिक सोडा प्राप्त करते हैं।

(२) **कास्टनर विधि**—इसमें भी साधारण नमक को विद्युत्-विच्छेदन कर पारा पर सोडियम संरस के रूप में पाते हैं, जो पानी से प्रतिक्रिया कर कास्टिक सोडा का घोल देता है। फिर घोल को उबाल कर ठोस कास्टिक सोडा पाते हैं।

(३) **चूना सोडा विधि**—इसमें वाशिंग सोडा के घोल पर चूना की क्रिया से कास्टिक सोडा का घोल प्राप्त करते हैं। क्रिया की समाप्ति तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से जाँचते हैं। घोल को सुखाकर ठोस कास्टिक सोडा पाते हैं।

कास्टिक सोडा के गुण :—श्वेत, रवादार, ठोस तथा पानी में घुलनशील होता है। हवा में पसीजता है। यह प्रबल क्षार है।

कास्टिक सोडा की उपयोगिता :—यह सोडियम, साबुन, कृत्रिम रेशम के बनाने में तथा पेट्रोल शुद्ध करने में काम आता है।

सोडियम कार्बोनेट (वाशिंग सोडा) :—इसकी प्राप्ति के लिए भी तीन मुख्य विधियाँ हैं।

(१) **लेब्लांक विधि**—इस विधि में नमक को गंधकाम्ल के साथ गर्मकर लवण रोटिका बनाते है। लवण रोटिका को चूना पत्थर तथा कोयले के साथ भट्ठी में गर्म कर काली राख बनाते हैं। फिर काली राख को धोने से वाशिंग सोडा का घोल मिलता है। जिसे उबाल कर सोडा पाते है।

(२) **अमोनिया सोडा विधि**—अमोनिया से संतृप्त नमक के घोल से कार्बन डाइआँक्साइड की क्रिया से सोडियम बाइकार्बोनेट मिलता है जिसे गर्म करने से सोडियम कार्बोनेट और तत्पश्चात् रवाकरण से वाशिंग सोडा प्राप्त होता है। इस विधि में चूना पत्थर तथा नमक का ही खर्च है।

विद्युत-विच्छेदन विधि :—इसमें नमक के घोल के विद्युत्-विच्छेदन से सोडियम प्राप्त होता है, जो जल-वाष्प तथा कार्बन डाइआँक्साइड की क्रिया से सोडियम कार्बोनेट देता है।

वाशिंग सोडा का गुण :—यह श्वेत, रवादार ठोस होता है। पानी में घुलनशील होता है। इसको गर्म करने से अन्य कार्बोनेट के विपरीत कार्बन डाइआँक्साइड नही मिलता है।

उपयोग :—यह कपड़ा साफ करने में, काँच की तैयारी में, कास्टिक सोडा तथा साबुन के उत्पादन में काम आता है।

सोडियम क्लोराइड :—यह खानो से, सामुद्रिक जल तथा झीलों से निकाला जाता है। शुद्ध नमक साधारण नमक के घोल पर हाइड्रोजन क्लोराइड गैस प्रवाहित करने से मिलता है।

गुण :—यह ठोस, रवादार पदार्थ है, पानी में घुलनशील होता है।

उपयोग :—भोजन में, माँस-मछली को सुरक्षित रखने में तथा सोडियम के यौगिको को बनाने में काम आता है।

सोडियम लवण की जाँच :—सोडियम लवण बुन्सेन ज्वालक की लौ को सुनहला-पीला रंग प्रदान करते हैं।

अभ्यास

१. सोडियम किस तरह प्रकृति में मिलता है। इसके मुख्य खनिज कौन-कौन हैं ?

1. How does sodium occur in nature ? What are its chief minerals ?

२. सोडियम धातु के मुख्य गुणों का वर्णन करें ।

2. Describe the important properties of Sodium metal.

३. सोडियम धातु निष्कर्षण की आधुनिक विधि का वर्णन करें ।

3. Describe the modern method of extraction of Sodium.

४. कास्टिक सोडा से सोडियम धातु बनाने की व्यापारिक विधि का वर्णन करें ।

4. Describe the Commercial method of preparation of sodium from Caustic soda.

५. सोडियम हाइड्रॉक्साइड बनाने की कौन-कौन-सी विधियाँ हैं ? संक्षेप में इनका वर्णन करें ।

5. What are the methods for the preparation of sodium hydroxide ? Describe them in brief.

६. साधारण नमक से सोडियम हाइड्रॉक्साइड बनाने की एक विधि का वर्णन करें ।

6. Describe a method for the preparation of sodium hydroxide from Common salt.

७. वाशिंग सोडा बनाने की कौन-कौन-सी विधियाँ हैं । इनमें से किसी एक का संक्षिप्त विवरण लिखें ।

7. What are the methods for the preparation of washing soda ? Describe briefly any one of these.

८. कास्टिक सोडा एवं वाशिंग सोडा को एक दूसरे में किस तरह बदलेंगे ?

8. How will you convert caustic soda and washing soda into one another ?

९. साधारण नमक किस तरह प्राप्त किया जाता है ? इससे शुद्ध सोडियम क्लोराइड बनाने की विधि का वर्णन करें ।

9. How is Common salt obtained ? Describe the method for the preparation of pure sodium chloride from it.

१०. सोडियम लवण की क्या पहचान है ?

10. What is the test of sodium salt ?

अठारहवाँ अध्याय

ताम्र, ताँबा
(Copper)

संकेत—Cu परमाणु भार—६३·५७

उपस्थिति :—ताम्र लोगों को प्राचीन काल से ही ज्ञात है। यह स्वतन्त्र तथा अधिकतर यौगिक के रूप में विभिन्न देशों में पाया जाता है। हमारे देश में ताम्र दक्षिण बिहार तथा उत्कल में यौगिक के रूप में मिलता है। निम्नलिखित इसके मुख्य अयस्क हैं :

(१) क्यूपराइट (Cuprite, Cu_2O) (२) चालकोसाइट या कॉपर ग्लांस (Chalcocite, copper glance, Cu_2S) (३) चालकोपिराइटीज या कॉपर पिराइटीज (Chalcopyrites or copper pyrites, Cu_2S, Fe_2S_3 or $Cu\ FeS_2$) (४) मालाकाइट (Malachite, $Cu\ CO_3$, $(Cu\ OH)_2$) और (५) ऐज़ूराइट (Azurite, $2CuCO_3$, $Cu\ (OH)_2$)

अयस्क से ताम्र धातु का निष्कर्षण
(Extration of copper from its ores)

ताँबे का निष्कर्षण उसके अयस्क पर निर्भर करता है।

ऑक्साइड एवं कार्बोनेट अयस्कों का पहले निस्तापन होता है जिससे उड़नशील पदार्थ निकल जाते है और वे पूर्णरूप से ऑक्साइड में परिणत हो जाते हैं। तत्पश्चात् निस्तापित अयस्क को कोयले के साथ मिला कर क्षेपण भट्ठी में गरम करते हैं जिससे ताम्र धातु प्राप्त होता है।

तांबे के सल्फाइड अयस्कों से धातु प्राप्त करना कठिन है। कॉपर पिराइटीज तांबे का मुख्य अयस्क है। इसके निस्तापन करने में पहले लौह उपचयित होता है, क्योंकि तांबे की अपेक्षा लोहे को ऑक्सीजन से संयोग करने की अधिक प्रवृत्ति है एवं गन्धक से कम। अतएव जबतक सब लौह सल्फाइड उपचयित नहीं हो जाता और तत्पश्चात् अपचयन क्रिया से लौह अलग नहीं हो जाता, कॉपर सल्फाइड का उपचयन नहीं होता।

ताम्र निष्कर्षण की नवीनतम विधि का वर्णन नीचे दिया जाता है।

यह विधि पाँच चरणों में परिपक्व होती है।

(१) सांद्रीकरण (Concentration)।

(२) जारण (Roasting)।

(३) विगलन (Smelting)—मैटे की प्राप्ति।

(४) मैटे से फफोलेदार तांबे (Blister copper) की प्राप्ति।

(५) फफोलेदार तांबे का शुद्धीकरण (Purification of copper)

सांद्रीकरण :—पहले अयस्क को चूर करते है। फिर बड़े-बड़े हौजों में पानी में थोड़ा अम्ल और तेल डालकर खलबलाते है और उसमें हवा बुलबुलाते हैं। ऐसा करने से फेन उत्पन्न होता है। उस पर अयस्क चूर्ण को छिड़कते है। सल्फाइड कण फेन में अवलम्बित होकर अलग हो जाते है तथा अशुद्ध कण नीचे बैठ जाते हैं।

जारण :—इस प्रकार सांद्रित अयस्क को एक विशेष ढंग की भट्ठी में जलाया जाता है। जारित अयस्क में लोहे का ऑक्साइड, कॉपर का सल्फाइड तथा अल्पमात्रा में लोहे का सल्फाइड एवं कॉपर का ऑक्साइड रहते है।

विगलन : मैटे की प्राप्ति—जारित अयस्क में आवश्यकतानुसार बालू एवं कोक मिलाकर वात भट्ठी (Blast furnace) में गलाते हैं। प्रतिक्रिया क्रम में लोहे का ऑक्साइड बालू के साथ संयोग करता है तथा गल्य (Slag) के रूप में निकाल लिया जाता है। अल्पमात्रा में लोहे के सल्फाइड के साथ अधिकांश ताम्बे का सल्फाइड बच जाता है जिसे मैटे (Matte) कहते हैं।

(४) फफोलेदार ताम्बे की प्राप्ति—द्रव मैटे को बालू की उचित मात्रा मिलाकर बेसिमर परिवर्त्तक (Bessemer convertor) में रखा जाता है। परिवर्त्तक का अस्तर मैगनेसाइट का होता है। परिवर्त्तक में बगल से मैटे से होकर हवा बुलबुलाते हैं। लोहे का सल्फाइड ऑक्सीकृत हो जाता है और वह बालू के

साथ संयोग कर धातु-मल के रूप में अलग हो जाता है। कॉपर सल्फाइड आंशिक रूप से उपचयित होकर कॉपर ऑक्साइड में बदल जाता है जो स्वयं बचे कॉपर सल्फाइड को उपचयित करता है। दोनों ताम्र धातु में परिणत हो जाते हैं। जब मैटे पूर्ण रूप से ताम्बे में परिणत हो जाता है तो उसे टंकी में उडेल दिया जाता है जहाँ वह ठंढा होता है और पिंड से सल्फर डाइ ऑक्साइड निकलते रहने के कारण फफोलेदार बन जाता है।

ताम्बे का शुद्धीकरण—फफोलेदार ताम्बे को पहले क्षेपण भट्ठी में उपचयन क्रिया से शुद्ध करते हैं। यहाँ पर अशुद्धियाँ उपचयित होकर धातु-मल के रूप में अलग हो जाती हैं। इस प्रकार प्रायः ९९·५% शुद्ध ताम्र प्राप्त होता है।

अधिक शुद्ध ताम्बा प्राप्त करने के लिए विच्छेदन विधि से काम लेते हैं। अशुद्ध ताम्बे के चदरों को घनोद एवं विशुद्ध ताम्बे के पतले चदरों को ऋणोद बनाकर ताम्र विद्युत् घट (Copper voltamater) में लटकाते हैं। विद्युत् घट में थोड़ा गन्धकाम्ल के साथ १५% तूतिये का घोल काम में लाते हैं। विद्युत् धारा प्रवाहित करने पर विशुद्ध ताम्बा ऋणोद पर जमा होता है और घनोद धीरे-धीरे विलीन हो जाता है। ताम्बे में वर्त्तमान मूल्यवान अशुद्धियाँ, जैसे सोना-चाँदी इत्यादि नीचे जमा होती जाती हैं। इस प्रकार ९९·९९% शुद्ध ताम्बा प्राप्त होता है।

ताम्बे के गुण—ताम्बा अपने विशेष लाल रंग का चमकीला ठोस धातु है। यह ताप एवं विद्युत् का चालक तथा आघातवर्द्धनीय एवं वर्धनशील है। यह बहुत से धातुओं के साथ मिश्र-धातु (Alloys) बनाता है। इसके मुख्य मिश्र धातु निम्नलिखित हैं।

पीतल (Brass)—ताम्र ६०-७०% और जस्ता ४०-३०%

काँसा (Broze)—ताम्र ७५-९०% और टीन २५-१०%

जर्मन सिल्वर (German silver)—ताम्र २५-५०%, जस्ता ३५-२५% और टीन ३५-१०%।

साधारण तापमान पर शुष्क वायु का ताम्बे पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता, किन्तु आर्द्र हवा में ताम्बा मलिन हो जाता है तथा कालान्तर में उस पर नीले रंग का जंग लग जाता है। साधारणतः जल का इसपर कोई विशेष प्रभाव नहीं पड़ता।

नाइट्रिक अम्ल के अतिरिक्त अन्य तनु अम्लों का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता। स० गंधकाम्ल के साथ गर्म करने से तूतिये का घोल एवं सल्फर डाइऑक्साइड मिलते हैं। नाइट्रिक अम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से विभिन्न परिस्थितियों में भिन्न-भिन्न प्रकार के यौगिक मिलते हैं।

उच्च तापमान पर ऑक्सीजन, क्लोरिन, ब्रोमिन इत्यादि के साथ प्रतिक्रिया होने से ऑक्साइड, क्लोराइड एवं ब्रोमाइड बनते हैं।

ताम्बे के उपयोग—(१) विशुद्ध ताम्बे का उपयोग विद्युत् यन्त्र बनाने एवं विद्युत् संचालन में होता है। (२) बर्त्तन तथा अन्य ताप संचालक यन्त्र एवं इंजिन आदि के बनाने में इसका व्यवहार होता है। (३) मुद्रा और आभूषण के बनाने में भी इसका व्यवहार होता है। (४) इसके मिश्र धातु भी अधिक उपयोगी हैं—बर्त्तन, मूर्त्तियाँ आदि इनसे बनती हैं।

ताम्र के यौगिक (Compounds of Copper)

ताम्र की दो तरह की संयुज्यताएँ (Valencies) होने के कारण इसके दो प्रकार के यौगिक ज्ञात हैं—(१) **अस** (ous) यौगिक जिनमें ताम्र की संयुज्यता १ होती है और इन्हें ताम्रस या क्यूपरस यौगिक कहत हे तथा (२) **इक** (ic) यौगिक जिनमें ताम्र की संयुज्यता २ रहती है और इन्हें ताम्रिक या क्यूपरिक यौगिक कहते हे। ताम्र के अस-यौगिकों में क्यूपरस ऑक्साइड (Cu_2O), क्यूपरस क्लोराइड (Cu_2Cl_2) तथा क्यूपरस आयोडाइड (Cu_2I_2) मुख्य हैं।

ताम्र के इक-यौगिक क्यूपरिक ऑक्साइड CuO, क्यूपरिक हाइड्रॉक्साइड $Cu(OH)_2$, क्यूपरिक क्लोराइड $CuCl_2$, क्यूपरिक सल्फेट या तूतिया $CuSO_4, 5H_2O$, क्यूपरिक नाइट्रेट $Cu(NO_3)_2$, क्यूपरिक सल्फाइड CuS आदि हैं। किन्तु व्यावहारिक एवं औद्योगिक दृष्टिकोण से तूतिया अधिक महत्वपूर्ण है।

तूतिया या कॉपर सल्फेट (Cupric Sulphate ; $CuSO_4, 5H_2O$) :—यह क्यूपरिक ऑक्साइड, क्यूपरिक हाइड्रॉक्साइड एवं क्यूपरिक कार्बोनेट के साथ थोड़ा गर्म मन्द गंधकाम्ल की प्रतिक्रिया से प्राप्त होता है। ताम्बे को समाहृत गंधकाम्ल के साथ गर्म करने से भी क्यूपरिक सल्फेट प्राप्त होता है (पृ० १९०)।

व्यापारिक मात्रा में तूतिया निम्न विधियों से तैयार होती है।

(१) **मीनार प्रणाली**—एक मीनार में ताम्र का कतरन लेकर ऊपर से तनु गंधकाम्ल गिराते हैं तथा नीचे से गर्म हवा प्रवाहित करते हैं। क्यूपरिक सल्फेट का घोल नीचे जमा होता है जिसे छान लेते हैं और रवाकरण द्वारा उस घोल से तूतिया प्राप्त करते हैं।

(२) **कॉपर पिराइटीज से**—कॉपर पिराइटीज को हवा में जारित कर तनु गंधकाम्ल में घोल लिया जाता है। इससे क्यूपरिक सल्फेट तथा फेरस सल्फेट के मिश्रित घोल प्राप्त होते हैं। नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म कर फेरस सल्फेट को फेरिक सल्फेट में परिणत कर देते हैं। तदुपरान्त आंशिक रवाकरण द्वारा घोल से तूतिया प्राप्त करते हैं।

तूतिया के गुण :—यह नीले रंग का रवादार पदार्थ है जिसे नीला थोथा भी कहते हैं। यह पानी में घुलनशील है। गर्म करने पर इसके रवा जल के अणु अलग हो जाते हैं और यह जलहीन और रंगहीन हो जाता है। अधिक गर्म करने पर यह अवछिन्न होकर क्यूपरिक ऑक्साइड देता है। यह विषैला होता है अतः कीटाणुनाशक का काम करता है।

तूतिये का उपयोग :—यह निम्न कामों के लिए उपयुक्त होता है।

(१) ताम्बे के विभिन्न यौगिकों के बनाने में।

(२) निम्नकोटि के जीवों के लिए कीटाणुनाशक जैसा।

(३) कपड़े की रंगाई-छपाई में।

(४) विद्युत् घटों में।

(५) दवा बनाने में।

(६) प्रतिकारक जैसा—प्रयोगशाला में एव पेशाब में चीनी जाँचने के लिए फेलिंग घोल (Fehling solution) के रूप में।

फेलिंग घोल (Fehling solution) :—इसके दो भाग होते हैं :

(१) ४० प्रतिशत रोसेल लवण (Rochelle salt) का क्षारीय घोल तथा (२) ७ प्रतिशत तूतिये का घोल। इन दोनों घोलों को बराबर मात्रा में मिलाने पर फेलिंग घोल मिलता है। यह प्रायः क्यूपरस ऑक्साइड के बनाने तथा पेशाब अथवा किसी अन्य घोल में चीनी जाँचने के काम में आता है।

ताम्बे की जाँच :—(१) ताम्र लवण प्रायः नीले रंग के होते हैं।

(२) इसे परखनली में गर्म करने से काला अवशेष बचता है।

(३) द्रावक मिश्रण के साथ अवकारक लौ में गर्म करने पर ताम्र वर्ण का अवशेष बचता है।

(४) ताम्र लवण बुन्सेन लौ का रंग नीला कर देता है।

(५) सोहागा-दाना परीक्षा में इसके साथ दाने का रंग आक्सीकारक लौ एवं अवकारक लौ में क्रमशः नीला एवं लाल होता है।

(६) ताम्र लवण के घोल में अधिक अमोनियम हाइड्रॉक्साइड मिलाने पर घोल का रंग गाढ़ा नीला हो जाता है।

स्मरणार्थ

ताम्र की उपस्थिति :—यह स्वतंत्र तथा यौगिक दोनों रूपों में मिलता है। इसके मुख्य अयस्क क्यूपराइट, चालकोसाइट, कॉपर पिराइटीज; मालाकाइट तथा एजूराइट हैं।

निष्कर्षण :—ताम्र का निष्कर्षण मुख्यतः सल्फाइड अयस्क से ही किया जाता है।

नवीनतम विधि में अयस्क का पहले सान्द्रीकरण किया जाता है। सान्द्रिक अयस्क जारण क्रिया से लौह ऑक्साइड तथा कॉपर सल्फाइड में बदल जाता है। फिर वात भट्ठी में कोयला तथा बालू के साथ गर्म किया जाता है। फलस्वरूप अधिकांश लौह ऑक्साइड बालू के साथ संयोग करके गल्य के रूप मे अलग हो जाता है। इससे कॉपर मैट (अधिक कापर सल्फाइड तथा अल्प मात्रा में लौह सल्फाइड) मिलता है। कॉपर मैट को बेसिमर परिवर्तक में गर्म करने से लौह अशुद्धि निकल जाती है और कॉपर मिलता है जिसे फफोलेदार ताम्र कहते है।

इससे अशुद्धियों को ऑक्सीकृत करके अलग कर दिया जाता है एवं शुद्ध ताम्र प्राप्त होता है। इसे और शुद्ध करने के लिए विद्युत विच्छेदन विधि का प्रयोग करते है। इस अन्तिम क्रिया से विशुद्ध ताम्र मिलता है।

ताम्र का गुण :—विशेष लाल रंग का चमकीला ठोस पदार्थ होता है। यह ताप और बिजली का सुचालक, आघातवर्द्धनीय एवं वर्धनशील होता है। इसपर शुष्क हवा तथा पानी का प्रभाव नहीं पड़ता है लेकिन आर्द्र हवा मे बहुत दिनों पर रंग मलिन हो जाता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तथा तनु गंधकाम्ल का प्रभाव नहीं पड़ता है। लेकिन समाहृत गंधकाम्ल और नाइट्रिक अम्ल से प्रतिक्रिया करता है।

उपयोग :—बर्तन, विद्युत्-यंत्र, मुद्रा, आभूषण तथा मूर्ति आदि बनाने में उपयोग किया जाता है।

ताम्र के यौगिक :—इसके मुख्यतः ऑक्साइड, हाइड्रॉक्साइड, क्लोराइड, सल्फेट, नाइट्रेट, सल्फाइड यौगिक होते हैं। इनके हरेक यौगिक करीब दो अवस्थाओं में पाये जाते हैं। (१) अस (–ous) तथा (२) इक (–ic)। व्यापारिक दृष्टिकोण से सल्फेट अधिक महत्वपूर्ण होता है।

तूतिया (कॉपर सल्फेट) :—यह ताम्र धातु, ऑक्साइड, हाइड्रॉक्साइड आदि पर गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनता है। इससे बने घोल के रवाकरण से तूतिया प्राप्त होता है। व्यवसाय में यह ताम्र-चूर्ण पर गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से बनता है।

तूतिया के गुण :—नीला, रवादार ठोस, जल में घुलनशील होता है। यह गर्म करने पर क्रमशः रवा जल को मुक्त करते हुए रवाहीन बन जाता है जिसका रंग सफेद होता है।

उपयोग :—कीटाणु-नाशक जैसे, कपड़े की रंगाई में, विद्युत् घट में तथा दवा बनाने में काम आता है।

अभ्यास

१. ताम्र प्रकृति में किस तरह मिलता है? इसके मुख्य अयस्कों का नाम लिखें।

1. How does copper occur in nature ? Give the names of important ores of copper.

२. ताम्र अपने ऑक्साइड तथा कार्बोनेट अयस्क से किस तरह प्राप्त किया जाता है ?

2. How is copper extracted from its oxide and carbonate ores ?

३. कॉपर पिराइटीज से ताम्र किस तरह प्राप्त होता है ?

3. How is copper extracted from copper pyrites ?

४. शुद्ध ताम्र किस तरह प्राप्त होता है? इसके मुख्य गुणों का उल्लेख करें।

4. How is pure copper obtained ? Mention its important properties.

५. ताम्र के मुख्य मिश्र-धातु कौन-कौन हैं ? इनकी क्या उपयोगिता है ?

5. What are the important alloys of copper ? What are their uses ?

६. ताम्र के कितने तरह के यौगिक होते हैं ?

6. What are the different types of copper compounds ?

७. नीला थोथा (तूतिया) किस तरह बनाया जाता है ? इसके मुख्य गुणों तथा उपयोगों को लिखें।

7. How is blue vitriol prepared ? Mention its important properties and uses.

८. व्यापारिक मात्रा में तूतिया किस तरह प्राप्त होता है ?

8. How is commercial copper sulphate obtained ?

९. फेहलिंग घोल क्या है ? इसके उपयोग कौन-कौन हैं ?

9. What is Fehling solution ? What are its uses ?

१०. ताम्र के मुख्य उपयोगों का उल्लेख करें। ताम्र लवण किस तरह पहचाना जाता है ?

10. Mention the important uses of copper. How is copper salt identified ?

उन्नीसवाँ अध्याय

अल्युमिनियम या अलमुनियम
(Aluminium)

संकेत—Al परमाणुभार—२७

आजकल ताम्बे और लोहे के अतिरिक्त अल्युमिनियम ही हमारे लिए अधिक उपयोगी और महत्वपूर्ण धातु है। यह प्रकृति में स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलता, किन्तु यौगिक के रूप में पर्याप्त मात्रा में मिलता है। इसके निम्नलिखित यौगिक प्रकृति में मिलते हैं :—

(१) बॉक्साइट (Bauxite), (२) क्रायोलाइट, (३) एमेरी (Emery), (४) सफायर (Sapphire), (५) रुबी (Ruby) और (६) कोरंडम (Corundum).

इनमें बॉक्साइट और क्रायोलाइट अधिक मात्रा में उपलब्ध हैं, अतः इन्हीं से अल्युमिनियम अधिकतर निकाला जाता है।

अल्युमिनियम धातु का निष्कर्षण
(Extraction of Aluminium metal)

क्रायोलाइट से—विद्युत् घट लोहे का रहता है जिसमें ग्रेफाइट का अस्तर रहता है। यही ऋणोद का काम करता है। ऊपर ग्रेफाइट के छड़ लटकते हैं जो धनोद का काम करते हैं। घट में अल्युमीना तथा क्रायोलाइट का मिश्रण बिजली द्वारा गर्म करके (९००°C) पिघलाया जाता है। अल्युमिनियम ऋणोद पर मुक्त होकर पिघली अवस्था में नीचे जमा होता है जिसे एक विशेष नली द्वारा निकाल लिया जाता है। ऑक्सीजन धनोद पर मुक्त होता है जहाँ कार्बन से संयोग

कर कार्बन डाइआॅक्साइड बन कर निकल जाता है। इस तरह प्राप्त अल्युमिनियम ९९ प्रतिशत शुद्ध रहता है।

बॉक्साइट से—इसमें लोहे का आॅक्साइड भी मिला रहता है। इसको वाशिंग सोडा के साथ गलाते हैं। अल्युमिनियम का आॅक्साइड प्रतिक्रिया कर सोडियम अल्युमिनेट बनाता है जो पानी में घुलनशील है। अतः लोहे का आॅक्साइड अघुलनशील ही रह जाता है। इस तरह अल्युमिनेट अलग होता है और इसे ठोस रूप में लाकर गर्म करने पर अल्युमिनियम धातु मिलता है।

गुण :—अल्युमिनियम नीलापन लिए सफेद, चमकदार तथा हल्का होता है। चमक आॅक्साइड बनने से मलिन हो जाती है। यह ताप और बिजली का सुचालक होता है। शुष्क एवं ठंढी हवा का इसपर कुछ प्रभाव नहीं पड़ता, लेकिन अधिक गर्म करने पर जलकर आॅक्साइड देता है।

उपयोग—बर्त्तन बनाने में, पेन्ट बनाने में, सिगरेट आदि के ढकने के लिए, हवाई जहाज के निर्माण तथा अन्य औजार बनाने, यौगिक एवं चूर्ण के रूप मे आतिशबाजी में काम आता है।

अल्युमिनियम के यौगिक (Compounds of Aluminium)

अल्युमिनियम के मुख्य यौगिक निम्नलिखित हैं।

अल्युमिनियम क्लोराइड—यह अल्युमीना (Al_2O_3) को हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में घुलाकर तथा इसके रवाकरण से बनता है। इसके अणु मे रवाजल के ६ अणु होते है। निरुदित अल्युमिनियम क्लोराइड गर्म धातु पर हाइड्रोजन क्लोराइड अथवा क्लोरीन गैस की प्रतिक्रिया से बनता है। निरुदित क्लोराइड आर्गेनिक प्रतिक्रिया में उत्प्रेरक का काम करता है।

अल्युमिनियम सल्फेट—यह अल्युमिना को सल्फ्यूरिक अम्ल में घुला कर रवाकरण करने से प्राप्त होता है। व्यापारिक तौर पर बॉक्साइट अथवा चीनी मिट्टी के चूर्ण को गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से अल्युमिनियम सल्फेट मिलता है। फिर घुलनशील अल्युमिनियम सल्फेट को घोल के रूप में लाकर और रवाकरण करके अल्युमिनियम सल्फेट के रवे प्राप्त होते हैं। इसके अणु में रवाजल के १२ अणु होते है।

उपयोग—पानी साफ करने मे, कैलिको प्रीन्टिग में, अग्नि शामक यंत्र में, चमड़े के पकाने में, कागज बनाने में काम आता है।

फिटकरी (एलम) :—यह एक मिश्र लवण (Double salt) है और इसके अणु में जल के अणुओं की संख्या २४ है। यह पोटाशियम सल्फेट तथा अल्युमिनियम सल्फेट को बराबर आणविक अनुपात में पानी में मिलाकर रवाकरण करने से बनता है। व्यापारिक तौर पर यह एल्युनाइट या अलम स्टोन नामक खनिज से बनाया जाता है।

एल्युनाइट को तनु गन्धकाम्ल के साथ उबालते हैं। फिर छने हुए द्रव में पोटाशियम सल्फेट देकर रवाकरण करते हैं।

गुण—यह सफेद, रवादार, पानी में घुलनशील तथा अलकोहल में अघुलनशील होता है। गर्म करने से यह क्रमशः रवाजल छोड़ता जाता है और अन्त में निरुदित हो जाता है।

उपयोग—इसका भी उपयोग अल्युमिनियम सल्फेट के ही जैसा है, यह खून बन्द करने में इस्तेमाल होता है।

स्मरणार्थ

उपस्थिति—यह प्रकृति में स्वतन्त्र रूप में नहीं मिलता किन्तु यौगिक के रूप में अधिकतर मिलता है। बॉक्साइट, क्रायोलाइट, एमरी, सफायर, रूबी एवं कोरंडम इसके मुख्य खनिज हैं।

निष्कर्षण—धातु प्रायः बॉक्साइट एवं क्रायोलाइट से प्राप्त होता है।

बॉक्साइट से—बॉक्साइट को वाशिंग सोडा के साथ गर्म कर सोडियम अल्युमिनेट में परिणत कर लेते हैं। इस अल्युमिनेट को अशुद्धियों से अलग कर लिया जाता है। तत्पश्चात् इसे गर्म कर अल्युमिनियम धातु प्राप्त किया जाता है।

क्रायोलाइट से—क्रायोलाइट को गला कर विद्युत्-विच्छेदन से अल्युमिनियम धातु प्राप्त होता है।

अल्युमिनियम के गुण—यह चमकदार सफेद धातु है। यह मुलायम तथा आघातवर्द्धनीय है। साधारण तापमान पर शुष्क वायु का इस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता, किन्तु गर्म करने से इसका ऑक्साइड बनता है।

उपयोगिता—यह बर्तन बनाने, हवाई जहाज एवं ओजार आदि के बनाने में उपयुक्त होता है।

अल्युमिनियम सल्फेट :—यह अल्युमिना को तनु गन्धकाम्ल में घुलाकर प्राप्त होता है। घोल के रवाकरण से अल्युमिनियम सल्फेट के उदित प्राप्त होते हैं।

यह रंगहीन रवादार पदार्थ है। गर्म करने से फूल जाता है तथा रवाजल मुक्त होते हैं।

यह पानी साफ करने, कैलिको प्रिंटिग में, चमड़ा पकाने में, पक्का रंग बनाने में तथा फिटकरी आदि के बनाने में उपयुक्त होता है।

फिटकरी :—यह एक मिश्र लवण है। साधारण फिटकरी पोटाशियम सल्फेट तथा अल्युमिनियम सल्फेट का मिश्र लवण है। यह भी रवेदार ठोस पदार्थ है। जल में अति घुलनशील है। यह पानी साफ करने, पक्का रंग बनाने के लिए अधिकतर उपयुक्त होता है।

अभ्यास

१. अल्युमिनियम प्रकृति में किस रूप में मिलता है ?

1. How does aluminium occur in nature ?

२. अल्युमिनियम धातु किस तरह प्राप्त होता है ? इनमें किसी एक विधि का वर्णन करें।

2. How is aluminium extracted ? Describe any one of these methods.

३. अल्युमिनियम सल्फेट किस तरह तैयार होता है ? इसके मुख्य गुणों तथा उपयोगों का उल्लेख करें।

3. How is aluminium sulphate prepared ? Mention its important properties and uses ?

४. फिटकरी क्या है ? इसके उपयोग कौन-कौन हैं ?

4. What is alum ? What are its uses ?

बीसवाँ अध्याय

लोहा
(Iron)

संकेत—Fe परमाणु भार—५५·८४

उपस्थिति :—प्राचीन काल से ही पूर्वी देशों में लोगों को लोहा बनाने की कला ज्ञात थी। व्यावहारिक दृष्टिकोण से लोहा का स्थान काफी ऊँचा है।

यह स्वतन्त्र रूप में उलकापात (Meteorite) में मिलता है। प्राचीन काल में भारतवर्ष में उलकापात से प्राप्त लोहे का बहुत बड़ा महत्त्व था। सम्राट् जहाँगीर तथा शिवाजी की भवानी नामक तलवार इस प्रकार के लोहे से बनी थी। यह प्राणिज शरीर में तथा पौधों में क्लोरोफील (Chlorophyl) के रूप में वर्त्तमान है। प्रकृति में यह अधिकतर यौगिक के रूप में मिलता है। इसके मुख्य खनिज निम्नलिखित है :

(क) मैगनेटाइट (Magnetite), Fe_3O_4
(ख) लाल हेमेटाइट (Red haematite), Fe_2O_3
(ग) भूरा हेमेटाइट (Brown haematite, Limonite) $2Fe_2O_3, 3H_2O$
(घ) लौह पिराटीज (Iron pyrites), FeS_2
(ङ) सीडेराइट (Siderite, spathic iron), $FeCO_3$

इनमें हेमेटाइट अधिक मात्रा में मिलता है अतः प्रायः वही लौह के अयस्क जैसा व्यवहृत होता है।

लोहे के अयस्क विशेष कर हेमेटाइट भारतवर्ष में मयूरभंज, क्योंझर, सिंहभूमि, मैसूर तथा अन्य भागों में मिलते हैं। अतएव बिहार में जमशेदपुर, बंगाल में कुल्टी और बर्नपुर तथा मैसूर के भद्रावती में लोहे के मुख्य कारखाने हैं।

लोहे के भिन्न-भिन्न रूप :—प्रायः तीन प्रकार के लोहे तैयार होते हैं। इनके गुणों में अन्तर पड़ने का मुख्य कारण कार्बन की मात्रा में विभिन्नता है। ये विभिन्न प्रकार के लोहे निम्नलिखित हैं :

(१) **बुंदा या ढलवाँ लोहा** (Pig or cast iron) :—इसमें कार्बन की मात्रा लगभग २–५% तक रहती है।

(२) **इस्पात या बज्रायन** (Steel) :—इसमें कार्बन की मात्रा ०·२–१·५% रहती है।

(३) **पिटवाँ लोहा** (Wrought iron) :—इसमें कार्बन की मात्रा ०·१२–·२५% तक रहती है।

यद्यपि इन तीनों में पिटवाँ लोहा सबसे शुद्ध है परन्तु इनमें कोई भी विशुद्ध लोहा नहीं है।

ढलवाँ लोहे की तैयारी
(Preparation of Cast iron)

ढलवाँ लोहा मैगनेटाइट अथवा हेमेटाइट जैसे अयस्क से प्राप्त किया जाता है। इसकी तैयारी में प्रायः दो चरण होते हैं—

(१) जारण (Roasting)।

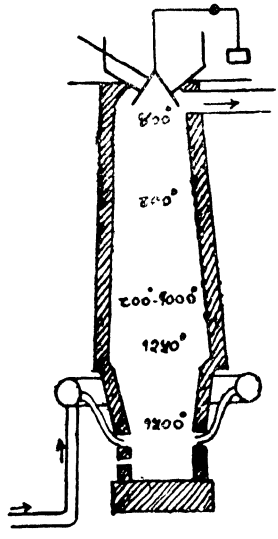
(२) अवकरण (Reduction)।

जारण :—मैगनेटाइट या हेमेटाइट अयस्क को थोड़े कोयले के साथ मिलाकर भट्ठियों में जलाते हैं जिससे उड़नशील पदार्थ निकल जाते हैं और पदार्थ अधिक रन्ध्रमय (Porous) हो जाता है। कुछ अपद्रव्य भी अलग हो जाते हैं तथा पूर्ण पिंड फेरिक ऑक्साइड में परिणत हो जाता है।

अवकरण :—जारण के उपरान्त अयस्क को चूने के पत्थर और कोयले के साथ मिलाकर बात भट्ठी (Blast furnace. चि० ६८) में

गरम करते हैं जहाँ फेरिक ऑक्साइड के अवकरण से लोहा मिलता है। बालू जैसे अपद्रव्य कैलसियम सिलिकेट बनकर गल्य के रूप में अलग हो जाता है।

वात भट्ठी (Blast furnace) :— यह एक बेलनाकार भट्ठी है चि० ६८। जिसकी ऊँचाई लगभग १००-१२० फीट तथा मोटाई अधिकतम १६-२० फीट होती है। इसका धड़ पिटवें लोहे के चदरों का बना रहता है जिसके चारों ओर अग्निजीत ईंट का अस्तर लगा रहता है। भट्ठी के सिरे पर यथेच्छ लिवर (Automatic levers) द्वारा दो शंकु (Cones) ऊपर-नीचे लटकते हैं जिनसे इच्छानुसार भट्ठी का कंठ बन्द होता या खुलता रहता है। कंठ के पार्श्व में एक निकास नली रहती है जिससे होकर बात भट्ठी के गैस बाहर निकलते हैं। भट्ठी के निचले भाग में पेंदे के नजदीक चारों ओर वायु टायर (Tuyres) लगे रहते है जो बारी-बारी से काम करते हैं। इन्हीं टायरों के द्वारा पूर्ववत् तप्त हवा भट्ठी के अन्दर फोब्बारे के रूप में प्रविष्ट होती है। पेंदे के नजदीक ऊपर नीचे दो छिद्र रहते हैं। ऊपरवाले छिद्र से गल्य निकलता है तथा नीचेवाले से गलित लोहा निकलता है।



चित्र ६८

वात भट्ठी की क्रियायें :— चूना, जारित अयस्क और कोक के मिश्रण को ट्रॉलियों में उपयुक्त क्रम में सजाकर भट्ठी के ऊपर ले जाते हैं और उसके मुख में गिरा देते हैं। गिरने पर पदार्थों का क्रम बदल जाता है। वह गले से पेंदे की ओर जैसे-जैसे बढ़ता है उसे उत्तरोत्तर ऊँचा तापक्रम प्राप्त होता है। कोक गर्म वायु के प्रवाह में पहले कार्बन डाइऑक्साइड में तथा पुनः कार्बन मोनॉक्साइड में परिणत हो जाता है। फेरिक ऑक्साइड इसी कार्बन मोनॉक्साइड द्वारा अवकृत होकर लोहे में बदल जाता है। चूना पत्थर के अवच्छिन्न होने से चूना मिलता है जो बालू से संयोग कर गल्य बनाता है। ये सब नीचे जाकर पिघल जाते हैं और पेंदे पर तरल पदार्थ के रूप में जमा होते हैं। गल्य हल्का होने के कारण ऊपर

स्तर में रहता है। ऊपरवाले छेद से पहले गल्य निकाल लिया जाता है। तत्पश्चात् निचले छिद्र से पिघला लोहा निकलता है जो बालू की बनी नालियों से बह कर साँचों में गिरता है। वहाँ से यह फिर इस्पात बनाने के लिए ले जाया जाता है अथवा ठंढा कर बड़े-बड़े कुन्दों में प्राप्त किया जाता है। इन्हें पिग (Pig) कहते हैं।

इस्पात की तैयारी (Preparation of Steel)

इस्पात में कार्बन की मात्रा ढलवें लोहे की अपेक्षा कम और पिटवें लोहे की अपेक्षा अधिक रहती है। अतः इस्पात ढलवें लोहे से कार्बन की मात्रा घटाकर तथा पिटवें लोहे से कार्बन की मात्रा बढ़ाकर तैयार होता है।

ढलवें लोहे से—ढलवें लोहे से इस्पात प्रायः दो विधियों से तैयार होता है।

(१) बेसिमर विधि (Bessemer Process)

(२) साइमेंन्स-मार्टिन विधि (Siemens martin process) या खुली भट्ठी विधि (Open hearth process)

(१) बेसिमर विधि—इस विधि में बेसिमर परिवर्त्तक काम में लाया जाता है। यह एक अंडाकार भट्ठी है जो पिटवें लोहे के चदरों से बनी रहती है। आवश्यकतानुसार इसमें डोलोमाइट के भस्मीय अस्तर या बालू का अम्लीय अस्तर लगा रहता है। परिवर्त्तक ट्रूनियन के बल दो स्तम्भों के बीच लटकता रहता है। इसके पेंदे में अनेक छेद बने रहते हैं जिनसे होकर पूर्ववत् तप्त वायु प्रविष्ट करायी जाती है।

पहले परिवर्त्तक को नचाकर क्षितिज अवस्था में लाते हैं और उसमें वात भट्ठी से प्राप्त तरल ढलवां लोहा भर लेते हैं। तत्पश्चात् वायु का झोंका दिया जाता है जिससे परिवर्त्तक स्वयं लम्ब रूप में चला जाता है। वायु प्रवाह तबतक जारी रखते हैं जबतक कि भट्ठी से निकलती लौ के रंग से पता न चल जाय कि अब उसमें कार्बन की मात्रा प्रायः नहीं के बराबर रह गयी है। अब परिवर्त्तक को पुनः क्षितिज अवस्था में लाकर गल्य निकाल लेते हैं और उसमें स्पीजेल आइजेन (Spiegel eisen–कार्बन, लौह और मैंगनीज का मिश्रण) की उचित मात्रा मिलाकर परिवर्त्तक में थोड़ी देर तक और हवा प्रवाहित

करते हैं। इस प्रकार इस्पात प्राप्त होता है। इसे बड़े-बड़े ढाँचों में उडेल देते हैं जहाँ ठंढा होने पर इस्पात के बड़े-बड़े कुंदे मिलते हैं।

साइमेन्स मार्टिन विधि या खुली भट्ठी विधि—इस विधि में एक विशेष ढंग की भट्ठी काम में लायी जाती है जो गैसों से गर्म की जानेवाली ताप-पुनरुत्पादक भट्ठी है। यह ईंट की बनी रहती है जिसके अन्दर इस्पात के चदरे लगे रहते हैं। बीच में एक छिछला अण्डाकार बासन या खुली जगह रहती है जिसे खुली भट्ठी (Open hearth) कहते है। इसमें भी आवश्यकतानुसार भस्मीय या अम्लीय अस्तर लगा रहता है।

भट्ठी के दोनों बगल ईंट के बने हुए पूर्व तप्तक (Preheater) रहते है जो बारी-बारी से काम करते हैं। प्रत्येक पूर्व तप्तक में भी दो भाग होते हैं। एक से होकर हवा प्रवेश करती है तथा दूसरे से प्रोड्यूसर गैस। ये दोनों भट्ठी के अन्दर जाकर एक दूसरे से मिल जाते है तथा इनकी प्रतिक्रिया से ताप उत्पन्न होता है।

वात भट्ठी से प्राप्त पिघले लोहे को लौह कतरन हेमेटाइट तथा थोड़ा चूना-पत्थर के साथ मिलाकर खुली भट्ठी में प्रवेश कराते हैं। तत्पश्चात् प्रथम पूर्व-तप्तक से होकर हवा और प्रोड्यूसर गैस प्रवेश कराते हैं। प्रोड्यूसर गैस के जलने से ताप उत्पन्न होता है और अशुद्धियाँ हवा तथा हेमेटाइट द्वारा ऑक्सीकृत होकर बेकार गैस के साथ दूसरे पूर्व तप्तक से बाहर निकल जाती हैं। अन्य अशुद्धियाँ गल्य बना देती है। प्रथम पूर्व तप्तक के ठंढा होने पर दूसरा काम करने लगता है और गैस-प्रवाह की दिशा बदल जाती है।

भट्ठी को टेढ़ा कर गल्य को पहले उडेल दिया जाता है। तत्पश्चात् उसमें स्पीगेल आइरोन मिला कर पुनः कुछ देर तक गर्म किया जाता है। बाद में इस्पात बड़ी-बड़ी बाल्टियों में उडेल दिया जाता है।

आजकल संसार में सबसे अधिक इस्पात इस विधि से तैयार होता है।

नवीनतम विधि से कम ही समय में अच्छा इस्पात प्राप्त करने के लिए ढलवें लोहे को पहले बेसिमर परिवर्त्तक में थोड़ा शुद्ध कर उसे साइमन्स भट्ठी में डालते है।

पिटवें लोहे से : सिमेंटेशन विधि (Cementation Process):—पिटवें लोहे की छड़ों को कोयले के साथ अग्निजीत ईंट के बने बक्स में बन्द कर बन्द भट्ठी (Muffle furnace) में १०००° से० पर लगभग दस दिन तक

गर्म करते हैं। तत्पश्चात् यह बक्स भट्ठी से हटा लिया जाता है और लोहे की छड़ों को ठंढा किया जाता है। इस विधि से प्राप्त इस्पात औजार बनाने के लिए बहुत उच्च श्रेणी का इस्पात समझा जाता है।

पिटवाँ लोहा बनाना
(Preparation of wrought iron)

पिटवाँ लोहा या तो एकदम अयस्क से या ढलवें लोहे से तैयार किया जाता है। भारतवर्ष में यह मैगनेटाइट या भूरे हेमेटाइट से तैयार किया जाता है। चिमनी के आकार की छोटी-छोटी भट्ठियों में हेमेटाइट को कार्बन के साथ गर्म किया जाता है। अयस्क अवकृत होकर पिटवें लोहे मे परिणत हो जाता है।

पिटवाँ लोहा अधिकतर ढलवें लोहे से तैयार होता है। ढलवें लोहे को क्षेपण भट्ठी में जिसमें हेमेटाइट का अस्तर लगा रहता है, खूब गर्म कर पिघला लेते हैं और उसे खूब चलाते हैं। ढलवे लोहे में वर्त्तमान कार्बन हेमेटाइट द्वारा ऑक्सीकृत हो जाता है। फास्फोरस, सिलिकन आदि ऑक्सीकृत होकर गल्य के रूप में परिणत हो जाते है। लोहा प्राय: अर्ध ठोस (Semi solid) में प्राप्त होता है। इससे लोहे के गेंद बना लिये जाते हैं और हथौड़े से पीट कर गल्य को निकाल लिया जाता है। तत्पश्चात् पिटवें लोहे की छड़ें तैयार की जाती हैं।

लोहे के गुण :—शुद्ध लोहा चाँदी के समान उजला और चमकीला धातु होता है। यह अति तन्य, आघातवर्द्धनीय, चुम्बकीय तथा ताप एवं विद्युत् का सुचालक है।

साधारण तापमान पर लोहे के साथ शुष्क हवा की प्रतिक्रिया नही होती किन्तु आर्द्र हवा में रखे जाने पर लोहे में जंग लग जाता है। गर्म लोहे पर जलवाष्प की प्रतिक्रिया से लोहे का चुम्बकीय ऑक्साइड तथा हाइड्रोजन मिलते हैं। तनु अम्लों की प्रतिक्रिया से फेरस लवण बनते हैं। अत्यन्त सान्द्र एवं शुद्ध नाइट्रिक अम्ल की लोहे पर कोई प्रतिक्रिया नही होती। इस प्रकार के अम्ल के साथ लोहा अकर्मण्य (Passive) हो जाता है। लोहे पर क्षार की प्रतिक्रिया नही होती।

लोहे के मिश्र-धातु (Alloys of Iron) :—लोहे के साथ निकेल क्रोमियम, मैगनिज, टंग्सटन, मोलिब्डेनम इत्यादि धातुओं को मिलाने से

विभिन्न प्रकार के लोहे के मिश्र-धातु बनते हैं जो साधारण लोहे की अपेक्षा अधिक उपयोगी होते है। इनमें जंग नहीं लगता तथा अधिक कठोर होते हैं। इनमें निम्नलिखित इस्पात मुख्य हैं :—

(१) निकेल इस्पात	निकेल १·५—२%
(२) क्रोमियम इस्पात (Stainless steel)	क्रोमियम १·५—४·५%
(३) मैगनिज इस्पात	मैगनिज ९—१५%
(४) टंग्सटन इस्पात	टंग्सटन १०—२०%
(५) मोलिबडेनम इस्पात	मोलिबडेनम ०·३—३%

लोहे की उपयोगिता—ढलवाँ लोहा साधारणतः बर्तनों और रोजमर्रे की चीजों के बनाने के काम में आता है। इस्पात और पिटवाँ लोहा भी इसी से बनाये जाते हैं।

इस्पात अधिक उपयोगी एवं अधिक महत्वपूर्ण है। गार्डर, रेलवे लाइन, मोटर एवं मशीनों के पुर्जे सभी इसी से बनते है। अन्य औजार भी इससे बनाये जाते है।

पिटवें लोहे से इस्पात बनाया जाता है। यह अधिकतर जंजीर ऐसे कठोर औजारों के बनाने में उपयुक्त होता है।

लोहे के धातु-मिश्रण अधिक उपयोगी है।

लोहे के यौगिक (Compounds of iron)

लोहे की भी संयुज्यता ताम्बे जैसी दो प्रकार की होती है। अतः इसके दो तरह के लवण बनते हैं। पहले प्रकार के लवण में इसकी संयुज्यता २ होती है और इस प्रकार के लवणों को फेरस लवण कहते है। दूसरे प्रकार के लवण फेरिक लवण कहलाते हैं और इनमें लोहे की संयुज्यता ३ होती है। लोहे की दोनों श्रेणियों के लवण ज्ञात हैं। लेकिन इन सबो में फेरस सल्फेट या हरा कसीस (Ferrous sulphate or green vitriol) मुख्य है।

फेरस सल्फेट या हरा कसीस ($FeSO_4, 7\ H_2O$) :—लोहा, फेरस ऑक्साइड, फेरस कार्बोनेट या फेरस सल्फाइड पर तनु गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से फेरस सल्फेट का विलयन प्राप्त होता है। इससे रवाकरण द्वारा हरे कसीस के रवे प्राप्त होते है। फेरस सल्फेट प्रयोगशाला में हाइड्रोजन सल्फाइड कीप से उपफल जैसा प्राप्त होता है।

व्यापारिक मात्रा में फेरस सल्फेट लौह सल्फाइड मारकेसाइट के ऑक्सीकरण से प्राप्त होता है। मारकेसाइट के ढेर को खुली हवा में रख छोड़ते हैं। आर्द्र हवा की निरन्तर क्रिया से लौह सल्फाइड फेरस सल्फेट और गन्धकाम्ल में परिणत हो जाता है। तत्पश्चात् गन्धकाम्ल को लौह कतरन से म्लक्षारीय कर लेते हैं। फिर विलयन से कसीस के रवे प्राप्त किये जाते हैं।

गुण :—यह हल्के हरे रंग का रवेदार पदार्थ है। इसके अणु में रवा जल के ७ अणु हैं। यह जल में विलयनशील है। हवा में रख देने पर इसका रवाजल आंशिक रूप से अलग हो जाता है। साथ-ही-साथ इसका ऑक्सीकरण भी होता है। ३००° से० पर गर्म करने से श्वेत वर्ण का जलहीन लवण मिलता है। अधिक गर्म करने पर यह फेरिक ऑक्साइड में बदल जाता है।

उपयोगिता—यह फेरिक सल्फेट, फेरिक ऑक्साइड (रूज Rouge), मोर-लवण आदि के बनाने में प्रयुक्त होता है। यह रोशनाई बनाने, कपड़े पर पक्का रंग चढ़ाने तथा चमड़ा पकाने में व्यापारिक रूप से प्रयुक्त होता है। यह प्रयोगशाला में प्रमाण प्रतिकारक जैसा व्यवहृत होता है।

जंग लगना (Rusting) :—लोहे के बर्तन, औजार इत्यादि को खुली हवा में छोड़ देने से उन पर भूरे रंग की परत जम जाती है। इस भूरे एवं भुरभुरे पदार्थ को जंग तथा इस घटना को जंग लगना कहते हैं। जंग लगने की क्रिया बरसात के दिनों मे अधिक तेजी से होती है। जंग लोहे का जलयुक्त ऑक्साइड है।

जंग लगने के कारण :—जंग लगने का मुख्य कारण हवा एवं जल की सामूहिक क्रिया है। शुष्क हवा में लोहे पर जंग नहीं लगता तथा हवा रहित जल में भी लोहे पर जंग नहीं लगता। जंग लगने के लिए दोनों का होना आवश्यक है।

जंग से बचाव :—जंग से बचने के लिए लोहे को आर्द्र हवा के सम्पर्क में नहीं आना चाहिए। निम्नलिखित विधियों से लोहे का जंग से बचाव हो सकता है :—

(१) लोहे के ऊपर पालिश कर देने से,

(२) लोहे के ऊपर भेसलिन लगाने से,

(३) लोहे के ऊपर पेंट लगाने से,

(४) लोहे के ऊपर जलवाष्प प्रवाहित कर फेरसोफेरिक ऑक्साइड का परत जमाने से,

(५) लोहे को मिश्र-धातु में परिणत करने से।

लोहे पर पानी चढ़ाना (Tempering of steel) :—लोहे को अधिक तापमान तक गर्म कर पानी अथवा तेल में डुबाकर एकाएक ठंढा करने से लोहा कड़ा हो जाता है। इस विधि को कड़ा करना (Hardening) कहते हैं। तत्पश्चात् आवश्यकतानुसार कड़े लोहे को पुनः गर्म कर धीरे-धीरे ठंढा करने से इसमें मुलायमियत आ जाती है, जिससे उससे औजार बन सकें। इस पूरी विधि को लोहे पर पानी चढ़ाना (Tempering) कहते हैं। विभिन्न प्रकार के औजार तथा तेज हथियार बनाने के लिए यह क्रिया बहुत आवश्यक है।

स्मरणार्थ

लोहे की उपस्थिति :—यह स्वतन्त्र रूप में उलकापात में मिलता है। यह अधिकतर यौगिक के रूप में मिलता है। इसके मुख्य यौगिक मैगनेटाइट, हेमेटाइट, लौहपिराइटीज, सीडेराइट आदि हैं।

लोहे के भिन्न-भिन्न रूप :—प्रायः तीन तरह के लोहे तैयार होते हैं :—

(१) **बुन्दा या ढलवाँ लोहा**—इसमें कार्बन की मात्रा लगभग २–५% तक रहती है।

(२) **इस्पात या वज्रापन**—इसमें कार्बन की मात्रा ०·२–१·५% रहती है।

(३) **पिटवा लोहा**—इसमें कार्बन की मात्रा ०·१२–०·२५% तक रहती है।

ढलवें लोहे की तैयारी :—यह मैगनेटाइट या हेमेटाइट से प्राप्त किया जाता है। इसकी तैयारी में दो चरण होते हैं।

जारण—अयस्क (ore) को थोड़ा कोयला मिलाकर भट्ठियों में गर्म करते हैं। गर्म करने से अयस्क फेरिक ऑक्साइड में परिणत हो जाता है, तथा वह रन्ध्रमय होता है।

अवकरण—जारित अयस्क को कोयले और चूने के पत्थर के साथ वात भट्ठी में गर्म करते है। ऑक्साइड अवकृत होकर लौह में परिणत हो जाता है, एवं अशुद्धियाँ गल्य के रूप में पृथक हो जाती हैं। पिघले लोहे को साँचों में ढालकर लोहे के बड़े-बड़े कुन्दे प्राप्त होते हैं।

इस्पात की तैयारी :—प्राचीन काल में इस्पात अयस्क के अवकरण से प्राप्त होता था। आजकल यह ढलवें लोहे तथा पिटवें लोहे से तैयार होता है।

ढलवें लोहे से इस्पात बनाना—ढलवें लोहे से कार्बन की मात्रा कमकर इस्पात तैयार होता है। इसके लिए प्रायः दो विधियाँ प्रचलित हैं।

(१) **बेसिमर विधि**—पिघले ढलवें लोहे को अण्डाकार बेसिमर परिवर्त्तक में लेकर हवा प्रवाहित करते है जिससे कार्बन एवं अन्य अशुद्धियाँ ऑक्सीकृत होकर गैस अथवा गल्य के रूप में पृथक हो जाती हैं। तत्पश्चात् इसमें स्पीजेल मिलाकर कार्बन की मात्रा नियन्त्रित करते है।

(२) **खुली भट्ठी विधि**—यहाँ पर परिवर्तक के बदले ढलवें लोहे को खुली भट्ठी में गर्म करते है। यहाँ भी अशुद्धियाँ ऑक्सीकृत होकर पृथक हो जाती हैं। तत्पश्चात् स्पीजेल मिला कर कार्बन की मात्रा नियन्त्रित करते हैं।

पिटवें लोहे से इस्पात बनाना—पिटवें लोहे की छड़ों को कोयले के चूर्ण के साथ सीमेन्ट के बने बक्से में बन्दकर भट्ठियों में गर्म करते है। पिटवाँ लोहा कार्बन की समुचित मात्रा लेकर इस्पात में परिणत हो जाता है।

पिटवाँ लोहा बनाना—यह अधिकतर ढलवें लोहे से तैयार होता है। ढलवें लोहे को क्षेपण भट्ठी में गर्म कर पिघला लेते हैं। इस क्रिया में कार्बन ऑक्सीकृत होकर पृथक हो जाता है एवं पिटवाँ लोहा प्राप्त होता है।

लोहे के गुण—शुद्ध लोहा चमकीली धातु है। यह तन्य एवं आघात-वर्द्धनीय होता है। यह चुम्बकीय तथा विद्युत एवं ताप का सुचालक है। गर्म लोहे पर भाप प्रवाहित करने से हाइड्रोजन मिलता है। तनु अम्लों की प्रतिक्रिया से भी हाइड्रोजन मिलता है। आर्द्र हवा में इस पर जंग लग जाता है। लोहे पर विशुद्ध नाइट्रिक अम्ल की कोई प्रतिक्रिया नहीं होती है।

लोहे के मिश्र-धातु—भिन्न-भिन्न धातुओं के साथ लोहे के मिश्र-धातु बनते हैं। इनमें निम्नांकित मुख्य हैं।

(१) निकेल इस्पात, (२) क्रोमियम इस्पात (Stainless steel), (३) मैंगनीज इस्पात, (४) टंग्सटन इस्पात एवं (५) मोलिबडेनम इस्पात।

लोहे की उपयोगिता—ढलवाँ लोहा साधारण बर्त्तनों और रोजमर्रे की चीजों के बनाने तथा इस्पात एवं पिटवें लोहे की तैयारी में प्रयुक्त होता है।

इस्पात गार्डर, रेलवे लाइन, मोटर एवं मशीनों के पुर्जे तथा अन्य औजारों के बनाने के लिए प्रयुक्त होता है।

पिटवाँ लोहा अधिकतर जंजीर तथा कठोर औजारों के बनाने के लिए उपयुक्त होता है।

लोहे के यौगिक—लोहे के यौगिक प्रायः दो तरह के होते हैं।

(१) लौहस अथवा फेरस यौगिक एवं (२) लौहिक अथवा फेरिक यौगिक। इनमें फेरस सल्फेट अथवा हरा कसीस अधिक मुख्य है।

फेरस सल्फेट ($FeSO_4, 7H_2O$)—फेरस सल्फेट अथवा हरा कसीस लोहा, फेरस ऑक्साइड, फेरस सल्फाइड एवं फेरस कार्बोनेट पर तनु गन्धकाम्ल की प्रतिक्रिया से प्राप्त होता है। व्यापारिक मात्रा में यह लौह पिराइटीज़ के ढेर के वायुमंडल द्वारा ऑक्सीकरण से प्राप्त होता है।

यह हलके हरे रंग का रवादार ठोस पदार्थ है। जल में घुलनशील है। हवा में छोड़ देने पर आंशिक रूप से निर्जल तथा भूरे रंग का हो जाता है। गर्म करने पर यह फेरिक ऑक्साइड में परिणत हो जाता है। यह रोशनाई बनाने, कपड़े पर पक्का रंग चढ़ाने तथा चमड़ा पकाने के लिए प्रयुक्त होता है।

जंग लगना—आर्द्र हवा में लोहे को छोड़ देने से जल और हवा की सामूहिक प्रतिक्रिया से लोहे का जलयुक्त ऑक्साइड बनता है जिसे जंग कहते हैं, एवं इस क्रिया को जंग लगना कहते हैं।

जंग से बचाव—लोहे के औजारों को निम्नलिखित विधियों द्वारा जंग लगने से बचाया जा सकता है।

(१) औजारों को पालिश अथवा पेंट कर,

(२) औजारों में भेसलिन लगाकर,

(३) लोहे के मिश्र-धातु का औजार बनाकर,

(४) औजारों पर फेरसों फेरिक ऑक्साइड का परत जमाकर।

लोहे पर पानी चढ़ाना—लोहे को अधिक गर्म कर एकाएक ठंढा करने तथा उसे पुनः गर्मकर धीरे-धीरे ठंढा करने की सम्मिलित प्रतिक्रिया को लोहे पर पानी चढ़ाना कहते हैं।

अभ्यास

१. लोहा किस तरह प्रकृति में मिलता है ?

1. How does iron occur in nature ?

२. लोहे के मुख्य खनिज कौन-कौन हैं ? इनमें से किनका अयस्क जैसा उपयोग होता है।

2. What are the important minerals of iron ? Which of these are used as ores ?

३. लोहा कितने प्रकार के होते हैं ? उनमें क्या अन्तर है ?

3 What are different types of iron ? What is difference between them ?

४. ढलवाँ लोहा किस तरह तैयार होता है ?

4. How is cast iron manufactured ?

५. वात भट्ठी का वर्णन करें, एवं उसमें होनेवाली क्रियाओं का उल्लेख करें।

5. Give discription of Blast furnace and mention the important reactions which take place in it.

६. इस्पात का उत्पादन किस प्रकार होता है ?

6. How is steel manufactured ?

७. पिटवें लोहे से इस्पात किस तरह बनाया जाता है ?

7. How is steel obtained from wrought iron ?

८. लोहे के गुणों तथा उपयोगों का उल्लेख करें।

8. Mention the properties and uses of iron.

९. मिश्र-धातु से आप क्या समझते हैं? लोहे के मिश्र-धातु कौन-कौन हैं?

9. What do you understand by alloy? What are the important alloys of iron?

१०. लोहे के कितने तरह के यौगिक होते हैं।

10. What are the different types of iron compounds?

११. हरा कसीस किस तरह बनाया जाता है। इसके मुख्य गुणों एवं उपयोगों का उल्लेख करें।

11. How is ferrous sulphate prepared? Mention its important properties and uses.

१२. जंग लगने से आप क्या समझते हैं? लोहे के औजारों का जंग लगने से किस तरह बचाव हो सकता है?

12. What do you understand by rusting? How can the iron instruments be prevented from rusting?

१३. लोहे पर पानी चढ़ाने से आप क्या समझते हैं?

13 What do you understand by 'tempering'?

●

इक्कीसवाँ अध्याय

कुछ साधारण पदार्थों के गुणों का अध्ययन

(Study of the properties of some common substance)

यह बताया जा चुका है कि पदार्थ के दो प्रकार के गुण होते है, (१) साधारण गुण तथा (२) विशिष्ट गुण।

साधारण गुण भी दो तरह के होते हैं, (१) भौतिक गुण एवं (२) रासायनिक गुण। अतएव पदार्थों के साधारण गुणों के अध्ययन के निमित्त उनके भौतिक तथा कुछ रासायनिक गुणों का अध्ययन ही पर्याप्त होगा।

साधारणत: पदार्थों के गुणों का अध्ययन निम्नलिखित शीर्षकों के अन्तर्गत किया जाता है—

(क) **मौलिक पदार्थ का रूप,**

(ख) **पदार्थ की जल में घुलनशीलता,**

(ग) **पदार्थ पर ताप का प्रभाव**—रंग में परिवर्तन, नमी, उत्सादन, निकलनेवाले गैस का रंग, गन्ध तथा विभिन्न जाँच प्रतिकारकों के प्रति प्रतिक्रिया आदि,

(घ) **अम्ल का प्रभाव तथा**

(ङ) **क्षार का प्रभाव।**

निम्नलिखित पदार्थों को बारी-बारी से लें और उपर्युक्त शीर्षकों के अन्दर उनके गुणों का अध्ययन करें।

गन्धक, आयोडिन, प्लैटिनम, मैगनेसियम, नौसादर, पोटाशियम क्लोरेट, तूतिया, हरा कसीस, वाशिंग सोडा, लेड नाइट्रेट आदि।

(१) गन्धक (Sulphur) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	बेरवादार है।	यह बेरवादार पदार्थ है।
(२) रंग देखें।	हल्का पीला है।	इसका रंग हल्का पीला है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा पदार्थ है।
(४) सूँघें।	हल्की गन्ध है।	इसमें हल्की गन्ध होती है।
(५) पानी में डालें।	पानी में नहीं घुलता है।	यह पानी में अघुलनशील है।
(६) कार्बन डाइसल्फाइड में डालें।	घुल जाता है।	यह कार्बन डाइसल्फाइड में घुलता है।
(७) गर्म करें। अधिक गर्म करें।	पिघलता है। वाष्प के रूप में परिणत होता है तथा गैस निकलता है।	गर्म करने पर यह पिघलता है। अधिक गर्म करने पर वाष्प रूप में परिणत होता है।
(८) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	अम्ल में नही घुलता।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का गन्धक पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
(९) नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म करें।	अम्ल में घुल जाता है और भूरे रंग का गैस निकलता है।	नाइट्रिक अम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से गन्धकाम्ल बनता है और नाइट्रोजन पेरॉक्साइड निकलता है।
(१०) गन्धकाम्ल के साथ गर्म करें।	अम्ल में घुल जाता है और दम घुटनेवाला गैस निकलता है।	गन्धकाम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से सल्फर डाइऑक्साइड बनता है।
(११) सोडियम हाइड्राक्साइड के साथ गर्म करें।	यह सोडियम हाइड्राक्साइड में घुल जाता है।	यह सोडियम हाइड्राक्साइड के साथ प्रतिक्रिया कर सोडियम सल्फाइड बनाता है जो जल में घुलनशील है।

(२) आयोडिन (Iodine) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	छूने में रवादार है।	यह रवादार ठोस है।
(२) रंग देखें।	काला है।	ठोस का रंग काला होता है।
(३) सूंघें।	विशिष्ट गन्ध है।	इसमे विशिष्ट गंध होती है।
(४) पानी में डालें।	यह पानी में नहीं घुलता है।	यह जल में अघुलनशील है।
(५) गर्म करें।	बैंगनी वाष्प निकलता है।	गर्म करने पर आयोडीन वाष्प में परिणत हो जाता है जिसका रंग बैंगनी होता है।
(६) कार्बन डाइसल्फाइड में डालें।	घुल जाता है और रंग बैंगनी होता है।	यह कार्बन डाइसल्फाइड में घुलनशील है एवं घोल का रंग बैंगनी होता है।
(७) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	कोई प्रभाव नहीं पड़ता।	इसके साथ हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की कोई क्रिया नहीं होती।
(८) नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म करें।	घुल जाता है एवं भूरे रंग का गैस निकलता है।	नाइट्रिक अम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से नाइट्रोजन पेरॉक्साइड निकलता है।
(९) गन्धकाम्ल डालें।	गन्धकाम्ल की कोई प्रतिक्रिया नहीं होती।	गन्धकाम्ल का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
(१०) सोडियम हाइड्रॉक्साइड के घोल में डालें।	घुल जाता है।	सोडियम हाइड्राक्साइड के साथ प्रतिक्रिया होती है।
(११) पोटाशियम आयोडाइड के घोल में डालें।	यह पोटाशियम आयोडाइड के घोल में घुल जाता है और रंग बादामी होता है।	यह पोटाशियम आयोडाइड में घुलता है।

(३) प्लैटिनम (Platinum) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	चिकना है।	चिकना होता है।
(२) रंग देखें।	सफेद चमकीला है।	इसका रंग सफेद चमकीला होता है।
(३) हथौड़े से पीटें।	पीटने से चिपटा हो जाता है।	यह आघातवर्द्धनीय है।
(४) पानी में डालें।	पानी में नहीं घुलता है।	पानी का कोई प्रभाव नहीं पड़ता।
(५) गर्म करें।	चमकने लगता है।	अधिक गर्म करने पर चमकता है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	कोई क्रिया नहीं होती है।	इसके साथ हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की कोई क्रिया नहीं होती है।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	,,	इसके साथ नाइट्रिक अम्ल की कोई क्रिया नहीं होती है।
(८) गन्धकाम्ल डालें।	,,	इसके साथ गंधकाम्ल की कोई क्रिया नहीं होती है।
(९) कास्टिक सोडा का घोल डालें।	कोई असर नहीं पड़ता।	क्षार के साथ कोई प्रतिक्रिया नहीं होती है।

(४) मैगनेसियम (Magnesium) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	चिकना है।	चिकना होता है।
(२) रंग देखें।	सफेद चमकीला है।	इसका रंग सफेद चमकीला होता है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चिपटा हो जाता है।	यह आघातवर्द्धनीय है।
(४) पानी में डालें।	पानी में नहीं घुलता है।	पानी का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
(५) गर्म करें।	अधिक गर्म करने पर चकाचौंध करनेवाले प्रकाश के साथ जलता है।	अधिक गर्म करने पर जल उठता है और मेगनेसियम ऑक्साइड बनाता है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	अम्ल में डालने से हाइड्रोजन निकलता है।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से हाइड्रोजन मिलता है।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	नाइट्रिक अम्ल में घुल जाता है और हाइड्रोजन निकलता है।	नाइट्रिक अम्ल की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन निकलता है।
(८) गंधकाम्ल डालें।	गंधकाम्ल में घुलता है और हाइड्रोजन निकलता है।	गंधकाम्ल की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन निकलता है।
(९) कास्टिक सोडा का घोल डालें।	कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।	क्षार का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

(५) नौसादर (Ammonium Chloride) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	रवेदार है।	रवेदार ठोस पदार्थ है।
(२) रंग देखें।	सफेद है।	इसका रंग उजला है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा है।
(४) पानी में डालें।	घुल जाता है।	पानी में घुलनशील है।
(५) गर्म करें।	वाष्प बनता है और ठंढा होने से उत्साद के रूप में मिलता है।	अमोनियम क्लोराइड उत्सद पदार्थ है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	कोई प्रभाव नहीं पड़ता।	इस पर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	ठंढे में कोई प्रभाव नहीं पड़ता।	निम्न तापमान पर नाइट्रिक अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
(८) गंधकाम्ल डालें।	गर्म करने से धुँआता गैस निकलता है।	गंधकाम्ल के साथ गर्म करने से हाइड्रोजन क्लोराइड निकलता है जो आर्द्र हवा में धुँआता है।
(९) कास्टिक सोडा डालें और गर्म करें।	अमोनिया का गंध मिलता है जो लाल लिटमस को नीला कर देता है।	क्षार के साथ गर्म करने से अमोनिया गैस निकलता है जो लाल लिटमट को नीला कर देता है।

(६) पोटाशियम क्लोरेट (Potassium Clorate) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	रवेदार है।	रवेदार ठोस पदार्थ है।
(२) रंग देखें।	सफेद है।	इसका रंग उजला होता है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा है।
(४) पानी में डालें।	घुल जाता है।	यह पानी में घुलनशील है।
(५) गर्म करें।	पिघलता है, अधिक गर्म करने पर गैस निकलता है, जो संठी को प्रज्वलित कर देता है।	यह पिघल जाता है तथा उच्च तापमान पर विच्छिन्न होकर ऑक्सीजन देता है जो दहन का पोषक है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ गर्म करने से क्लोरिन गैस निकलता है।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को ऑक्सीकृत कर देता है तथा क्लोरिन मिलता है।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	गर्म करने पर विस्फोट होता है।	विस्फोटक पदार्थ उत्पन्न होता है।
(८) गंधकाम्ल डालें।	गर्म करने पर विस्फोट होता है।	विस्फोटक पदार्थ उत्पन्न होता है।
(९) कास्टिक सोडा का घोल डालें।	कोई प्रतिक्रिया नहीं होती है।	क्षार की कोई प्रतिक्रिया नहीं होती है।

नोट—पोटाशियम क्लोरेट को सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ बहुत सावधानी से गर्म करना चाहिए।

(७) तूतिया (Blue vitriol, copper sulphate) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	रवेदार है।	यह रवादार ठोस पदार्थ है।
(२) रंग देखें।	नीला है।	इसका रंग नीला होता है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा पदार्थ है।
(४) पानी में डालें।	घुल जाता है तथा घोल का रंग नीला होता है।	यह पानी में घुलनशील है एवं घोल का रंग नीला होता है।
(५) गर्म करें।	जल मुक्त होता है तथा रवे टूट जाते हैं।	रवा जल मुक्त होते है।
अधिक गर्म करें।	उजला अवशेष मिलता है तथा और अधिक गर्म करने पर काला हो जाता है।	निरुदित पदार्थ का रंग उजला होता है। अधिक गर्म करने पर कॉपर ऑक्साइड बनता है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	कोई परिवर्तन नहीं होता है।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	कोई परिवर्तन नहीं होता है।	नाइट्रिक अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता।
(८) गन्धकाम्ल डालें।	तनु गन्धकाम्ल का कोई असर नहीं पड़ता, सान्द्र गन्धकाम्ल डालने से ठोस का रंग उजला हो जाता है।	तनु गन्धकाम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता, पर सान्द्र गन्धकाम्ल को निरुदित कर देता है।
(९) कास्टिक सोडा का घोल डालें।	हल्का नीला अवक्षेप मिलता है।	कास्टिक सोडा के साथ कॉपर हाइड्राक्साइड का अवक्षेप देता है।
(१०) अमोनियम हाइड्राक्साइड डालें।	पहले हल्का नीला अवक्षेप मिलता है जो अधिक अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में घुलता है और रंग गाढ़ा नीला होता है।	पहले कॉपर हाइड्रॉक्साइड का अवक्षेप मिलता है जो अमोनिया के आधिक्य में घुल जाता है।

(८) हरा कसीस (Green vitriol, ferrous sulphate) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	खुरदार है।	यह खुरदार ठोस पदार्थ है।
(२) रंग देखें।	हल्का हरा है।	इसका रंग हल्का हरा होता है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा पदार्थ है।
(४) पानी में डालें।	घुल जाता है।	यह पानी में घुलनशील है।
(५) गर्म करें।	जल मुक्त होता है।	खुरा जल मुक्त होता है।
अधिक गर्म करें।	पहले उजला, बाद में भूरा अवशेष मिलता है।	फेरिक ऑक्साइड मिलता है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	कोई प्रभाव नहीं पड़ता।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	रंग भूरा हो जाता है।	फेरस सल्फेट फेरिक सल्फेट में परिणत हो जाता है।
(८) गन्धकाम्ल डालें।	तनु अम्ल का कोई प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु सान्द्र गन्धकाम्ल डालने पर पदार्थ उजला हो जाता है।	तनु गन्धकाम्ल का कोई असर नहीं पड़ता परन्तु सान्द्र गन्धकाम्ल के कारण खे निरुदित हो जाते हैं।
(९) कास्टिक सोडा का घोल डालें।	हरा अवक्षेप मिलता है।	फेरस हाइड्रॉक्साइड बनता है।

(६) वाशिंग सोडा (Washing soda, Sodium carbonate) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	चिकना रवादार है।	यह चिकना रवादार ठोस है।
(२) रंग देखें।	उजला है।	इसका रंग उजला होता है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा होता है।
(४) पानी में डालें।	घुलता है एवं घोल क्षारीय है।	यह पानी में घुलता है एवं क्षारीय घोल देता है।
(५) गर्म करें। अधिक गर्म करें।	जलवाष्प निकलता है। कोई परिवर्त्तन नहीं।	इसमें रवा जल रहता है। अधिक गर्म करने पर भी नहीं पिघलता है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	फदफदाहट के साथ गैस निकलता है जो चूना जल को दुधिया कर देता है।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस निकलता है।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	फदफदाहट के साथ गैस निकलता है जो चूना जल को दुधिया कर देता है।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस निकलता है।
(८) गधकाम्ल डालें।	फदफदाहट के साथ गैस निकलता है जो चूना जल को दुधिया कर देता है।	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइ-ऑक्साइड गैस निकलता है।
(९) कास्टिक सोडा का घोल डालें।	कोई परिवर्त्तन नहीं।	क्षार के साथ कोई प्रतिक्रिया नहीं होती है।

(१०) लेड नाइट्रेट (Lead nitrate) :

पदार्थ के साथ प्रयोग	निरीक्षण	निष्कर्ष
(१) स्पर्श करें।	रवादार है।	यह रवादार ठोस पदार्थ है।
(२) रंग देखें।	प्रायः रंगहीन है।	यह प्रायः रंगहीन पदार्थ है।
(३) हथौड़े से पीटें।	चूर हो जाता है।	यह भुरभुरा पदार्थ है।
(४) पानी में डालें।	घुल जाता है।	यह पानी में घुलनशील है।
(५) गर्म करें।	कड़कड़ाहट की आवाज होती है एवं भूरे रंग का गैस निकलता है।	गर्म करने से नाइट्रोजन पेरॉक्साइड मिलता है।
अधिक गर्म करें।	अधिक गैस निकलता है एवं अवशेष पिघल जाता है।	अधिक गर्म करने से लेड नाइट्रेट टूट कर लेड ऑक्साइड देता है।
(६) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालें।	उजला अवक्षेप मिलता है।	लेड क्लोराईड का उजला अवक्षेप मिलता है।
(७) नाइट्रिक अम्ल डालें।	कोई प्रतिक्रिया नही होती।	नाइट्रिक अम्ल की कोई प्रतिक्रिया नही होती।
(८) गंधकाम्ल डालें।	उजला अवक्षेप मिलता है तथा हल्का बादामी रंग का गैस मिलता है।	लेड सल्फेट का उजला अवक्षेप तथा बादामी रंग का नाइट्रोजन पेरॉक्साइड मिलता है।
(९) कास्टिक सोडा डालें।	उजला अवक्षेप मिलता है।	लेड हाइड्रॉक्साइड का अवक्षेप मिलता है।

स्मरणार्थ

(१) गंधक :—यह भुरभुरा, हल्के पीले रंग का ठोस पदार्थ है। पानी मे अघुलनशील किन्तु कार्बन डाइसल्फाइड में घुलनशील है। गर्म करने पर पिघलता है तथा अधिक गर्म करने पर वाष्प मे परिणत हो जाता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ कोई प्रतिक्रिया नही होती, लेकिन सान्द्र नाइट्रिक अम्ल एवं सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ गर्म करने से गन्धकाम्ल एवं सल्फर

डाइऑक्साइड में परिणत हो जाता है। क्षार के साथ प्रतिक्रिया होने से सल्फाइड एवं थायो सल्फेट बनते हैं।

(२) आयोडिन :—यह काले रंग का रवादार ठोस पदार्थ है। जल में अघुलनशील किन्तु कार्बन डाइसल्फाइड एवं अल्कोहल इत्यादि में घुलता है। गर्म करने पर बैंगनी वाष्प में परिणत हो जाता है। हाइड्रोक्लोरिक एवं सल्फ्यूरिक अम्ल का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु सान्द्र नाइट्रिक अम्ल के साथ गर्म करने से यह आयोडिक अम्ल में परिणत हो जाता है। क्षार के साथ प्रतिक्रिया होने से आयोडाइड एवं आयोडेट बनते हैं।

(३) प्लैटिनम :—यह सफेद रंग का चिकना एवं चमकीला धातु है। यह आघातवर्द्धनील एवं वर्धनशील तथा विद्युत् और ताप का चालक है। गर्म करने पर चमकता है। पानी में अघुलनशील है तथा अम्लों का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

(४) मैगनेसियम :—यह सफेद रंग का, हल्का, चिकना एवं चमकीला धातु है। यह आघातवर्द्धनीय है। यह पानी मे नहीं घुलता है। गर्म करने पर चमकता है तथा अधिक तापमान पर चकाचौंध करनेवाले प्रकाश के साथ जलता है। अम्लों की प्रतिक्रिया से हाइड्रोजन मिलता है। क्षारों की इसपर कोई प्रतिक्रिया नही होती है।

(५) नौसादर :—यह उजले रंग का रवादार ठोस पदार्थ है। पानी में अति घुलनशील है। गर्म करने पर उत्साद के रूप मे मिलता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की कोई प्रतिक्रिया नहीं होती किन्तु सान्द्र नाइट्रिक अम्ल एवं सान्द्र गन्धकाम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से क्रमशः क्लोरिन तथा हाइड्रोजन क्लोराइड गैस मिलते हैं। क्षार के साथ प्रतिक्रिया होने से अमोनिया मिलता है।

(६) पोटाशियम क्लोरेट :—यह उजले रंग का रवेदार ठोस पदार्थ है। पानी में घुलनशील है। गर्म करने पर पिघल जाता है तथा अधिक तापमान पर विछिन्न होकर ऑक्सीजन देता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से क्लोरिन मिलता है तथा नाइट्रिक अम्ल अथवा गन्धकाम्ल के साथ प्रतिक्रिया होने से विस्फोटक पदार्थ मिलते हैं।

(७) तूतिया :—यह नीले रंग का रवादार ठोस पदार्थ है। पानी में अति घुलनशील है। गर्म करने पर रवाजल मुक्त होता है। अधिक गर्म करने पर काला अवशेष बचता है। अम्लों का इसपर साधारणतः कोई प्रभाव नही पड़ता

क्षारों के साथ प्रतिक्रिया होने से हल्के नीले रंग का अवक्षेप मिलता है। यह अवक्षेप अमोनिया हाइड्राक्साइड के आधिक्य में घुलकर गाढ़े नीले रंग का घोल देता है।

(८) हरा कसीस :—यह हल्के रंग का रवादार ठोस पदार्थ है। पानी में घुलनशील है। गर्म करने पर रवाजल मुक्त होता है। अधिक गर्म करने पर भूरे रंग का अवशेष बचता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एवं गन्धकाम्ल का इसपर कोई प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु नाइट्रिक अम्ल की क्रिया से यह ऑक्सीकृत होकर फेरिक सल्फेट मे परिणत हो जाता है। कास्टिक सोडा के साथ हलका हरे रंग का अवक्षेप मिलता है।

(९) वाशिंग सोडा :—यह चिकना रवेदार ठोस है। इसका रंग उजला है। यह पानी में घुलनशील है। गर्म करने पर रवाजल मुक्त होता है। अम्लों की प्रतिक्रिया से कार्बन डाइऑक्साइड मिलता है। क्षारों की इसपर कोई प्रतिक्रिया नहीं होती।

(१०) लेड नाइट्रेट :—यह प्रायः रंगहीन रवादार ठोस पदार्थ है। पानी में अति घुलनशील है। गर्म करने पर यह कड़कड़ाहट के साथ विछिन्न होता है और नाइट्रोजन पेरॉक्साइड निकलता है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ लेड क्लोराइड का श्वेत अपक्षेप तथा गन्धकाम्ल के साथ लेड सल्फेट का श्वेत अवक्षेप देता है। सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ लेड हाइड्रॉक्साइड का अवक्षेप देता है।

अभ्यास

१. निम्नलिखित वस्तुओं पर ताप के प्रभाव का वर्णन करें—
(क) आयोडिन, (ख) नौसादर, (ग) तूतिया।

1. Describe the action of heat on the following substances—
(a) Iodine, (b) Ammonium cloride, (c) Blue vitriol.

२. निम्नलिखित वस्तुओं पर खनिज अम्लों का क्या प्रभाव पड़ता है—
(क) गंधक, (ख) मैगनेसियम, (ग) वाशिंग सोडा।

2. What are the effects of mineral acids on the following substances
(a) Sulphur, (b) Magnesium, (c) Washing Soda.

बाइसवाँ अध्याय

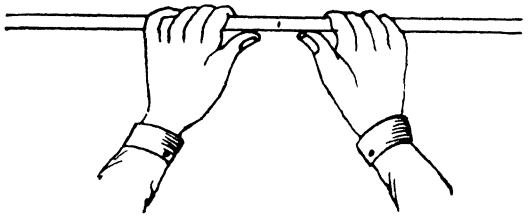
सरल उपकरण प्रस्तुत करना

(To set up a Simple Apparatus)

प्रयोगशाला में गैस बनाने तथा अन्य कामों के लिए विभिन्न प्रकार के उपकरणों की आवश्यकता होती है। इन्हें प्रस्तुत करने के लिए भाँति-भाँति के पात्र, भिन्न-भिन्न कोणों पर मुड़ी हुई नलियाँ, काग, रबर नली इत्यादि की जरूरत होती है। अतः एक सरल उपकरण प्रस्तुत करने की विभिन्न प्रक्रियाएँ नीचे दी जाती हैं।

(१) काँच-नली काटना (To cut a glass tube) :—काँच-नली तिपहलू रेती (Triangular file) या काँच काटनेवाले चाकू से काटी जाती है।

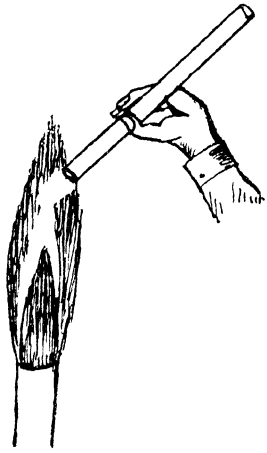
प्रयोग—एक काँच-नली टेबुल पर बायें हाथ से पकड़ें और दायें हाथ में एक तेज रेती के सहारे गहरा निशान बनायें। निशान बनाने के लिए रेती को बराबर एक ही दिशा में खींचें। यदि एक बार में गहरा निशान न बने तो उसी स्थान पर पुनः निशान दें।



चित्र ६६

नली को दोनों हाथों से इस प्रकार पकड़ें कि निशान आपके दूसरी ओर हो (चि० ६६)। अब एक ही साथ नली को अंगूठों से आगे दबाएँ एवं हाथ से दोनो बगल खींचें। नली निशान के स्थान पर तेज सिरे के साथ टूट जायगी।

(२) नली के सिरे को गोल करना या चिकनाना :—नली के तेज सिरे को प्रकाशहीन बुनसेन ज्वाला में गर्म कर चिकनाते हैं।

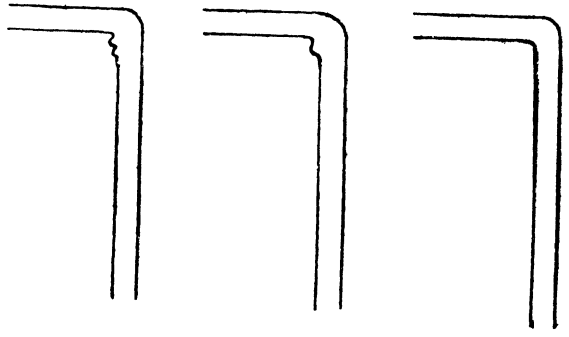


चित्र ७०

प्रयोग—काँच-नली के तेज सिरे को प्रकाशहीन बुनसेन ज्वाला में रखें और उसे बराबर घुमाएँ जिससे कि वह समान रूप से गर्म हो सके। काँच-नली को तिरछा (४५° पर) रख कर घुमाएँ (चि० ७०)। जब काँच-नली थोड़ा पिघल जाय, उसे बाहर निकाल लें। अधिक समय तक गर्म करने से नली के मुँह के बन्द हो जाने की सम्भावना रहती है।

(३) काँचनली को मोड़ना :—काँच-नली मोड़ने की क्रिया सदा मीन-पुच्छ ज्वालक (Fish-tail burner) की सहायता से की जाती है।

प्रयोग—नली को मीन-पुच्छ ज्वालक में इस प्रकार रखें कि नली मोड़ने के स्थान पर लौ में तथा लौ की लम्बाई के समानान्तर हो। नली को सदा घुमाते रहें और जब उसमें मुड़ने की प्रवृत्ति हो जाय तो उसे लौ से निकाल कर



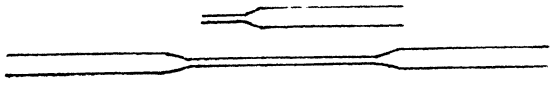
बुरे मोड़ अच्छा मोड़

चित्र ७१

ऐसबेस्टस बोर्ड (Asbestos board) पर रखें और अभीष्ट कोण पर मोड़ लें। अच्छे और बुरे मोड़ चि० ७१ में दिखलाए गए हैं।

जेट (Jet) खींचना या टोंटी बनाना—जेट प्रकाशहीन (non luminous) लौ में गर्म कर खींचे जाते है।

प्रयोग—एक काँच-नली को बुनसेन ज्वाला की प्रकाशहीन लौ मे गर्म करें। उसे बराबर घुमाकर इस प्रकार गर्म करें कि मध्य भाग काफी मुलायम हो जाय। तत्पश्चात् उसे लौ से निकाल कर पूरी तत्परता से दोनों ओर खींचें। चि० ७२ में दिखाए गए जैसा जेट प्राप्त होगा।

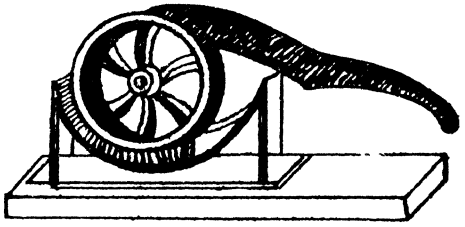


चित्र ७२

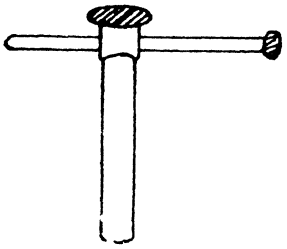
अब इसे टेबुल पर रख कर सावधानी के साथ एक तेज रेती से पतले भाग के बीच में काटें। इस प्रकार दो टोंटियाँ प्राप्त होंगी। इनके किनारों को बुनसेन बत्ती में सावधानी से चिकना लें।

(५) काग में छेद करना—उपयुक्त काग-छेदक से काग में छेद किया जाता है।

प्रयोग—पात्र के मुँह लायक एक अच्छा काग चुनें और उसे पानी से भिगाकर कागचापक (Cork presser) में दबायें (चि० ७३) जिससे वह मुलायम हो जाय। तत्पश्चात निर्दिष्ट काँच-नली के उपयुक्त तेज काग-छेदक लें (Cork borer, चि० ७४)। काग के पतले भाग को ऊपर कर उसे टेबुल पर रखें। अब काग को बायें हाथ से कस कर दबाए रखें और दाहिने



चित्र ७३



चित्र ७४

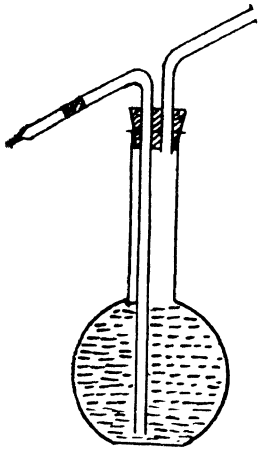
हाथ से काग छेदक को अभीष्ट स्थान पर लम्ब रूप से रखें तथा घुमाते हुए नीचे दबायें। जब काग-छेदक लगभग आरपार हो जाय तो काग को एक लकड़ी के तख्ते पर रखकर काग-छेदक को कसकर नीचे दबाएँ। ऐसा करने से एक अच्छा छेद होगा। अब काग-छेदक को घुमाकर निकाल लें और काग के कटे हुए टुकड़ों को निकाल दें।

नोट—यदि एक छेद करना हो तो उसे काग के मध्य में कर दें। किन्तु एक से अधिक छेद होने पर उन्हें परस्पर समदूरी पर होना चाहिए।

धोवन बोतल (Wash bottle) प्रस्तुत करना

प्रयोग—धोवन बोतल का चित्र खींचें। उसे प्रस्तुत करने के लिए काँच-नली के तीन टुकड़ें लें, जिनकी लम्बाई प्रायः ४", ८" और १½" हो। पहले ४" वाले टुकड़े को लगभग १२०-१३५° कोण पर मोड़ लें। ८" वाली नली को प्रायः किनारे से १½" की दूरी पर ६०-४५° पर मोड़ें। तत्पश्चात् तीसरी नली से एक जेट तैयार करें और जेट को लम्बी नली के छोर से रबर नली के द्वारा जोड़ दें।

फ्लास्क के मुँह लायक एक अच्छा काग लेकर उसमें मोड़ी नलियों के उपयुक्त दो छेद करें। नलियों को काग में प्रविष्ट कराकर काग को फ्लास्क के मुँह में लगा दें। इस प्रकार चित्र ७५ जैसा उपकरण प्रस्तुत हो जायगा।



चित्र ७५

यह जाँचने के लिए कि उपकरण वाता-प्रवेश (Air tight) है, अथवा नहीं, फ्लास्क में आधा पानी भर लें और काग के दोनों सुराखों के नजदीक तथा काग और फ्लास्क के सम्पर्क स्थान पर थोड़ा पानी रखकर तथा जेट को उँगली से बन्द कर छोटी नली से फ्लास्क के अन्दर हवा फूँकें। यदि उपकरण वाताप्रवेश है तो सुराखों पर और काग के बगलवाले भाग पर कोई बुलबुले न दीखेंगे।

पानी फेंक कर और फ्लास्क को स्रावित जल से धोकर उसमें स्रावित जल भर दें। इस प्रकार धोवन बोतल (चित्र ७५) आपके काम के लिए तैयार हो गया।

स्मरणार्थ

काँच-नली काटना :—काँच-नली तिपहलू रेती अथवा काँच काटनेवाली चाकू से काटी जाती है।

काँच-नली के सिरे को चिकनाना :—नली के तेज सिरे को बुन्सेन ज्वालक की प्रकाशहीन लौ मे गम कर चिकनाते है।

काँच-नली मोड़ना :—काँच-नली को मीन-पुच्छ ज्वालक के प्रकाशमय लौ में गर्म कर मोड़ा जाता है।

टोंटी बनाना :—काँच-नली को प्रकाशहीन लौ में गर्म कर टोंटी बनायी जाती है।

काग में छेद करना :—सर्वप्रथम उपकरण के योग्य उचित काग को पानी से भिगाकर कागचापक में दबाकर मुलायम बना लिया जाता है। तत्पश्चात् उसे टेबुल पर रखकर तेज कागछेदक से एक या दो छेद आवश्यकतानुसार बना लिये जाते हैं।

उपकरण प्रस्तुत करना :—उपकरण प्रस्तुत करने के लिए आवश्यक अंगों को तैयार कर उपकरण सुसज्जित करना चाहिए जो देखने में बेमेल (Disproportionate) न मालूम हो।

अभ्यास

१. दी हुई काँच-नलियों को निर्दिष्ट कोणों पर मोड़ें।
1. Bend the glass tubes at definite angles.

२. धोवन बोतल के कौन-कौन अंग हैं? उन्हें किस प्रकार प्रस्तुत करेंगे?
2. What are different parts of a wash bottle? How would you obtain them?

३. अपने काम के लिए एक धोवन बोतल तैयार करें।
3. Set up a wash bottle for your use.

४. दिये हुए चित्रानुसार एक उपकरण प्रस्तुत करें।
4. Set up an apparatus as given in the sketch.

५ शुष्क अमोनिया बनाने के लिए उपकरण प्रस्तुत करें ।

5. Set up an apparatus for the preparation of dry ammonia.

६. एक गैस को एक ठोस और द्रव के मिश्रण को गर्म करके बनाना है। इसके लिए उपकरण तैयार करें ।

6. A gas is to be prepared by heating a mixture of a solid and a liquid. Set up an apparatus for it.

७. हाइड्रोक्लोरिक एसिड गैस द्वारा साधारण नमक को शुद्ध करने के उद्देश्य से एक उपकरण प्रस्तुत करें ।

7. Set up an apparatus with a view to purify common salt by hydrochloric acid gas.

तेईसवाँ अध्याय

कुछ वैज्ञानिकों की जीवनी

मैडम क्यूरी

(Madame curie)

मेरी एस्क्लोडोवास्का (Sklo dowaska) का जन्म सन् १८७७ ई० में पोलैण्ड की राजधानी वारसा में हुआ था। शैशव काल में ही माँ का देहान्त हो जाने के कारण मेरी का पालन-पोषण पिता ही के द्वारा हुआ। उन दिनों पोलैण्ड रूस के जार सरकार के मातहत था। देश की गुलामी और उसके खिलाफ आन्दोलन का आह्वान मेरी को विचलित करने लगा। पिता ने इसलिए मेरी को बहन के यहाँ पेरिस भेज दिया। यही पर मेरी ने प्रवेशिका की परीक्षा दी। मेरी अपने पैरों खड़ा होना चाहती थी। उसने सारबोन नामक प्रयोगशाला में नौकरी करके अपनी पढ़ाई-लिखाई चालू रखी। इसी प्रयोगशाला में पेरी नामक वैज्ञानिक, जो भौतिक शास्त्र का प्राध्यापक था, के संसर्ग मे आयी और बाद में उन्ही के साथ शादी भी की।

मेरी के अनुसंधान का क्षेत्र तेजस्क्रियता (radio activity) था। सन् १८९८ ई० में पीचब्लेन्ड नामक खनिज की तेजस्क्रियता का मापन कर मेरी ने अनुमान लगाया कि उसमें कोई ऐसा जरूर तत्व है जो यूरानियम से भी ज्यादा तेजस्क्रिय है। इस प्रकार पति और पत्नी दोनों ने मिलकर उस नये पदार्थ की खोज शुरू की। सन् १९०२ में दोनों मिलकर रेडियम लवण के रूप में बनाने में सफल हुए। दूसरे ही साल मेरी को डाक्टर की उपाधि दी गयी और पति के साथ भौतिक शास्त्र में आधा नोबेल पुरस्कार द्वारा भी सम्मानित हुई।

पति के आकस्मिक देहान्त के पश्चात् मेरी अपने काम में लगी रही। पीच ब्लेन्डे का विश्लेषण जारी रखी और प्रत्येक पृथक्करण के बाद तेजस्क्रियता का मापन करके उसने पता लगाया कि सारे खनिज (पीच ब्लेन्डे) का यह

गुण केवल दो पदार्थों के ही चलते हैं। मेरी ने पहले इन दोनों पदार्थों को बेरियम तथा विसमथ समझा। लेकिन बाद में बहुत विशुद्धिकरण के पश्चात् इन दोनों तत्वों से बहुत मिलते-जुलते दो अलग पदार्थ पाये गये और उन्हें तत्व के रूप में निकाला। पहला तत्व जो बेरियम के साथ था, रेडियम कहलाया। यह शब्द रेडियो एक्टीभोटी से लिया गया। दूसरा पदार्थ जो बिसमथ के साथ पाया गया, उसे मेरी ने अपने देश पोलैण्ड के नाम पर पोलोनियम रखा।

इन दो नये तत्वों के आविष्कार के फलस्वरूप मेरी को सन् १९११ ई० में रसायन शास्त्र में फिर नोबेल पुरस्कार द्वारा सम्मानित किया गय। वह मेरी क्यूरी थी जो दो बार नोबेल पुरस्कार में सम्मानित हुई।

मेरी का कार्य इतना ही नहीं रहा। उसने रेडियो एक्टीभ पदार्थों के गुणों का विशेष अध्ययन किया।

इस तरह मेरी अपने अन्तिम दिनों तक विज्ञान और मनुष्य जाति की सेवा में लगी रही। प्रथम विश्वयुद्ध में प्रयोगशाला से बाहर आकर नर्स के रूप में मानव जाति की सेवा की। युद्ध के बाद भी किस तरह रेडियो एक्टीभ पदार्थ मनुष्य की भलाई में काम आयें, इसकी खोज चालू ही रखी। सन् १९२४ ई० में रेडियो एक्टीभ विकरण द्वारा उत्पन्न रोग से ही मेरी का अवसान हुआ।

जौन डाल्टन
(John Dalton)

जौन डाल्टन का जन्म इङ्गलैंड में रेगली फिल्ड (Raglyfield) नामक गाँव के एक जुलाहा परिवार में सन् १७६६ ई० में हुआ था। परिवार की आर्थिक स्थिति अच्छी नहीं रहने के कारण इनकी शिक्षा-दीक्षा ग्रामीण स्कूल में ही हुई। १५ वर्ष की अवस्था में वे गाँव से केन्डल में लाये गये, जहाँ पर नौकरी के साथ स्वतंत्र रूप में अपनी पढ़ाई भी जारी रखी। सन् १७९३ ई० में मैनचेस्टर न्यू कॉलेज में लाये गये और गणित तथा प्राकृतिक दर्शन के शिक्षक (Tutor) रहे। फिर छः वर्षों के बाद मैनचेस्टर में ही गणित तथा रसायन के शिक्षक का कार्य-भार ग्रहण किया।

केन्डल में अपने एक सम्बन्धी जो वायुमान वैज्ञानिक (meteorologist) थे, के साथ रहने के कारण इनका अनुसन्धान का पहला क्षेत्र वायुमान वैज्ञानिक (meteorology) ही रहा। इसके सम्बन्ध में सबसे बड़ी रहस्य की बात यह है

कि सारे यंत्र जिनसे इन्होंने कार्य किया, अपने ही खुद बनाये। इन्होंने ताप-मापक तथा चाप-मापक यंत्र भी बनाये, जिनकी लोगों ने बहुत ही सराहना की। यह ध्यान देने की बात है कि उस समय मोमबत्ती (Candle) ही गर्म आदि करने का साधारण साधन थी। इन्होंने वायुमंडल का विशेष अध्ययन भी किया।

इसके बाद इनका अनुसन्धान का दूसरा क्षेत्र रासायनिक दर्शन रहा। इस क्षेत्र में इन्हें बहुत ख्याति मिली। सन् १८०८ ई० में इन्होंने New system of chemical philosphy प्रकाशित कर संसार को पारमाणविक सिद्धान्त (Atomic theory) दिया, जिसके लिए रसायन शास्त्र आज भी ऋणी है।

पारमाणविक सिद्धान्त में इन्होंने बताया कि हरेक पदार्थ बहुत ही सूक्ष्म कणों से बना हुआ है। ये कण विभाजित नहीं किये जा सकते, और न स्वतंत्र रूप में ही पाये जा सकते है। ये कण परमाणु (Atom) कहलाये।

एक तत्व के परमाणु आपस में समान होते है, परन्तु विभिन्न तत्वों के कण आपस में भिन्न होते है। जिस प्रकार तत्व का परमाणु अन्तिम (ultimate) कण है, इसी प्रकार यौगिक के भी अन्तिम कण परमाणु ही होंगे जिन्हें यौगिक परमाणु कहते है।

यद्यपि कुछ दिनों तक डेभी आदि कुछ विद्वानों ने पारमाणविक सिद्धान्त को मान्यता नहीं दी लेकिन बाद में डेभी, थामसन तथा गेलुसक, ने इस सिद्धान्त को बहुत खूबी के साथ अपनाया। यदि यह कहा जाय कि डाल्टन ही एक ऐसा वैज्ञानिक हुआ जिसका सिद्धान्त आज तक लोकप्रिय रहा तो इसमें कोई अत्युक्ति नहीं होगी। हालाँकि परमाणु रचना (Atomic structure) का अनुसंधान हुआ और बहुत-सी बातों का पता चला लेकिन तो भी डाल्टन का सिद्धान्त करीब-करीब अछूता रहा।

डाल्टन को १८३१ ई० में लकवा का रोग हुआ और सात वर्ष के बाद इसी रोग से उसका देहान्त भी हुआ।

केभेन्डिश
(Cavendish)

कैभेन्डिश का जन्म इङ्गलैंड के एक कुलीन परिवार में, अक्टूबर १०, सन् १७३१ ई० में हुआ था। स्कूल की शिक्षा तो हैकने में हुई, लेकिन कालेज की

शिक्षा कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय में हुई। यद्यपि इन्होंने चार साल तक विद्या हासिल की, लेकिन अन्त में बिना स्नातक की डिग्री लिये कैम्ब्रिज छोड़ दिया।

कॉलेज छोड़ने के दश वर्ष तक कैभेन्डिश ने क्या किया वह पता नहीं चलता है। लेकिन बाद में इनका झुकाव रसायन की तरफ हुआ। सर्वप्रथम इन्होंने ज्वलनशील गैस (inflamable air), जिसे आजकल हाइड्रोजन कहते हैं, के बहुतेरे गुणों की परीक्षा की तथा इससे जल को रचना करके दिखाया।

इनकी दूसरी खोज 'हवा पर प्रयोग' नामक शीर्षक से प्रकाशित हुई। एक ग्लोब में ज्वलनशील गैस और हवा लेकर विस्फोट करके उन्होंने दिखाया कि करीब सब ज्वलनशील गैस और $\frac{1}{5}$ हवा मिलकर जल का निर्माण होता है। इस प्रकार कैभेन्डिश, शीले तथा लभ्वाजिये सहमत हुए कि हवा में दो पदार्थ है dephlogisticated air (oxygen) तथा phlogisticated air (nitrogen)।

कैभेन्डिश ने एक अलग प्रकाशन में नाइट्रिक अम्ल की रचना की खोज की।

Phlogisticated air के बारे में लिखते हुए कैभेन्डिश ने संदेह किया कि हवा में यह एक ही प्रकार का नहीं है, वरन् इसमें भी कुछ अज्ञात गैस हैं। और सौ वर्षों के बाद उसका सन्देह सच निकला, जब लार्ड रैले ने आर्गन आदि गैसों को खोज निकाली।

बाद में कैभेन्डिश का अनुसंधान पारिमाणिक दृष्टिकोण (quantitative aspects) से भी हुआ। उन्होंने न केवल हवा में दो गैसों की मौजूदगी बतायी, बल्कि प्रयोग से इन्होंने निकाला कि दोनों गैसों की प्रतिशत मात्रा कितनी है।

Oxygen	20·833
Nitrogen	79.167
	100.000

सबसे बड़ी बात यह है कि ये अंक आज के मान (Values) हैं, जो आधुनिक प्रयोगों से निकाले गये हैं। ये बहुत मिलते-जुलते हैं।

इसी प्रकार जल की रचना में भी उन्होंने हाइड्रोजन तथा आक्सीजन का प्रतिशत भाग निकाला। इस तरह कैभेन्डिश ने उस समय के साधनों द्वारा ही बहुत निश्चयात्मक ढंग से काम किया।

सन् १८१० ई० में उनका देहान्त हुआ।

फाराडे
(Faraday)

माइकेल फाराडे का जन्म इंगलैंड के साधारण परिवार में सन् १७९१ ई० में हुआ था। घर की आर्थिक स्थिति खराब होने के कारण तेरह वर्ष की अवस्था में ही इन्हें एक जिल्दसाज के यहाँ नौकरी करनी पड़ी और इक्कीस वर्ष तक उसी पेशा में लगे रहे। जिल्दसाज के यहाँ ही इन्होंने बहुत-सी किताबों का अध्ययन किया। यहीं पर आपने रसायन तथा विद्युत (Electricity) की किताबें भी पढ़ीं तथा इन विषयों में अभिरुचि रखना शुरू किया। आप मौका पाकर वैज्ञानिक विषयों के व्याख्यानों मे भी शरीक होने लगे। एक बार सरहफ्री डेभी के व्याख्यान से आप बहुत प्रभावित हुए और उनके यहाँ विज्ञान की सेवा में अपने को लगाने के लिए प्रार्थना पत्र भी भेजा। सर डेभी को आप जैसे प्रतिभाशाली को पहचानते देर न लगी और उन्होंने रॉयल इन्स्टिच्यूट (Royal Institute) में प्रयोगशाला-सहायक के रूप में आपकी नियुक्ति करायी। एक साल के बाद जब सर डेभी यूरोपीय देशों (Continents) के भ्रमण के लिए निकले तो आपको सचिव तथा वैज्ञानिक सहायक (Secretary and Scientific Assistant) के रूप में साथ रहने का सौभाग्य प्राप्त हुआ। भ्रमण से लौटने पर तुरत आपकी पदोन्नति (promotion) उपकरण अधीक्षक और बाद में प्रयोगशाला अधीक्षक के रूप मे हुई। उसी समय आपने शादी भी की।

आपका वैज्ञानिक कार्य विभिन्न विषयों पर हुआ। आपने विद्युत पर चुम्बक के असर का अध्ययन किया और विद्युत चुम्बकीय प्रभाव (Electro magnetic induction) का आविष्कार किया और इसी electro magnetic induction के चलते ही बाद में induction coil, चुम्बकीय विद्युत मसीन, आधुनिक डायनेमो आदि यंत्रों का आविष्कार हुआ, जिससे विद्युत खुद पैदा की जाती है।

बाद में आपका ध्यान ठोस और तरल पदार्थों की विद्युत-चालकता (Conductivity) की ओर गया और बहुत से धोलक तथा धोल की चालकता और विद्युत्-विच्छेदन पर अध्ययन किया। आप धनोद, ऋणोद, विद्युत्-विच्छेदन तथा आयन (ions) के आदि शब्दावलियों को बनाया और

विद्युत-विच्छेदन के नियम का भी उल्लेख किया जो फाराडे के विद्युत्-विच्छेदन के नियम के नाम से मशहूर है।

आपका शोध गैसों को द्रवीभूत करने पर भी हुआ। दबाव को बढ़ा कर तथा तापक्रम को कम करके आप हाइड्रोजन, आक्सीजन, नाइट्रोजन, मार्स गैस आदि को तरल के रूप में लाने में सफलीभूत हुए।

अन्त में आपने चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic field) का Polarized light पर असर का अध्ययन भी किया।

इन वैज्ञानिक कार्यों के फलस्वरूप आपको खूब इज्जत तथा ख्याति मिली। आपको महारानी (Queen) ने हैम्पटन कोर्ट ग्रीन नामक महल दिया जिसमें आपने अपनी जिन्दगी अन्तिम समय (१८६७ ई०) तक गुजारी।

लभ्वाजिये
(Lavoisier)

लभ्वाजिये का जन्म १७४३ ई० में फ्रांस देश में हुआ। आपकी शिक्षा मैजरोन कॉलेज (College Mazarin) में हुई जो बहुत अच्छे कॉलेजों में गिना जाता है। सर्वप्रथम आपने कानून का अध्ययन किया लेकिन बाद में आपका ध्यान गणित तथा भौतिक विज्ञानों की ओर अग्रसर हुआ। थोड़े ही दिनों में विज्ञान की आपने अच्छी जानकारी हासिल कर ली। अट्ठाइस वर्ष की अवस्था में आपकी शादी मेरी एनी के साथ हुई जो अभी केवल चौदह वर्ष की थी।

आपने हवा पर बहुत सारे प्रयोग किये। किसी वस्तु के जलाने से वजन की वृद्धि होती है इसको पहले फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त द्वारा समझाया जाता था। जलने के बाद इससे ऋण वजन निकल जाता है और वजन में वृद्धि होती है। लभ्वाजिये ने इसको चुनौती (challenge) दी और बहुत वस्तुओं, सल्फर, पारा, जस्ता, मोमबत्ती आदि जलाकर अच्छी तरह से प्रयोग करके दिखाया कि जलाने पर वजन इसलिए बढ़ता है कि वह हवा के साथ मिलता है और आसपास के हवा के वजन में उतनी ही कमी होती है। इस तरह लभ्वाजिये के परिश्रम से फ्लॉजिस्टनवाद का अन्त हुआ। उनके प्रयोगों में सबसे बड़ी विशेषता यह थी कि वे पारिमाणिक (quantitative) होते थे, ये वजन और माप के प्रयोग में कभी भी नहीं थकते थे।

लभ्वाजिये ने प्रयोग द्वारा हवा के दो प्रमुख अंगों का पता लगाया। एक जो मोमबत्ती को जलाता है, जिसमें हम साँस लेते हैं, जो लोहा के ऊपर जंग लगने में सहायता करता है, उस अंग को आक्सीजन बतलाया। दूसरा जिसमें मोमबत्ती बुझ जाती है, हम साँस नहीं ले सकते उसे एजोट (Azote) हवा बतलाया।

जल की रचना के सम्बन्ध में हालाँकि सब प्रयोग कैभेन्डिस द्वारा किये गये लेकिन उनकी क्रमबद्ध व्याख्या लभ्वाजिये ने ही की।

लभ्वाजिये ने ताप के सम्बन्ध में कैलोरी शब्द निकाला। उसने जानवरों के साँस लेने में उत्पन्न ताप और कार्बन डाइआँक्साइड की भी मात्रा निकाली। इसके बावजूद लभ्वाजिये ने बहुत से कार्बनिक यौगिकों का विश्लेषण भी किया।

इस तरह लभ्वाजिये का कार्य बहुत ही महान रहा। उसने रसायन शास्त्र का क्रम बद्ध सिलसिला तैयार किया जिसके लिये वह 'रसायन शास्त्र का पिता' के नाम से मशहूर हुआ।

लभ्वाजिये का देहान्त सन् १७९४ ई० में हुआ।



परिशिष्ट १

पेट्रोलियम (Petroleum)

सन् १८२९ ई० में किर (Kier) नामक एक व्यक्ति ने नमक की खोज में एक कुआँ खुदवाया जिससे तेल के जैसा पदार्थ निकला। पहले इसका उपयोग दवा के रूप में किया गया। बाद में इसके स्रावित भाग में प्रकाश के साथ जलने की क्षमता पायी गयी, इसलिए 'किर' के नाम पर यह किरासन तेल (Kerosene oil) के नाम से प्रसिद्ध हुआ।

कुछ वर्षों के बाद इस तेल का आंशिक स्रवण किया गया और निम्नलिखित उपयोगी पदार्थ प्राप्त हुए :—

गैस :—ये गैस नली द्वारा दूर तक भेजे जाते हैं और प्रकाश तथा जलावन के रूप में इस्तेमाल किये जाते हैं।

पेट्रोलियम ईथर :—यह सूखी धुलाई तथा प्रयोगशाला के घोलक के रूप में काम आता है।

गैसोलिन :—मोटर आदि के चलाने में काम आता है। इसे साधारणतः पेट्रोल के नाम से भी पुकारते हैं।

किरासन तेल :—प्रकाश तथा जलावन के लिए प्रयुक्त होता है।

हलका समिधा तेल (Light fuel oil) :—यह डीजेल इंजन को चलाने में प्रयुक्त होता है।

चिकनानेवाला तेल (Lubricating oil) :—यह इंजन के चिकनाने (lubrication) में काम आता है।

पाराफिन :—इससे मोमबत्ती आदि का निर्माण होता है।

टार :—यह सड़क तथा इमारत आदि के बनाने में काम आता है।

रबर (Rubber)

रबर कुछ विशेष प्रकार के पौधों के दूध से, जिसे लैटेक्स (atex) कहते हैं, बनाया जाता है। ये पौधे (जैसे—हिमिया, गटापार्चा आदि) अधिकतर गर्म देशों में पाये जाते हैं। लेकिन इनसे प्राप्त रबर बहुत कमजोर होते हैं। सन् १८३७ में गुडइयर (Goodyear) नामक वैज्ञानिक ने गन्धक के

साथ क्रिया कराकर इन्हें बहुत मजबूत तथा उपयोगी साबित किया। यह क्रिया आजकल Vulcanisation के नाम से प्रसिद्ध है।

इसके अलावा आजकल अप्राकृतिक (Synthetic) रबर भी बनाया गया है जो प्राकृतिक रबर से बहुत मामलों में ज्यादा उपयोगी भी सिद्ध हुआ है। निम्नलिखित रबर बाजार में बहुत प्रचलित है—

(1) Buna S अथवा GRS रबर
(2) ब्यूटाइल (Butyl) रबर
(3) नियोप्रेन (Neoprane) रबर

प्लास्टिक (Plastic)

सन् १९०७ ई० मे डॉ० बेकलैण्ड (Dr. Bulkeland) नामक वैज्ञानिक ने लाह जैसे पदार्थ की खोज के सिलसिले में एक नये पदार्थ का आविष्कार किया जिसे बेकेलाइट (Bakelite) कहा गया। यह एक कड़ा पदार्थ है जो गर्मी पाकर नरम हो जाता है। इसका गुण लाह के गुण से मिलता-जुलता है। इस तरह के पदार्थ प्लास्टिक कहलाये।

वस्तुत: प्लास्टिक वे पदार्थ हैं जिनमें बहुत-से अणु मिलकर बहुत बड़े अणु बन जाते हैं। साधारणत: प्लास्टिक दो तरह के होते है (१) Thermo-plastic polymers (२) Thermosetting polymers।

पहले प्रकार के प्लास्टिक नरम होते हैं। गर्म करके अनेक रूपो में बदले जा सकते है। यह बहुत घोलक जैसे पाराफीन में घुलनशील है। इससे रेशे तथा तागे तैयार किये जा सकते है। उदाहरण के लिए नाइलन (Nylon) सेलुलाज एसीटेट तथा लुसाइट (Lucite) ले सकते है।

दूसरे प्रकार के प्लास्टिक कड़े होते है और उन्हे गर्म करने पर उनका रूप परिवर्त्तित नही होता है। उदाहरण के लिए बेकेलाइट, बीटल (Beetle) तथा मेलमक (Melmac) ले सकते है।

फोटोग्राफी (Photography)

सन् १८३९ ई० में डोगरे (Doguerre) नामक वैज्ञानिक ने फोटो-ग्राफी का अनुसंधान किया। रजत आयाडाइड पर प्रकाश की किरण की क्रिया से रजत बनता है। इसी प्रतिक्रिया के आधार पर फोटोग्राफी की जाती है। कागज या शीशे के प्लेट पर रजत ब्रोमाइड तथा आयोडाइड के जिलेटीन के साथ लेप लगाया जाता है। अत: इस प्रकार फिल्म तैयार किया जाता है। फिल्म को फोटोग्राफिक कमरा में रखकर जिस वस्तु का चित्र

उतारना रहता है उसके सामने खोलकर प्रकाश डाला (exposer) जाता है। इस क्रिया में फिल्म के यथोचित स्थान पर क्रिया होती है। इसके बाद विस्तार (Development) तथा स्थिर करने (Fixing) की प्रक्रिया करायी जाती है जिससे वह रजत ब्रोमाइड या आयोडाइड जिसपर प्रकाश-किरणें नहीं पहुँची रहती, वे प्लेट से हट जाती है। इस प्रक्रिया में हाइपो (hypo) घोल का इस्तेमाल किया जाता है। इन क्रियाओं के बाद प्लेट पर एक काली-सी आकृति आ जाती है जो निगेटिव (Negative) कहलाती है। फोटो प्राप्त करने के लिए इसी निगेटिव से ऊपर की प्रक्रिया दुहरायी जाती है। इस क्रिया को प्रिंटिंग कहते है।

एटम बम (Atom Bomb)

सन् १९३९ ई० मे ओटो हान तथा स्ट्रासमैन (Otto Hahn & Strassmaun) नामक वैज्ञानिको ने सर्वप्रथम एक विशेष प्रकार की प्रतिक्रिया का अनुसंधान किया जिसे शृंखला प्रतिक्रिया (Chain reaction) कहा गया। जब यूरानियम—२३५ पर न्यूट्रन (Neutron) नामक कण द्वारा कण पर प्रहार कराया जाता है तो यूरानियम दो भागो में टूट जाता है और करीब तीन और न्यूट्रन देता है। ये न्यूट्रन फिर युरानियम—२३५ के दूसरे अणु से टकरा कर और न्यूट्रन देते है। इस प्रकार यह क्रिया अनवरत रूप से चलती रहती है। इस क्रिया में सबसे बड़ी खूबी यह है कि साथ-साथ यह बहुत ज्यादे तायदाद में गर्मी पैदा करती है।

इस क्रिया का प्रयोग ६ अगस्त १९४५ में हिरोशिमा तथा नागासाकी पर हुआ, जो दुनिया में एटम बम के नाम से मशहूर हुआ है।

इस बम के विनाश से अब सब परिचित हैं लेकिन इस क्रिया का शान्तिपूर्ण उपयोग भी है। यदि इस प्रतिक्रिया पर नियंत्रण (Control) किया जाय तो हमें बिजली, गर्मी तथा तरह-तरह के पदार्थ मिलेंगे जो दवाई में काम आ सकते है। इसका सबसे महत्वपूर्ण उपयोग यह है कि इससे हम शक्ति (Power) प्राप्त कर सकते हैं जो आज के युग में सब कार्यों के लिए जरूरी है। इस प्रकार नियंत्रित शृंखला प्रतिक्रिया (Chain reaction) का प्रयोग हम प्रतिकारी (Reactor) द्वारा कराते हैं। आजकल हमारे देश में दो प्रतिकारक काम कर रहे हैं जिनका नाम अपसरा तथा कणदा है। इनमें एक बम्बई के नजदीक ट्राम्बे में स्थित है।

परिशिष्ट २

दुर्घटनाओं की चिकित्सा

(१) **जलने की चिकित्सा**—आग से जलने पर जल से न धोवें। साधारणतः लोग स्याही अथवा आलू पीस कर लगाते हैं। प्रयोगशाला अथवा घरों में भी तीसी का तेल या नारियल का तेल एवं चूने के मिश्रण को काम में लावें। यदि सम्भव हो तो टैनिक अम्ल का ५% घोल अथवा अधिक सुविधा के लिए टैनी फैक्स या वरनॉल को व्यवहार में लावें।

(२) **कपड़े में आग लगना**—कपड़े में आग लगने पर प्रायः लोग भागने लगते हैं। लेकिन ऐसा करना और भी खतरनाक है, क्योंकि आग की लपट और भी तेज हो जाती है। कपड़े में आग पकड़ने पर उसे तुरत किसी अन्य वस्त्र जैसे—झाड़न, तौलिया आदि से ढँक कर या पीटकर उसे बुझा देना चाहिए।

(३) **रसायन का जलना**—असावधानी के कारण प्रयोगशालाओं में अथवा अन्य स्थानों में दहनशील पदार्थों में आग पकड़ लेती है। ऐसी अवस्था में जलते हुए रसायनों को किसी चीज से ढक देना चाहिये अथवा अग्निशामक यंत्र का व्यवहार करना चाहिए।

(४) **रसायन से जलना**—शरीर अथवा कपड़े पर रसायनों के पड़ जाने से कभी-कभी जल जाता तथा घाव हो जाता है। अतएव रसायन से जलने का भी उपचार आवश्यक है।

(क) **अम्ल से जलना**—चमड़े या वस्त्र पर अम्ल गिरने पर उसे काफी जल से धोवें। तत्पश्चात् उसे सोडियम बाइकार्बोनेट के घोल से धोवें। बाद में पानी को रूई से सुखाकर जले स्थान पर टैनीफैक्स या वरनॉल लगा देने से लाभदायक होता है।

(ख) **क्षार से जलना**—चमड़े या कपड़े पर क्षार गिर जाने पर उसे काफी जल और तत्पश्चात् बोरिक अम्ल के १% घोल से भलीभाँति धोयें। बाद में उस पर जिंक ऑक्साइड मलहम लगा दें।

(५) कटना—प्रयोगशालाओं में काम करते समय अथवा अन्य कामों में भी असावधानी के कारण कहीं कट जाता है। कटे स्थान को जल से धोयें एवं टिंक्चर आयोडिन से भिगाकर रूई लगायें। अगर गहरा कटा हो तो कुछ हाइड्रोजन पेरॉक्साइड डालें और उसे स्टेराइल पट्टी से बाँध दें। अधिक गहरा कटने पर डाक्टरी सहायता लें।

(६) खून का बहना बन्द करना—खून बहना बन्द करने के लिये उस स्थान पर फेरिक क्लोराइड का घोल अथवा फिटकरी का पानी या फिटकरी रखें। खून जम जायगा और खून का बहना रुक जायगा। अल्युमिनियम ऐसिटेट में डुबाये कपड़े से ढक देने पर खून तेजी से जम जाता है।

(७) आँख में प्रतिकारक—आँखों में रसायन पड़ जाने पर उसे तुरत पानी से धोयें। अम्लीय रसायनों के पड़ने पर तुरत बोरैक्स के संतृप्त घोल से धोयें। क्षारीय रसायनों के पड़ने पर आँख को बोरिक अम्ल के अर्घ संतृप्त घोल से धोयें।

(८) जहरीले एवं खाँसी पैदा करनेवाले गैस संघने पर उपचार—रोगी को खुली हवा में ले जाएँ। साँस के द्वारा उसे इथाइल अल्कोहल या सैल बोलेटाइल दें। ऐसा करने से रोगी को आराम होगा।

परिशिष्ट ३

कला-कौशल विज्ञान

अपने दैनिक जीवन में हमलोग बहुत-सी चीजों का व्यवहार करते हैं, किन्तु बहुत कम आदमी ऐसे है जो कभी-कभी इस पर ध्यान देते है कि ये चीजें किस तरह बनती हैं। यहाँ दैनिक जीवन में काम आनेवाली कुछ वस्तुओं के विषय में बताया गया है।

(क) दंतमंजन बनाना :

सवेरे लोग दाँत साफ करने के लिये भिन्न-भिन्न चीजों को काम में लाते है। मसूड़ों को मजबूत बनाने तथा मुंह से बदबू आदि को रोकने के लिये दंतमंजन का व्यवहार होता है। दंतमंजन कई प्रकार से बनाया जाता है। यहाँ एक ऐसे मंजन के बनाने की विधि का वर्णन है जो बहुत ही उपयोगी एवं सस्ता भी है। इसके मुख्य अवयव निम्नलिखित हैं :—

फ्रेंच चाक	४५० ग्राम
कैस्टाइल सोप पाउडर	३२ ग्राम
फिटकरी	१ ग्राम
मिथाइल सैलिसिलेट	५ ग्राम
पिपरमिन्ट का तेल	०·३ ग्राम

फिटकरी को महीन पीसकर फ्रेंच चाक एवं सोप पाउडर के साथ भली-भाँति मिला दें। तत्पश्चात् उसमें ऊपर बताये गये जैसा मिथाइल सैलिसिलेट एवं पिपरमीन्ट के तेल की कुछ बून्दें डालकर दंतमंजन तैयार कर लें।

(ख) कपड़ा धोने का साबुन :

कपड़ा धोने का साबुन तैयार करने के लिए निम्नलिखित वस्तुओं की आवश्यकता होती हैं।

महुआ या अण्डी का तेल	१ किलोग्राम
कास्टिक सोडा	½ किलोग्राम
पानी	१ किलोग्राम

पहले पानी में कास्टिक सोडा का घोल बना लें। उस घोल में धीरे-धीरे तेल मिलाते जायँ और उसे लकड़ी या लोहे की छड़ से चलाते रहें। जब सारा तेल मिला लें और मिश्रण गाढ़ा हो जाय तो उसे ठंढ़ी जगह में रख दें। २४ घंटे के बाद जब वह जम जाय तो उसे चाकू से काटकर काम में लावें।

मिश्रण गाढ़ा हो जाने के बाद कुछ देर उबाल कर जमाने से अच्छा साबुन तैयार होता है।

बदन में लगाने के लिये साबुन तैयार करने के लिये कास्टिक सोडा के बदले कास्टिक पोटाश काम में लाते है तथा इच्छा अनुसार उसे सुगन्धित कर देते है।

(ग) चेहरे पर लगाने का पाउडर :

आधुनिक युग में लोग पाउडर का इस्तेमाल अधिक करने लगे हैं। यहाँ पर एक तरह के चेहरे पर लगानेवाले पाउडर के बनाने का वर्णन किया गया है। इसके मुख्य अवयव निम्नलिखित हैं।

फ्रेंच चाक	२५० ग्राम
स्टार्च	२५० ग्राम
जिंक ऑक्साइड	२५० ग्राम
कारमाइन	२५ ग्राम
गुलाब का इत्र	१५ बूंद
चन्दन का तेल	१५ बूंद

फ्रेंच चाक, स्टार्च एवं जिंक ऑक्साइड को खरल में भली भाँति पीसकर महीन पाउडर बना लें। तत्पश्चात् उसमें बताए अनुसार कारमाइन, गुलाब का इत्र और चंदन का तेल मिलावें। अब पाउडर को काम में लावें।

(घ) गुलाब या केवड़ा जल बनाना :

खुशबूदार गुलाब के फूलो अथवा केवड़ा के फूलों को इकट्ठा करें। इन्हें शुद्ध जल में डालकर रातभर छोड़ दे। तत्पश्चात् वाष्प-स्रवण विधि से गुलाब जल अथवा केवड़ा जल तैयार कर लें।

(ङ) टिंक्चर आयोडिन बनाना :

कटने पर टिंक्चर आयोडिन लगाया जाता है। यह निम्नलिखित विधि से बनाया जाता है।

पोटाशियम आयोडाइड	१० ग्राम
आयोडिन	१० ग्राम
जल	१० सी०सी०
स्पिरिट	६० सी०सी०

पहले पानी में पोटाशियम आयोडाइड का घोल बना लें। तत्पश्चात् उसमें आयोडिन घोल लें। पुनः उसे स्पिरिट (इथाइल अल्कोहल) से तनु बनाकर टिंक्चर आयोडिन तैयार कर लें।

(च) लाल स्याही बनाना :

लाल स्याही का पाउडर तीन चीजों के मिश्रण से बनता है।

आतशी रंग	२८ ग्राम
फिटकरी	२४० ग्राम
देशी खांड	६० ग्राम

उपरोक्त वस्तुओं को मिलाकर महीन पाउडर बना लें। उसे पानी में घोल कर प्रयोग करें।

(छ) नीली स्याही बनाना :

नीली स्याही बनाने के लिये लगभग ३० ग्राम हरा कसीस पीसकर महीन पाउडर कर लें तथा उसमें २ ग्राम मेथिलिन ब्ल्यू रंग मिला लें। आवश्यकतानुसार इसे पानी में घोलकर प्रयोग करें।

परिशिष्ट ४

कुछ मनोरंजक प्रयोग

(क) रंग उत्पन्न करना :

लाल रंग तैयार करना—(१) सोडियम हाइड्रॉक्साइड का हल्का घोल लें। यह रंगहीन है। इसमें दो चार बूँद फिनॉल्फथैलिन डालें। घोल का रंग गुलाबी हो जायगा।

(२) एक बर्त्तन में मरक्यूरिक क्लोराइड का घोल बनाएँ। दूसरे बर्त्तन में पोटाशियम आयोडाइड का घोल तैयार करें। दोनों को परस्पर मिलाने से लाल रंग उत्पन्न होगा।

(३) फेरिक क्लोराइड के घोल में एक दो बूंद अमोनियम थायोसायनेट का घोल मिलाने से खून के रंग का लाल घोल मिलेगा।

नीला रंग तैयार करना—पोटाशियम फेरो सायनाइड के घोल में फेरिक-क्लोराइड का घोल मिलाने से नीले-रंग का घोल प्राप्त होगा।

नारंगी रंग तैयार करना—एन्टीमनी क्लोराइड के घोल में सोडियम सल्फाइड का घोल मिलाने से नारंगी रंग का घोल प्राप्त होगा।

(ख) रंग उड़ाना :

लाल रंग उड़ाना—एक पात्र में पोटाशियम परमैगनेट का हल्का घोल बनाएँ एवं उसमें दो-चार बूँद गंधकाम्ल मिला दें। इसका रंग लाल होगा। एक दूसरे पात्र को हाइपो के घोल से भिगा लें। पोटाशियम परमैगनेट के घोल को दूसरे पात्र में डालने से उसका रंग उड़ जायगा।

काला रंग उड़ाना—एक गिलास को पानी से आधा भरें। उसमें कुछ फेरिक क्लोराइड का घोल डालें। इसमें कुछ टैनिक अम्ल डालें। उसका रंग काला हो जायगा। अब उसमें कुछ ऑक्जैलिक अम्ल डालें। रंग उड़ जायगा।

(ग) रंग बदलना :

(१) एक गिलास को कास्टिक सोडा के घोल के दो-चार बूँद से गीला कर लें। दूसरे गिलास में फिनॉल्फथैलिन का घोल बना लें। फिनॉल्फथैलिन के घोल को पहले गिलास में डालें। घोल का रंग गुलाबी हो जाता है।

एक तीसरे गिलास में दो-चार बूँद हल्का गन्धकाम्ल डाल कर गीला कर लें। गुलाबी घोल को तीसरे गिलास में डालें। रंग उड़ जायगा।

पुनः एक चौथे गिलास में दो-चार बूँद कास्टिक सोडा से गीला करके रंगहीन घोल को उसमें पलट दें। घोल का रंग फिर गुलाबी हो जायगा।

(घ) अदृश्य स्याही बनाना :

(१) मरक्यूरिक क्लोराइड के हल्के घोल से एक कागज पर कुछ लिखें। लिखावट दिखायी नहीं पड़ेगी। अब उस पर एक चिथड़े को पोटाशियम आयोडाइड के घोल में भिगा कर लिखे हुए कागज पर पोत दें। लिखावट लाल अक्षरों में स्पष्ट हो जायगी।

(२) कोबल्ट नाइट्रेट से एक कागज पर लिखकर सुखा लें। लिखावट दिखाई नहीं पड़ेगी। अब उसे गर्म करें। लिखावट काले अक्षरों में स्पष्ट हो जायगी।

(ङ) रंगीन लौ उत्पन्न करना (आतिशबाजी)

(१) नीले रंग का लौ—निम्नलिखित पदार्थों का मिश्रण बनाएँ।

शोरा	२७ भाग
पोटाशियम सल्फेट	१५ भाग
गन्धक	५ भाग
पोटाशियम क्लोरेट	२७ भाग
तूतिया	१५ भाग

मिश्रण को जलती हुई दियासलाई से छू देने पर मिश्रण नीली लौ से जलने लगता है।

(२) हरे रंग का लौ—निम्नलिखित पदार्थों का मिश्रण बनाएँ।

बेरियम नाइट्रेट	१२ भाग
पोटाशियम क्लोरेट	६ भाग
मरक्यूरिक क्लोराइड	२ भाग
गन्धक	३ भाग
लाह	१ भाग
चूर्ण कोयला	१ भाग

मिश्रण को जलती दियासलाई से छूने पर मिश्रण हरे रंग के लौ से जलने लगता है।

(३) **लाल रंग का लौ**—निम्नलिखित पदार्थों का मिश्रण बनाएं।

स्ट्रॉशियम नाइट्रेट	४ भाग
पोटाशियम क्लोरेट	१२ भाग
मरक्यूरिक क्लोराइड	४ भाग
गन्धक	२ भाग
लाह	१ भाग
चूर्ण कोयला	१ भाग

मिश्रण को जलती दियासलाई से छूने पर मिश्रण लाल रंग के लौ से जलने लगता है।

नोट—प्रत्येक दशा में यह ध्यान रखें कि गन्धक को पोटाशियम क्लोरेट अथवा पोटाशियम नाइट्रेट के साथ कभी नहीं खरलें। ऐसा करने से विस्फोट हो जाता है।

●

रसायन विज्ञान

(CHEMISTRY)

हिन्दी-अँगरेजी शब्दावली

(Glossary of Hindi-English Words)

अ

अकार्बनिक रसायन—Inorganic Chemistry

अप्रांगारिकी—Inorganic Chemistry

अलकतरा—Coal tar

अनम्य—Rigid

अणु—Molecule

अन्तराणविक स्थान—Intermolecular space

अन्तराणविक बल—Intermolecular force

अन्तरतापिक—Endothermic

अधातु—Non metal

अवयव—Components

अवलम्बन—Suspension

अवशेष—Residue

असंतृप्त—Unsaturated

अतिसंतृप्त—Supersaturated

अक्ष—Axis

अणुवीक्षणयन्त्र—Microscope

अष्टभुजी—Octahedral

अणुसूत्र—Molecular formula

अन्तर्दहन—Internal combustion

अवलम्बित अशुद्धियाँ—Suspended impurities

अम्ल उत्पादक—Acid producer

अम्लीय—Acidic

अवकरण—Reduction

अवकारक—Reducing agent

अम्ल—Acid

अम्लीय मूलक—Acid radical

अम्ल लवण—Acid salt

अवर्त्तनांक—Refractive index

अग्निजीत ईंट—Fire bricks

अस्थि कोयला—Bone charcoal

अस्थि श्याम—Bone black

अमोनिया द्रव—Ammoniacal liquor

अग्निशामक यंत्र—Fire Extinguisher

अम्लराज—Aqua regia
अम्लाक्षय—Acid proof
अयस्क—Ore
अर्धठोस—Semi solid
अकर्मण्य—Passive

आ

आश्रय—Point of suspension
आरोहक—Rider
आघात वर्द्धनीय—Malleable
ऑक्सीजन चक्र—Oxygen cycle
आंशिक स्रवण—Fractional distillation
आवेजक—Catalyst
आवेजन—Catalysis
ऑक्सीकरण—Oxidation
ऑक्सीकारक—Oxidising agent
आर्क लैम्प—Arc light

इ

इकाई—Unit
इ० सी०—Electrolytic cholo-ride
इस्पात—Steel

उ

उपकरण—Apparatus
उदासीन—Neutral
उदित—Hidrate
उड़नशील—Volatile
उबाल—Boiling
उध्वंपातन—Sublimation
उत्साद—Sublimate
उत्सादन—Sublimation
उपधातु—Metalloid
उपफल—Bye product
उदासीकरण—Neutralisation
उदासीन अवस्था—Neutral stage
उदासीन बिन्दु—Neutral point
उल्का—Meteorite
उल्कापात—Meteorite

ओ

ओलन—Plumb line
ओलियम—Oleum

ऋ

ऋण विद्युन्मय—Electronega-tive
ऋणोद—Cathode

क

कण—Particle
कठोरता—Hardness
कठोर जल—Hard water
कच्ची गंधक—Crude sulphur
कलोदीय गंधक—Colloidal sul-phur
कठोर कोयला—Hard coke
कार्बनिक रसायन—Organic chemistry
कार्बन डाइऑक्साइड चक्र—Carbon dioxide cycle
काष्ठ कोयला—Wood charcoal
काग चापक—Cork presser

काग छेदक—Cork borer
काष्ठ गैस—Wood gas
काष्ठ राल—Wood tar
काली राख—Black ash
किरण पुंज—Bunch of rays
कीटाणु—Bacteria
कीप यंत्र—Kipps Apparatus
कीटाणु नाशक—Germ killer
कुचालक—Bad conductor
कृत्रिम खाद—Fertiliser
कृत्रिम रेशम—Rayon
केश नली—Capillary tube
कोयला गैस—Coal gas
क्वथनांक—Boiling point
क्लोरिन-नाशक—Antichlor

ख

खनिज—Mineral
खनिज अम्ल—Mineral Acid
खनिज कोयला—Coal
खाद—Fertiliser
खुली भट्ठी—Open hearth

ग

गलना—Fusion
गल्य—Slag
गैस—Gas
गोमेद—Agate
गंधकपुष्प—Flowers of sulphur

घ

घर्षण—Friction
घड़िया—Crucible
घुल्य—Solute
घुलनशीलता—Solubility
घुलनशीलता रेखा—Solubility curve
घुलित अशुद्धियाँ—Dissolved impurities
घोलक—Solvent
घोल—Solution
घंटा कलश—Bell jar

च

चक्करदार भट्ठी—Revolving furnace
चिमटे—Forceps
चित्र सूत्र Graphical formula
चिकनानेवाला तेल—Lubricating oil
चीनी का कोयला—Sugar charcoal
चुम्बकीय प्रभाव—Electromagnetic induction

छ

छनाद्रव—Filtrate
छन्नक—Filter
छनना परत—Filter beds
छानना—Filtration
छानना स्तम्भ—Filter stand
छाली—Scum

ज

जल आकर्षक—Hygroscopic

जल ग्राहक—Hygroscopic
जल गैस—Water gas
जटिल—Complex
जान्तव कोयला—Animal charcoal
जारण—Roasting
जीव रसायन—Biochemistry
जंग—Rust
जंग लगना—Rusting
ज्वलनशील गैस—Inflamable air

झ

झामक पत्थर—Pumice stone

ट

टोटी—Jet

ठ

ठेपी—Stop cock
ठोस—Solid

ड

डंडी—Beam

त

तरल—Liquid
तत्व—Element
तनु—Dilute
तलछट—Sediment
ताप क्षेपण—Evolution of heat
तिपहलू रेती—Triangular file
तेजस्क्रियता—Radio Ectivity
तुला—Balance

थ

थिराना—Sedimentation

द

दहन पोषक—Supporter of combustion
दहन चम्मच—Deflagrating spoon
दुधिया—Milky
दुधिया गंधक—Milk of sulphur
दृढ हवा—Fixed air
द्रव—Liquid
द्रवणांक—Melting point
द्रावण—Fusion
द्रावक—Flux

ध

धन विद्युन्मय—Electropositive
धनोद—Anode
धातु शोधन—Metal refining
धातु मिश्रण—Alloy
धातु—Metal
धातु कर्म—Metallurgy
धोवन बोतल—Wash bottle

न

नरम जल—Soft water
नकली हीरा—Diamond imitation
नमनीय गंधक—Plastic sulphur
नवजात हाइड्रोजन—Nascent Hydrogen
नामकरण—Nomenclature

नाइट्रोजन चक्र—Nitrogen cycle
निथारना—Decantation
निरुदित—Anhydrous
निर्बल क्षार—Mild alkali
निराकरण—Neutralisation
निस्तापन—Calcination

प

पखारना—Rinse
पटरी—Scale
पदार्थ—Matter
परमाणु—Atom
परमाणु रचना—Atomic structure
परिमाण—Quantity
परिचालक—Conductor
परिवर्त्तक—Convertor
पाचन-रस—Gastric juice
पार-दर्शक—Transparent
पिटवाँ लोहा—Wrought iron
पारमाणविक सिद्धान्त—Atomic theory
पारिमाणिक दृष्टिकोण—Quantitative aspect
पिपेट—Pipette
पिंड—Mass
पिघलना—Melting
पुस्तिका—Note book
पुष्पण—Efflorescence
पूर्व तापक—Preheater
पेंच—Screw
प्रकाशहीन—Non lumiuons
प्रमाण घोल—Standard Solution
प्रसरण—Diffusion
प्रस्वेदन—Sliquescence
प्रज्वलित सीक—Burning splinter
प्रकोष्ठ प्रक्रिया—Chamber procces
प्रकोष्ठ रवा—Chamber crystal
प्रतिकारी—Reactor
प्राकृतिक खाद—Manure
प्रांगारिकी—Organic Chemistry

फ

फदफदाना—Effervescence
फफोलेदार तांबा—Blister copper
फिटकरी—Alum

ब

बल—Force
बहनेवाला—Fliud
बर्धनशील—Ductile
बहुरूपता—Allotropy
बन्द भट्ठी—Muffle furnace
बाट-बक्स—Weight box
बाट-खंड—Fractional weights
बाल के झाड़न—Camel hair brush
बाह्य तापिक—Exothermic

बालू ऊष्मक—Sand bath
बुन्दा लोहा–Pig iron
बेलनाकार गंधक—Roll sulphur
बेकार क्षार—Alkali waste
बेमेल–Dispropro rtional
ब्यूरेट—Burette

भ

भस्मीय—Bascc
भस्म —Base
भस्मीय मूलक— Basic radical
भस्मीय लवण–Basic salt
भार—Weight
भारकेन्द्र—Centre of gravity
भाप प्रकोष्ठ—Steam oven
भाप उत्पादक–Boiler
भुरभुरा–Brittle
भौतिक रसायन—Physical chemistry
भौतिक गुण—Physical properties
भौतिक परिवर्तन—Physical change

म

मणिम—Crystal
मन्द दहन—Slow Combustion
मधुकोष मंच—Beehive shelf
मलिन—Tarnish
मापक परखनली—Measuring test tube
मापक बेलन—Measuring cylinder
मापक कुप्पी—Measuring flask
मातृ द्रव—Mother liquor
मिश्रण—Mixture
मिश्रधातु—Alloy
मिश्र लवण—Double salt
मीन-पुच्छ ज्वालक—Fish tail burner
मुक्त गंधक—Native sulphur
मुक्तावस्था—Native state
मैटे—Matte
मोरचा—Rusts
मौलिक इकाइयाँ—Fundamental units
मौलिकण—Molecule

य

यथेच्छलीवर—Automatic lever
यांत्रिक विधि—Mechanical means
यौगिक—Compound

र

रवा—Crystal
रवा बनाना—Crystallisation
रवाकरण बिन्दु—Crystallisation point
रवा जल—Water of Crystallisation
रचना सूत्र—Structural formula
रक्त कोयला—Blood Charcoal

रासायनिक तुला—Chemical balance
रासायनिक गुण—Chemical property
रासायनिक परिवर्तन—Chemical change
रासायनिक क्रिया—Chemical reaction
रासायनिक समीकरण—Chemical equation
रिकाब—Stirrup
रूपान्तर -Allotropic modification

ल

लवण—salt
लकड़ी का बुरादा—saw dust
लसदार ठोस—Viscous solid
लकड़ी का गुदा—wood pulp
लवण रोटिका—salt cake
लीवर—Lever
लोहे पर पानी चढ़ाना—Tempering

व

वस्तु—Body
वाष्पीकरण—Evaporation
वायुमंडल—Atmosphere
वायुपंप—Air pump
वायुरुद्ध—Air tight
वाष्पशील क्षार—Volatile alkali
वाताप्रवेश—Airtight
वायु दबाव—Atmospheric pressuer
वातभट्टी—Blast furnace
वायुटायर—Tuyeres
वाहक—Carrier
विश्लेषणात्मक रसायन—Analytical chemistry
विशिष्ट गुण—Specific properties
विच्छेदन—Decomposition
विलयन—Solution
विलेय—Solute
विद्युत् विश्लेषण—Electrolysis
विद्युत् घट—Voltameter
विद्युत् भट्टी—Electric furnace
विच्छेदक स्रवण—Destructive distillation
विछिन्नता—Dissociation
विद्युत् अवक्षेपक—Electrostatic precipitator
विषम—Hetrogeneous
विरंचक चूर्ण—Bleaching powder
विगलन—Smelting
विस्तार-Development
व्यावसायिक रसायन—Industrial Chemistry
व्युत्पन्न इकाइयाँ—Derived units

श

शक्ति—Energy
शीतोत्पादक—Refrigerater
शुष्ककारक —Desiccator
शुष्ककारक पदार्थ—Desiccating agent
शुष्क स्रवण—Dry distillation
शून्यक पम्प—Exhaust pump
शून्यक छन्नक—Vacuum filter
शृंखला प्रतिक्रिया—Chain reacton
शोरा—Nitre
शंकु—Cone

स

समतल निर्देशक—Spirit level
सम—Homogeneous
सछिद्र माध्यम—Porous medium
समाहृत—Concentrated
समुद्री साबुन—Marine soap
सबल क्षार—Strong alkali
साधारण गुण—General property
सान्द्र—Concentrated
साम्य—Equilibrium
सामान्य लवण—Normal salt
सान्द्रीकरण- Concentration
सिकंजा—Clamp
स्निग्धता—Viscosity
सूचक—Pointer
सूच्याकार—Prismatic
सूत्र—Formula
सोडाजल—Sodawater
संगठन—Combination
संघनन—Condensation
संतृप्त—Saturated
केत—Symbol
संश्लेषण—Synthesis
संपर्क प्रक्रिया—Contact process
संरस—Amalgam
स्रवण—Distillation

ह

हवा प्रकोष्ठ—Air oven
हरा कसीस—Green vitriol
हिम मिश्रण—Freezing Mixture
हीरा—Diamond
हँसानेवाला गैस—Laughing gas

क्ष

क्षमता—Capacity
क्षय—Corrosion
क्षार—Allali
क्षारीय हवा—Alkalive air
क्षुरधार—Knife edge
क्षैतिज—Horizontal

जैविकी

(BIOLOGY)

पहला अध्याय

जैविकी का क्षेत्र

(Scope of Biology)

विज्ञान की वह शाखा जो जीवों के अध्ययन से सम्बन्धित है, जैविकी या जीव-विज्ञान कहलाती है। इसमें वनस्पतियों और जन्तुओं का अध्ययन किया जाता है। जीवों के उद्भव, प्रजनन, विकास और अन्त इत्यादि के विषय में पूरी गवेषणा की जाती है। जीवों का उद्भव कब और कैसे हुआ? कालान्तर में उनका विकास किन-किन दिशाओं में और किस तरह हुआ? जीव-जगत में विभिन्नताएँ क्यों आईं? भिन्न-भिन्न प्रकार के जीवों का काल और स्थानविशेष में कैसे वितरण हुआ?—इन प्रश्नों का हल प्रयोगों द्वारा निकालने की चेष्टा इस विज्ञान में की जाती है।

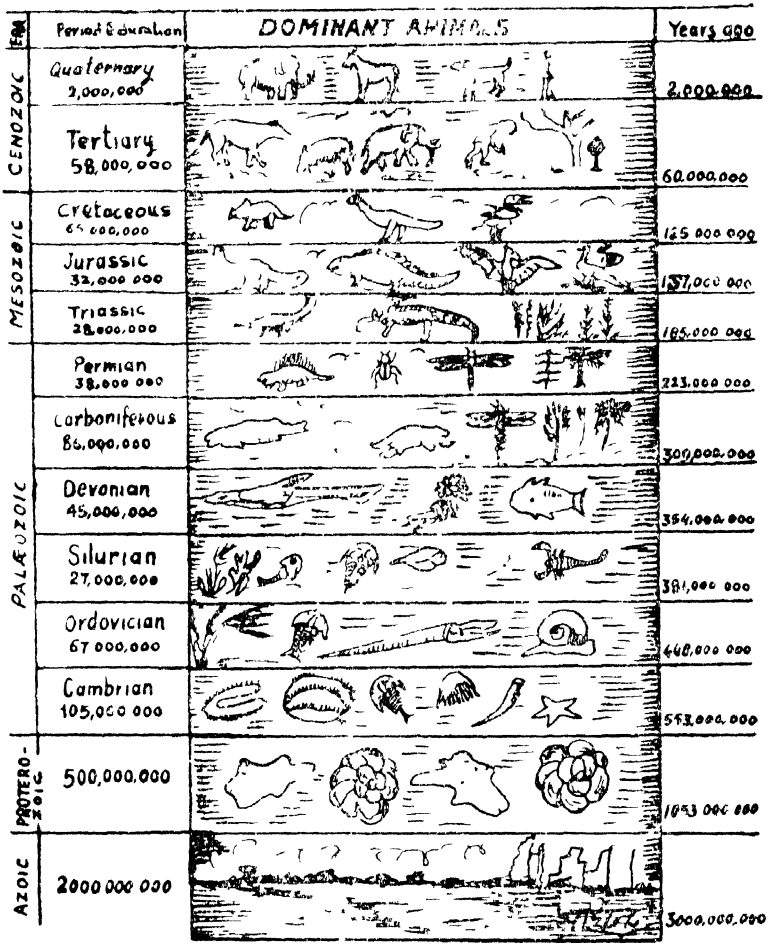
वैज्ञानिकों ने पृथ्वी की आयु का पता लगाया है। इस ग्रह की उम्र का अनुमान उन लोगों ने करीब-करीब ३,०००,०००,००० वर्ष लगाया है। पृथ्वी की परतों में कुछ विद्युत-सक्रिय (Radio-active) तत्त्व (Element) पाये गये हैं। गणना की गई है कि इन तत्त्वों को विद्युत-सक्रियता (Radio-activity) त्याग कर सामान्य तत्त्व का रूप धारण करने में कितने वर्ष लगते हैं। इस आधार पर पृथ्वी की उम्र का अनुमान लगाया गया है। जीव लगभग ५,००,०००,००० वर्ष पूर्व इस ग्रह पर आये होंगे ऐसा अनुमान किया गया है। सृष्टि के आदि में जो जीव पैदा हुए थे वे कैसे थे? कैसे क्रमशः वे

सरल जीव विकसित होकर जन्तु-जगत में मनुष्य तथा वनस्पति जगत में बरगद जैसे विशाल वृक्ष की अवस्था तक पहुँचे ?—इसका चित्रण समय-चक्र (Time-Clock) में देखा जा सकता है। इस समय-चक्र का चित्रण सर्वप्रथम विश्व के महान् वैज्ञानिक कलाकार जी० एफ० मोरेल ने किया था। चित्र को देखकर जीवों का वैभिन्य और कालान्तर में आदि काल से लेकर वर्त्तमान काल तक का विकास समझने का प्रयास करें।

सूक्ष्म शाकाणु (Bacteria) जिन्हें अणवीक्ष (Microscope) के बिना हम देख नहीं सकते, "मोल्ड" (Moulds) जो मृत जन्तुओं या वनस्पतियों के गलते हुए शरीर पर सफेद परत के रूप में पाये जाते हैं, अनेक शाखाओं और पत्तों से सुशोभित विशाल वटवृक्ष, मलेरिया-परजीवी (Malarial parasite) जिनसे मनुष्यों में मलेरिया बुखार होता है, बादल की तरह गरजनेवाला जंगल का राजा सिंह और सृष्टि का सर्वश्रेष्ठ जीव मनुष्य—ये सब जीव-जगत के कुछ उदाहरण हैं।

जीवों की करोड़ों जातियाँ हैं। ये भिन्न-भिन्न तरह के निवास-स्थानों (Habitats) में पायी जाती हैं। इनमें कुछ तो बर्फ से आच्छादित पहाड़ की चोटियोंपर तथा कुछ समतल भूमि पर या तालाब या समुद्र की सतह पर या उनकी गहराई में पायी जाती हैं। इनमें से कुछ जीव तो जन्तुओं या पौधों के शरीर के भीतर निवास करते हैं। ये परजीवी या पराश्रयी कहलाते हैं। ये अपने पोषकों (Hosts) में अनेक प्रकार की बीमारियाँ पैदा कर उनकी जीवनी-शक्ति खत्म कर देते हैं। प्राचीन काल के कुछ जीव अपनी संतति पूर्ववत् बनाये हुए हैं। लेकिन कुछ हमेशा के लिए मिट गये हैं। उनका स्मरण-चिह्न आज भी फौसिल्स (Fossils) के रूप में पाया जाता है।

जीवों की कुछ जातियाँ मानव के लिए हितकर तथा कुछ अहितकर हैं। गेहूँ, धान, मक्का या इस प्रकार की अन्य फसलों के पौधे हमें खाद्यान्न देते हैं। कपास का पौधा हमें वस्त्र देता है और रेशम के कीड़े हमें रेशम देते हैं। टिड्डी का दल फसलों को नष्ट कर देता है, अनोफिल मच्छड़ मलेरिया फैलाता है तथा चूहे के बदन में रहनेवाला पिस्सू (Rat-flea) प्लेग जैसा भयानक महामारी का वाहक है। फसलों की उपज बढ़ाना, रोग-निग्रह तथा जानवरों और मनुष्यों की नस्लों के सुधार तथा अन्य अनेक जन-कल्याण के कार्यों के लिए जैविकी का ज्ञान अनिवार्य है।



चित्र १ — समय-चक्र जिसमें विभिन्न युगों में जंतुओं का विकास दिखाया गया है।

(जै० पेज ४)

जीव कैसे खाते है, पाचन करते है, बढ़ते हैं तथा जीवन की अन्य क्रियायें करते हैं? उनके शरीर की वृद्धि कैसे होती है?—जिन नियमों द्वारा इन सब क्रियाओं की व्याख्या की जाती है, उनका विशद विवेचन इस विज्ञान द्वारा होता है।

जैविकी की शाखाएँ :

जैविकी की दो शाखाएं है। वह भाग जो पौधों के अध्ययन से सम्बन्धित है, **वनस्पति-विज्ञान** या Botany कहलाता है। जन्तुओं से सम्बन्धित विज्ञान को **जन्तु-विज्ञान** या Zoology कहते हैं। इन शाखाओं को पुन: निम्नलिखित उपशाखाओं में विभाजित कर सकते हैं :—

१. **वर्गीकारिकी** (Taxonomy or Systematic Botany)—इसके दो अंग हैं—जीवों का नामकरण करना तथा वर्गीकरण की किसी खास पद्धति में उनको उचित स्थान देना। एक दूसरे से समानता रखनेवाले जीव एक **जाति** (Species) के माने जाते हैं। वे जातियाँ जो एक दूसरी से कुछ ही बातों में भिन्न है, एक ही **प्रजाति** (Genus) की समझी जाती हैं। प्रत्येक जीव को दो नाम दिये जाते हैं। पहले नाम को प्रजातिक या Generic कहते हैं और अंग्रेजी में लिखे जाने पर यह सर्वदा बड़े अक्षर (Capital letter) से आरम्भ होता है। दूसरे नाम को जाति या species कहते हैं। यह अधिकतर अंग्रेजी में छोटे अक्षर से ही आरम्भ होता है। किसी भी जीव के पूर्ण बोध के लिए उसका पूरा नाम देना पड़ता है, जिसमें **जाति** तथा **प्रजाति** दोनों नाम दिये जाते हैं। ये नाम अधिकतर लैटिन या ग्रीक भाषाओं के होते हैं। नामकरण की इस पद्धति को **द्विनाम पद्धति** (Binomial system of nomenclature) कहते हैं। स्वीडेन के महान् जीव-विज्ञान-वेत्ता लिन्नियस महोदय ने इस पद्धति को अट्ठारहवीं शती के उत्तरार्द्ध में चलाया था।

उदाहरण द्वारा ऊपर की व्याख्या को यों स्पष्ट करें। घरेलू बिल्ली, शेर (Lion) और चीता (Tiger) ये सभी अन्य जातियों (Species) के हैं जो एक ही प्रजाति (Genus) *Felis* के अन्दर आते हैं। घरेलू बिल्ली को *Felis domestica*, शेर को *Felis leo* तथा चीते को *Felis tigris* कहते हैं। इसी तरह गूलर, बरगद और पीपल सभी की अलग-अलग जातियाँ हैं,

जो एक ही प्रजाति (*Ficus*) के अन्तर्गत आते हैं। गूलर को *Ficus glomerata*, पीपल को *Ficus religiosa* तथा बरगद को *Ficus benghalensis* कहते हैं। अनेक सम्बन्धित प्रजातियों (Genera) को मिलाकर कुल (Family) का निर्माण होता है तथा कुल या सम्बन्धित कुलों को मिलाकर गोत्र (order) का निर्माण होता है।

पौधों या जन्तुओं का वर्गीकरण आपस में उनकी समानता तथा उनके अन्तर पर निर्भर करता है। जीवों में जितनी ही वांशिक निकटता होगी; उतने ही वे आपस में समान होंगे। वर्गीकरण का उद्देश्य विभिन्न जीवों के बीच विकास के सिद्धान्तों के अनुसार वांशिक निकटता को दिखलाना है।

२. आकारिकी (Morphology)—इसमें जीवों के आकार का विवेचन रहता है। इसके कई अंग है। केवल बाहरी बनावट के अध्ययन को वाह्याकारिकी (External morphology) कहते हैं। आन्तरिक रचना और उसमें ऊतकों (Tissues) के वितरण को आन्तरिका आकारिकी या (Internal morphology or Anatomy) कहते हैं। ऊतकों की बनावट के विशद अध्ययन को औतिकी (Histology) कहते हैं।

३. भ्रूण-विज्ञान (Embryology)—इसमें भ्रूण (Embryo) से जीवों के विकास का अध्ययन किया जाता है। भ्रूण के विकसित होते समय विभिन्न अंगों का सृजन कैसे होता है, इसमें उसका अध्ययन किया जाता है।

४. दैहिकी या व्यापारिकी (Physiology)—इसमें जीवों के प्रत्येक अंग के कार्य तथा कार्य-विधि का अध्ययन किया जाता है।

५. पारिस्थिकी (Ecology)—इसमें जीवों के आपस के तथा उनके पारिस्थितिक कारकों (Ecological factors) से सम्बन्ध का विश्लेषण किया जाता है। पौधों पर पौधों और जन्तुओं, मिट्टी, ऊँचाई तथा जलवायु का क्या असर पड़ता है—इसका अध्ययन इसमें किया जाता है।

६. प्रैत्रागतिकी (Genetics)—जीवों की आनुवंशिकता (Heredity) तथा प्रत्येक पीढ़ी में आनेवाली सन्तानों में पिता-माता के गुणों से भिन्नता (Variation) का इसमें अध्ययन किया जाता है।

७. विकास (Evolution)—इसमें जीव-जगत में होनेवाले सभी परिवर्त्तनों का अध्ययन किया जाता है। सभी जातियों की संतति में प्रत्येक

पीढ़ी में कुछ भिन्नताएँ आ जाती हैं। इन्हीं वंशानुक्रम भिन्नताओं के कारण नई जातियों का उद्भव होता है। विकास में हमलोग जातियों के उद्भव (Speciation) सम्बन्धी सभी तथ्यों का अध्ययन करते हैं।

जीव-जगत में पोषाहार (Nutrition) की विधियाँ

जीव भोजन करते हैं। इस भोजन का पाचन होता है और अन्त में इसका स्वीकरण (Assimilation) होता है। अन्तिम क्रिया द्वारा भोजन हमारे शरीर के अवयवों में परिणत हो जाता है। भोजन, पाचन और स्वीकरण तीनों क्रियाओं को हम एक पारिभाषिक शब्द पोषाहार (Nutrition) द्वारा व्यक्त करते है। जानवर अपना भोजन स्वयं नहीं बना सकते।

वे अपना भोजन दूसरे जन्तुओं का भक्षण करके तथा वनस्पति या जानवरों द्वारा निर्मित पदार्थों से प्राप्त करते हैं। पोषाहार की इस विधि को जन्तु-पोषाहार-रीति (Holozoic mode of nutrition) कहते हैं। पौधे अपने भोजन का स्वयं निर्माण कर लेते हैं या मृतजीवों से प्राप्त करते हैं। पोषाहार की इस विधि को वनस्पति-पोषाहार (Holophytic nutrition) कहते हैं। पोषाहार की दृष्टि से पौधों की तीन किस्में होती हैं। हरे पौधे अपना भोजन सूर्य की रोशनी, वायुमण्डल की गैसों और मिट्टी से प्राप्त लवणों और जल के संश्लेषण से स्वयं तैयार कर लेते हैं। इसलिए इन्हें **स्वयं-भोजी** या **आत्म-पोषी** (Autophyte) कहते हैं। शाकाणु तथा कुछ फफूँदी (Fungi) किस्म के पौधे मृतजानवरों या पौधों के शरीर से अपना भोजन प्राप्त करते हैं। इन्हें हमलोग **मृतोपजीवी** (Saprophyte) कहते हैं। कुछ पौधे जिनमें अधिकांश शाकाणु और फफूँदी (Bacteria and Fungi) के किस्म के हैं, दूसरे जीवित पौधों या जन्तुओं के शरीर पर उगते और उनसे अपना भोजन प्राप्त करते हैं। अधिकांश दशाओं में उन्हें रोग-ग्रस्त भी कर देते हैं। ऐसे पौधों को हम लोग **परजीवी** (Parasitic) कहते हैं। जन्तु भी परजीवी हो सकते हैं। ये ही परजीवी फैलाव की सुदृढ़ विधियों द्वारा पौधों या जानवरों में संक्रामक रोग फैलाते हैं।

सजीवों तथा निर्जीवों के कुछ मौलिक अन्तर

जीवधारियों में कुछ मौलिक प्रक्रियाएँ होती हैं। ये उनके प्रधान लक्षण कहे जाते हैं। ये लक्षण कसौटी का काम देते हैं। सजीव और निर्जीव का

निर्णय इन्हीं कसौटियों द्वारा हम करते हैं। विकसित जीव को हम देखते ही समझ लेते हैं कि इसमें प्राण है क्योंकि वह चलता, खाता-फिरता, बोलता और जीवन की अन्य क्रियाएँ करता हुआ नजर आता है जैसे—गाय, घोड़े, मनुष्य, आम या बबूल के पेड़ को हम देखते ही कह उठते हैं कि वे प्राणधारी हैं। सूक्ष्म प्राणधारियों में कुछ कठिनाई होती है, क्योंकि इनकी जीवन-लीलाओं को सूक्ष्मता के कारण हमलोग देख नहीं पाते हैं। अतः इसके लिए सावधानी से निम्नलिखित कसौटियों को हमलोग काम में लाते हैं। सजीवों और निर्जीवों के मौलिक अन्तर सारणिक रूप में नीचे दिये जाते हैं :—

सजीव	निर्जीव
(१) जीवद्रव्य (Protoplasm) नाम का एक विशेष रस पाया जाता है। यह जीवन का भौतिक आधार है। यह कोशाओं के भीतर पाया जाता है। यह एक स्वच्छ, निरंग, झागिल (foamy) तथा दानादार पदार्थ है। जीवों की सारी जीवन-लीला इसी पर निर्भर करती है। यह एक बड़ा ही अस्थिर पदार्थ है, जिसमें भाग लेनेवाले तत्त्वों का अनुपात सर्वदा बदलता रहता है। इसके भौतिक और रासायनिक गुणों का अध्ययन किया गया है लेकिन बनावट का ठीक-ठीक पता अभी तक नहीं चल पाया है।	(१) चाहे जिस भौतिक अवस्था में (ठोस, तरल या गैस) हों; यह विशिष्ट रस इनमें नहीं पाया जाता। इसलिए सजीवों के अन्य लक्षण भी नहीं पाये जाते।
(२) इनके शरीर का निर्माण कोशिकाओं से होता है या यों कहा जाय कि जिस तरह छोटी-छोटी ईंटों से भव्य भवनों की रचना होती है उसी तरह जीवधारियों के शरीर छोटी-छोटी ईकाईयों से बने होते हैं। इन ईकाईयों को हमलोग कोशिकाएँ (cells) कहते हैं।	(२) इनके शरीर में कोशिकाएँ नहीं होती हैं। अतः, इनका शरीर मणिभाकार (Crystalline) या अमणिभाकार (Amorphous) कणों का पिंड है।

(३) इनमें गति होती है। इनकी कुछ गतियों को तो हमलोग स्पष्ट देख सकते हैं, लेकिन कुछ को आसानी से महसूस नहीं करते। दौड़ते हुए जानवर को देखकर हम आसानी से समझ लेते हैं कि इसमें प्राण है। लेकिन उसके रक्त का संचालन या फेफड़े आदि की गति उतनी स्पष्टता से हम नहीं देख पाते। जीवधारी स्वचालित (autonomous) होते हैं। इनकी गति के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है, परन्तु इस ऊर्जा का उत्पादन शरीर में ही होता है। बाहर से ऊर्जा लेने की आवश्यकता नहीं होती। पौधों में भी गति होती है, लेकिन स्थानान्तरण न होने के कारण ये अचर प्रतीत होते हैं।

(४) इनमें वृद्धि (Growth) होती है अर्थात् ये आकार में बढ़ते हैं। इनमें आन्तरिक वृद्धि (Growth by intussusception) होती है। वृद्धि के लिए पदार्थों के कणों को परत के रूप में जमा होने की आवश्यकता नहीं होती है। वृद्धि इनके सभी अंगों में समान भाव से होती है।

(५) चयापचय (Metabolism) —इनके शरीर में दो प्रकार की क्रियाएँ एक साथ चलती रहती हैं। एक में ऊर्जा

(३) इनमें गति नहीं होती है। यदि होती भी है तो उसके लिए ऊर्जा बाहर से देने की आवश्यकता होती है। तेजी से चलनेवाले बिजली के पंखे, वायुयान या रेल के इंजिन को देखकर हम कह सकते है कि इनमें गति है, लेकिन इस गति के लिए बाहरी ऊर्जा की आवश्यकता होती है जिसकी पूर्ति मनुष्य बाहर से कोयला, पेट्रोल या अन्य ऊर्जा उत्पन्न करनेवाले पदार्थों को देकर करता है।

(४) इनमें वृद्धि अर्थात् आकार में परिवर्तन नहीं होता है और यदि होता भी है तो वाह्यवृद्धि (Growth by accretion) होती है। जिस पदार्थ या पदार्थों से इनका शरीर बना हुआ होता है, उनके कण बाहर से आकर परत के रूप में जमा होते जाते हैं। जैसे बर्फ का टुकड़ा, चीनी का रवा या हिमालय की तरह परतदार पहाड़ या चट्टान।

(५) इनमें चय या अपचय क्रियाएँ नहीं पायी जातीं।

का संचय तथा दूसरे में ह्रास होता है। पहली क्रिया को चय (Anabolism) कहते हैं। पोषाहार या प्रकाश-संश्लेषण (Photosynthesis) इसके उदाहरण है। दूसरी क्रिया को अपचय (Katabolism) कहते है जैसे श्वासोच्छ्वास (Respiration), प्रजनन, वृद्धि आदि। इन दोनों क्रियाओं को एक पारिभाषिक शब्द चयापचय (Metabolism) द्वारा व्यक्त करते हैं।

(६) प्रजनन (Reproduction)-सजीवों में सन्तानोत्पादन की क्षमता होती है। वे मृत्यु के पूर्व अपनी संतति को कायम रखने के लिए अपनी ही-जैसी संतान पैदा कर देते हैं। जैसे पशु मृत्यु के पहले बच्चे पैदा कर जाते हैं, जो उनकी वंशावलि को कायम रखते हैं। पेड़-पौधे बीज पैदा कर देते है जिनके अंकुर विकसित होकर पेड़ का रूप धारण कर लेते है।

(६) इनमें संतानोत्पादन की क्षमता नहीं होती हैं।

(७) इनमें उद्दीप्यता (Irritability) होती है। यदि हमारे शरीर में कहीं भी सूई चुभाई जाय, तो हम तुरत ही उसे महसूस कर लेते हैं। प्रकाश, ध्वनि, ताप, विद्युत तथा गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव से सजीव उत्तेजित होते नजर आते है।

(७) निर्जीवों पर यांत्रिक स्पर्श, ताप, विद्युत आदि का कोई असर नहीं होता है अर्थात् इनमें उद्दीप्यता नहीं पाई जाती है।

(८) श्वासोच्छ्वास (Respiration)—सभी जीवधारी आजीवन ऑक्सीजन लेते तथा कार्बन डाई-ऑक्साईड छोड़ते हैं। शरीर की प्रत्येक कोशिका को ऑक्सिजन अवश्य मिलना चाहिए, नहीं तो वह जिन्दा नहीं रह सकती।

(८) निर्जीवों में श्वसन क्रिया नहीं होती हैं।

(९) पोषाहार (Nutrition)— भोजन, पाचन और स्वीकरण होता है।	(९) इनमें पोषाहार नहीं होता है।

जन्तुओं एवं पौधों में भेद

बड़े-बड़े पशुओं तथा पादपों में भेद आसानी से मालूम पड़ जाता है लेकिन जब हम निम्नकोटि के जन्तुओं या पौधों को लेते हैं, तो उनके भेद काफी बारीक या सूक्ष्म हो जाते हैं, जैसे शाकाणु। इनमें कुछ गुण दोनों के पाये जाते हैं। वैज्ञानिकों ने इनको वनस्पति-जगत के अन्दर ही अब मान लिया है। इनके कुछ भेद नीचे दिये जाते हैं—

जन्तु	पौधे
(१) इनका एक **निश्चित आकार होता है**। अमीबा या कुछ इस तरह के जन्तु इसके अपवाद हैं।	(१) निम्नकोटि के कुछ पौधों को छोड़कर अन्य सभी पौधों का **निश्चित आकार नहीं होता**।
(२) जन्तुओं के शरीर में **शाखाएँ नहीं होतीं**। हाँ, मूँगा या कुछ अन्य इस तरह के जीव होते हैं जिनके शरीर में शाखाएं होती हैं।	(२) कुछ निम्न कोटि के पौधों को छोड़कर अन्य सभी पौधों में **शाखोद्गम होता है**।
(३) जानवरों में **पर्णहरिम** (Chlorophyll) **नामक हरित पदार्थ नहीं होता है**। अतः वे अपना भोजन स्वयं अकार्बनिक पदार्थों से तैयार नहीं कर सकते। वे दूसरे जानवरों या पौधों से प्राप्त पदार्थों को खाकर जीते हैं।	(३) **इनमें पर्णहरिम होता है** अतः ये सूर्य की किरणों की सहायता से वायुमंडल से प्राप्त गैसों और मिट्टी के लवणों तथा जल से अपना भोजन स्वयं तैयार कर लेते हैं। इस तरह ये आत्मपोषी (Autophytic) होते हैं।

(४) जानवर ठोस भोज्य पदार्थों को निगल सकते हैं। जैसे हमलोग चावल, दाल, साग सब्जी इत्यादि खा लेते हैं। कुछ परजीवी जन्तु इसके अपवाद हैं।	(४) पौधे के शरीर में कोई भी पदार्थ घोल या गैस के ही रूप में प्रवेश कर सकता है। कीट-भक्षी पौधे इसके अपवाद हैं।
(५) जन्तुओं का स्थानान्तरण होता है—वे एक जगह से दूसरी जगह जा या घूम-फिर सकते हैं। इनमें अपचय की क्रिया पौधों के अनुपात में बहुत अधिक होती है। अतः इनमें अधिक ऊर्जा का उन्मोचन होता है, जिसको ये जीवन के विभिन्न कार्यों में लगाते हैं। इसीलिये जन्तु मुख्यतः अपचयी (katabolic) और गतिशील (active) माने जाते हैं। हाँ, स्पंज, मूँगा या सी-एनोमोन (Sea-Anemone) इसके कुछ अपवाद हैं।	(५) पौधे मुख्यतः चयी (Anabolic) और अचर (Passive) होते हैं। इनमें जानवरों के अनुपात में चय क्रिया बहुत अधिक होती है। इस कारण इनमें वृद्धि की गति (Rate of growth) अधिक तथा घूम-फिर कम होता है।
(६) जन्तुओं में वृद्धि स्थान-विशेष में नहीं होती है। यह क्रिया इनके अंग प्रत्यंग तथा भीतर-बाहर सब जगह होती है।	(६) पौधों में वृद्धि स्थान-विशेष अर्थात् स्तम्भ और मूल के अग्र भागों में होती है।
(७) जानवरों की कोशिकाओं में कोशिका-भित्ति (Cell-wall) नहीं होती है।	(७) पौधों की कोशिकाओं में कोशिका-भित्ति होती है, जो मुख्यतः सेल्युलोज (cellulose) नामक रासायनिक पदार्थ से बनी होती है।

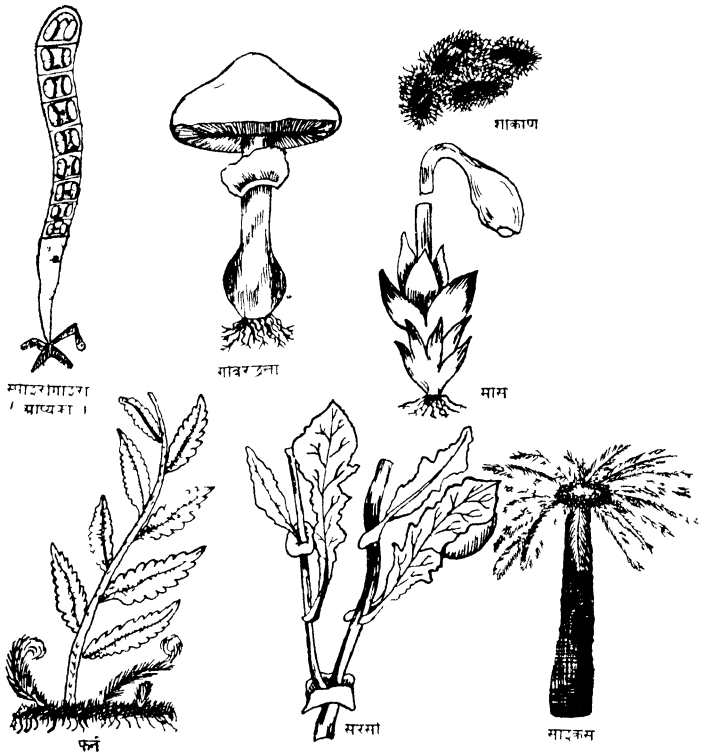
पौधों का वर्गीकरण (Classification)

वनस्पति-जगत में असंख्य पौधे हैं। इसलिए आवश्यक है कि वर्धी-काय (Vegetative structure) पोषाहार, और प्रजननादि की दृष्टि से उनका वर्गीकरण किया जाय। वनस्पति-जगत को मोटे तौर से दो भागों में बाँटा

गया है। पौधों के एक समूह को **अपुष्पोद्भिद्** (Cryptogams) तथा दूसरे को **पुष्पोद्भिद** (Phanerogams) कहते हैं। पहले भाग में बीज एवं पुष्परहित तथा दूसरे भाग में बीज एवं पुष्पधारी पौधे आते हैं। अपुष्पोद्भिदों के मुख्य तीन उपविभाग हैं :—

१. **सूत्रोद्भिद**—इनमें तीन निम्नलिखित समूह शामिल हैं।

(अ) **खंडकवकानि** (Schizomycetes)—इन्हें शाकाणु (Bacteria) भी कहते हैं। ये अति सूक्ष्म पौधे हैं और इनका प्रजनन मुख्यतः खंडन (Fission) द्वारा होता है।



विभिन्न वर्ग के पौधे

चित्र २

(ब) **शैवाल** (Algae)—ये सरलतम रंगद्रव्य या पीगमेंट युक्त (Pigmented) पौधे हैं, जिनका निवास-स्थान मुख्यतः जल में होता है। ये शैवाल या काई भी कहे जाते हैं। इनके उदाहरण स्पाइरोगायरा (Spirogyra) या यूलोथ्रिक्स (Ulothrix) हैं।

(स) **फफूँदी** (Fungi)—ये परजीवी या मृतोपजीवी पौधे होते हैं। इनका रंग हरा नहीं होता। इनके उदाहरण—**कुकुरमुत्ता** (Mushroom) तथा गेहूँ में गेरुआ की बीमारी पैदा करनेवाला परजीवी पकसीनिया (Puccinia) हैं।

२. **हरितोद्भिद्** (Bryophyta)—ये छाया और नमी पसन्द पौधे हैं। इनके दो उप-विभाग हैं :—

(अ) **प्रहरिता**—जैसे रिक्सिया (Riccia) या मार्केन्शिया (Marchantia) आदि।

(ब) **हरिता** (Mosses) जैसे फ्यूनेरिया (Funaria) या स्फैगनम (Sphagnum) आदि।

३. **पुष्पोद्भिद् या टेरिडोफाइटा** (Pteridophyta)—इनको वाहि अपुष्पोद्भिद (Vascular cryptogams) भी कहते हैं। इनमें फर्न, सिलैजिनेला (Selaginella) या लाइकोपोडियम (Lycopodium) आदि के पौधे शामिल हैं।

४. **पुष्पोद्भिद्**—इनके दो उपविभाग हैं—

(अ) **नग्नबीजा या जिम्नोस्पर्म** (Gymnosperms) इनके बीज किसी आवरण से ढँके नहीं, अर्थात् नग्न होते हैं; जैसे चीड़, पाईन, देवदार और मोरपंख आदि के पौधे।

(ब) **संवृतबीजा या ऐंजियोस्पर्म** (Angiosperms) इस समूह में पुष्पधारी पौधे आते हैं। इनके बीज फलों के भीतर बन्द या ढँके रहते हैं। ये एकबीजपत्री (Monocotyledons) तथा द्विबीजपत्री (Dicotyledons) होते हैं। नीम, आम, कदम्ब, कटहल, चना, मटर आदि द्विबीजपत्री के तथा गेहूँ, जौ, प्याज खजूर, ताड़ वगैरह एक बीजपत्री के उदाहरण हैं।

संक्षिप्त वर्णन :—

१. सजीवों और निर्जीवों में निम्नलिखित नौ भेद हैं :—

(क) सजीवों में **प्ररस** होता है और निर्जीवों में इसका **अभाव** है।

(ख) सजीवों का शरीर कोशिकाओं से बना होता है और निर्जीवों का शरीर रवादार या अनाकार (Amorphous) पिंड है।

(ग) सजीवों में **स्वचालित** (autonomous) **गति** होती है और निर्जीव या तो गतिहीन होते हैं या **पर-चालित गति** (Induced movement) **द्वारा चलते दिखाई देते हैं**।

(घ) सजीवो में **आन्तरिक वृद्धि** (Growth by intussusception) होती है और निर्जीवों में वाह्य वृद्धि होती है।

(च) सजीवों में **चयापचय** की **क्रियाएँ** (Metabolism) होती हैं पर निर्जीवों में ये क्रियाएँ नहीं होती हैं।

(छ) सजीवों में **प्रजनन** या **संतानोत्पादन** होता है, पर निर्जीवों में नहीं होता।

(ज) सजीवों में उद्दीप्यता (Irritability) होती है, लेकिन निर्जीवों में नहीं।

झ—सजीव **साँस लेते और छोड़ते हैं**, पर निर्जीव ऐसा नहीं कर सकते।

ञ—सजीवों में **पोषाहार** (Nutrition) होता है, पर निर्जीवों में नहीं।

(२) जन्तुओं और पौधों के निम्नलिखित भेद हैं :—

क—जन्तुओं का **आकार निश्चित** होता है, पर पौधों का नहीं।

ख—कुछ अपवादों को छोड़कर जन्तुओं में **शाखाएँ नहीं होतीं**, पर पौधों में शाखाएँ होती हैं।

ग—जन्तुओं में **पर्णहरिम** (Chlorophyll) नहीं होता पर पौधों में होता है। अतः पौधे अपना भोजन सरल अकार्बनिक पदार्थों से तैयार करते हैं और आत्मापोषी (autophytes) होते हैं। जानवर अपना भोजन दूसरे जानवरों या पौधों से प्राप्त करते हैं अर्थात् उनमें जन्तु पोषाहार (Holophytic mode of nutrition) होता है।

घ—जानवर अपना **भोजन ठोस** रूप में ले सकते हैं लेकिन पौधे अपना भोजन सदा घोल या गैस के रूप में ग्रहण करते हैं।

च—जन्तु मुख्यत: **अपचयी** (Katabolic) और गतिशील तथा पौधे मुख्यत: **चयी** (Anabolic) और स्थावर होते है। पौधों में जानवरों की अपेक्षा चय क्रिया अधिक होती है। इसीलिए जन्तु तेजी से चल फिर सकते तथा वनस्पति स्थावर और अचर (Passive) होते है।

छ—जानवरों की कोशिकाओं में **कोशा-भित्ति** नहीं होती है, पर पौधों में होती है।

(२) पोषाहार की दृष्टि से पौधे (अ) आत्मपोषी (Autophytic) (ब) मृतोपजीवी (Saprophytic) तथा (स) परजीवी (parasitic) तीन प्रकार के होते हैं।

(३) रचना, आकारिकी और प्रजननादि की दृष्टि से पौधे चार किस्म के होते है—**सूत्रोद्भिद्** (Thallophyta), ब्रायोफाइटा या **हरितोद्भिद**, टेरिडोफाइटा या **पर्णोद्भिद** तथा **पुष्पोद्भिद** (Phanerogams or Spermetophyta)।

अभ्यास

१. **जैविकी की विभिन्न शाखाओं के नाम बतलाएँ तथा प्रत्येक पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखें।**

1. Name the different branches of Biology and write a short note on each of them.

२. **द्विनाम पद्धति से आपका क्या तात्पर्य है ? इस पद्धति को सबसे पहले किसने चलाया था ?**

2. What do you understand by Binomial Nomenclature ? Who introduced this system first ?

३. **सजीवों और निर्जीवों के मुख्य भेदों का सोदाहरण वर्णन करें।**

3. Describe and illustrate the differences between living and non-living beings.

४. **पोषाहार से आपका क्या तात्पर्य है ? पौधों में विभिन्न पोषाहार की विधियों का वर्णन करें।**

4. What do you understand by nutrition ? Describe the different modes of nutrition in plants.

५. इनके कारण बताएँ—

(अ) गति यदि जीवों का लक्षण है तो रेल के इंजन, हवाई जहाज या रॉकेट को हम लोग सजीव क्यों नहीं कहते ?

(ब) वृद्धि यदि जीवों का लक्षण है तो बढ़ते हुए बर्फ के टुकड़े, बढ़ती हुई परतदार चट्टानें या बढ़ते हुए चीनी के रवे सजीव क्यों नहीं कहे जाते ?

5. Account for—

(a) If movement is a characteristic of living beings, why are the steam-engine, aeroplane or rocket not regarded as living beings ?

(b) If growth is a characteristic of living beings, why are the growing blocks of snow, rocks of folded mountains and crystals of sugar not regarded as living beings ?

६. जन्तु चर तथा पौधे अचर क्यों होते हैं ?

6. Why do animals move about where as plants are fixed.

७. सजीवों की क्या विशेषताएँ हैं ? बताओ कि पेड़ पौधे सजीव हैं या निर्जीव ?

7. What are the characteristics of living beings ? Explain whether plants are living beings or not.

(1959 A. S. S. E.)

८. निम्नलिखित पदार्थों में से कौन सजीव और कौन निर्जीव हैं ?

गाय, स्पंज, चीनी का रवा, बिजली का पंखा, पेंसिल, दावात, पानी, दही, रक्त, चील, मक्खी, मिट्टी, हवा, आम का पेड़, मेढ़क, शाकाणु और कांच।

8. Which of the following are living beings and which of them are non-livings being.

Cow, Sponge, Crystals of Sugar, Electiic-Fan, Pencil, Ink-pot, Water, Curd, Blood, Kite, Fly, Soil, Air, Mango-tree, Frog, Bacteria and glass.

९. पौधों के वर्गों के नाम बताएँ तथा प्रत्येक वर्ग के मुख्य लक्षणों का उदाहरण द्वारा वर्णन करें।

9. What are the different classes of plants ? Describe with examples the chief featurs of every class.

१०. निम्नलिखित पौधे किस वर्ग के हैं ?

धान, गेहूँ, चीड़, साइकस, कुकुरमुत्ता, अमरवेल, स्पायरोगाइरा, म्यूकर और यीस्ट (yeast)

10. Which class of plants do the following belong to ? Paddy, Wheat, Cedar, Cycas, Mush-room, Cuscuta, Spirogyra, Mucor and Yeast.

११. पौधे खाते हैं कैसे सिद्ध करेंगे ?

11. How would you prove that plants take food ?

१२. कैसे सिद्ध करेंगे कि सूर्य के बिना पृथ्वी पर का कोई भी जीव जिन्दा नहीं रह सकता ?

12. How would you prove that there can be no life in the absence of the Sun ?

दूसरा अध्याय

बीज और उनके अंकुरण

(Seeds and their germination)

आपने देखा होगा कि बीज को मिट्टी में रख देने पर पहले वे जल का शोषण कर फूल जाते हैं और फिर उनसे एक नुकीला भाग निकलता है जो मिट्टी के अन्दर घुसकर मूल-संहति (Root-System) बनाता है। फिर उनसे एक नन्हा पौधा या बीजांकुर (Seedling) बनता है। अतः बीजों के फूलने, मूल तथा बीजांकुर के निर्माण को अंकुरण कहते हैं। वास्तव में अंकुरण (Germination) एक पारिभाषिक शब्द है। बीज को मिट्टी में डालने से लेकर जबतक यह अपने को पूर्णतः बीजांकुर के रूप में स्थापित नहीं कर लेता तबतक होनेवाले सभी परिवर्त्तन इसमें शामिल हैं। सुप्त बीज के सक्रिय (active) होने का दूसरा नाम अंकुरण है।

वनस्पतियों के जीवन-काल का यह समय चयापचय क्रियाओं की तेज गति के लिए विशेष रूप से प्रसिद्ध है। बढ़ते हुए भ्रूण (Embryo) को इस समय खाद्यपदार्थों की अधिकाधिक आवश्यकता होती है। इसलिए वे संचित पदार्थों को जल की उपस्थिति में भौतिक और रासायनिक परिवर्त्तनों द्वारा ऐसे रूपों में बदल देते हैं जिन्हें वृद्धि के काम में ला सकें।

बीज के निम्नलिखित प्रधान भाग हैं :—

१. सबसे बाहरी भाग, जो बीजावरण का काम करता है, बीज-चोल (Seed-coat) कहलाता है। किसी-किसी बीज में बीज-चोल दोहरा होता है। बाहरवाले को बीजकवच (Testa) तथा भीतरवाले को अन्तःकवच

(Tegmen) कहते हैं। चने के बीज में चोल दोहरा तथा मटर में केवल एकहरा होता है।

२. चोल के भीतर बीज के दल होते है, जिन्हें बीजपत्र (Cotyledons) कहते हैं। जिन बीजों में एक बीजपत्र होता है उन्हें एकबीजपत्री (Monocotyledons) तथा जिनमें दो बीजपत्र होते है, उन्हें द्विबीजपत्री (Dicotyledons) कहते हे।

३. अंकुरित बीज का नुकीला भाग जो भूम्यावर्त्त (Geotropic) अर्थात् मिट्टी की ओर बढ़ने की प्रवृत्ति रखता है, मूलांकुर (Radicle) कहलाता है।

४. मूलांकुर के अक्ष (Axis) का वह भाग, जो द्विबीजपत्रीबीजों में बीजपत्रों के मध्य में होता है, प्रांकुर (Plumule) कहलाता है। यह चिड़िया की छोटी पंख की तरह होता है। हस्ततात (Hand-lens) से देखने से इसके अग्रक भाग की सूक्ष्म पत्तियाँ स्पष्ट मालूम पड़ती हैं।

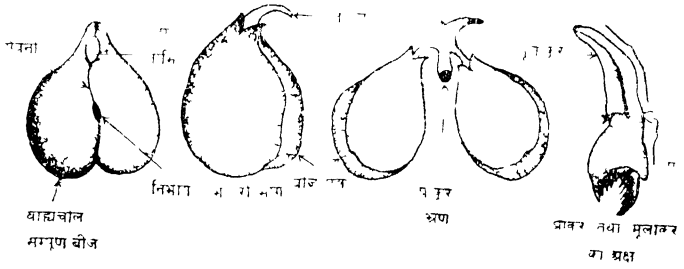
५. दलों के बाद बीज का भ्रूणपोष (Endosperm) होता है। भ्रूणपोष सभी बीजों में नहीं होते। जिन बीजों में भ्रूणपोष होते हैं, उन्हें भ्रूण-पोषी (Endopermous or albuminous) और जिनमें नहीं होते उन्हें अभ्रूणपोषी (Non-endospermous or exalbuminous) कहते हैं।

बीजों के अध्ययन के लिए उन्हें पानी में फूलने के लिए डाल द। दूसरे दिन उनके भागों की परीक्षा करें। उनके भाग स्पष्ट मालूम पड़ेंगे। चने के बीच में उपर्युक्त भागों की परीक्षा करें। अंडी के बीज में भी इनका अध्ययन करें। अंड़ी के बीज भ्रूणपोषी तथा चने या मटर के बीज अभ्रूणपोषी होते है।

कुछ द्विपत्रदली (Dicotyledonous) बीजों का अध्ययन

चने का बीज—फूले हुए चने के बीज को साफ कपड़े या स्याही-सोख से पोंछ दें, ताकि उसकी सतह पर नमी बिल्कुल न रह जाय। बीज को दो उँगलियों के बीच रखकर हलके दबाएँ। उसके नुकीले भाग की ओर से पानी के बुलबुले निकलते हुए दिखाई पड़ते हैं। जिस सूक्ष्म द्वार से बुलबुले निकलते हैं, उसे अंडद्वार या सूक्ष्म द्वार (Micropyle) कहते हैं। इस द्वार का बीज के

भीतरी भाग से लगाव रहता है जिसके कारण उससे जल निकलता है। अंडद्वार के ठीक नीचे एक गर्त (Depression) होता है, जिसे नाभि (Hilum) कहते है। बीज का वृन्त या डठल इसी भाग से जुटा रहता है।



चने के बीज के विभिन्न भाग

चित्र ३

अंडद्वार की ओर से नीचे की ओर एक रेखा दीख पड़ती है, जिसे हम लोग सेवनी (Raphe) कहते हैं। इस रेखा के मध्य मे एक चौकोर चिह्न होता है जिसे हमलोग प्रबीजाधार या शैलजा (Chalaza) कहते हैं।

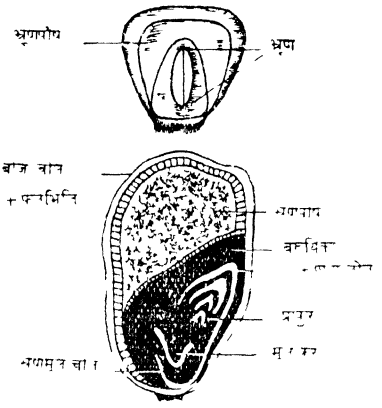
बीज के बाहर एक हरा आवरण होता है जिसे हमलोग वाह्यचोल (Testa) कहते हैं। इसको हटाने पर भीतर झिल्ली की तरह पतला एक और आवरण होता है जिसे अन्तश्चोल (Tegmen) कहते हैं। दोनो आवरणो के हटाने पर बीज का जो भाग शेष रह जाता है उसे भ्रूण (Embryo) कहते है। चने मे बीजपत्र सामने की ओर कुछ नुकीले हो जाते हैं। इन नुकीले भागो को बीजपत्रीनाल (Cotylendonary stalk) कहते है। इसी के द्वारा ये भ्रूण के अक्ष से जुटे रहते हैं। अक्ष का वह अंश जो बीजपत्रो के बाहर रहता है, मूलाकुर या रेडिकल (Radicle) तथा जो बीजपत्रों मे दबा रहता है उसे प्राकुर (Plumule) कहते हैं। मूलाकुर से मूल-सहति (Root-system) तथा प्राकुर से प्ररोह-संहति (Shoot-system) की उत्पत्ति होती है। प्राकुर के अग्रक भाग मे हस्त-ताल (Hand-lens) से देखने पर अनेक नन्ही-नन्ही पत्तियाँ दीख पड़ती हैं। इसी कारण यह पक्षी के एक नन्हे पंख की तरह दीख पड़ता है। चित्र को देखें और बीजो में उन भागो को स्वयं देखने की कोशिश करें। इस बीज में भ्रूणपोष

नही होता है इसलिए इसको अभ्रूणपोषी (Non-endospermous) कहते हैं। चने, सेम आदि बीजो का भी अध्ययन करें और प्रत्येक भाग को समझने की कोशिश करें।

अंडी का बीज—इसकी बनावट भी करीब-करीब चने के बीज की ही तरह होती है। इसका बीज-चोल चित्तीदार होता है। बीज के शीर्ष पर एक गूदादार वस्तु दिखाई पड़ती है, जिसे बीजोपांग या ऐरिल (Aril) कहते हैं।

अन्तश्चोल हटाते ही सफेद मांसल भाग दिखाई पड़ता है, जिसे भ्रूणपोष (Endosperm) कहते है। भ्रूणपोष हटाने पर कागज की तरह पतले दो बीजपत्र दीख पड़ते है। इन्ही बीजपत्रो में मूलांकुर तथा प्राकुर छिपे रहते हैं।

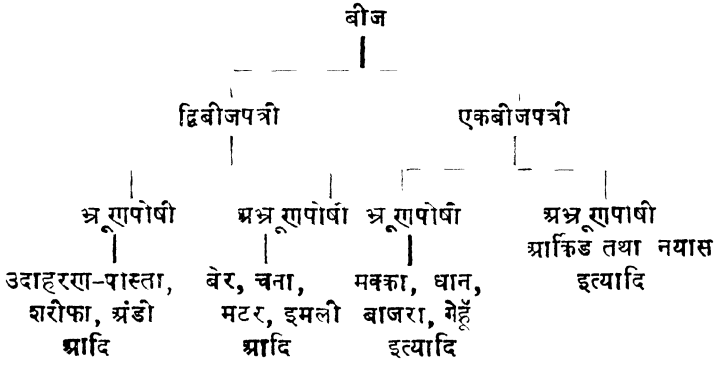
मक्के का बीज—यह एक एकपत्री (Monocotyledonous) बीज है। मक्के का दाना जिसे हम बीज कहते हे वास्तव में फल है। इसमें फल-भित्ति और बीज-भित्ति एक दूसरे से इस प्रकार जुड़ी रहती है कि वे अभिन्न मालूम पड़ती है। बीज के अध्ययन के लिए उसकी एक लम्बी-काट (Longitudinal section) काटें और आयोडिन के हल्के घोल से रंजित कर उसका निरीक्षण करें। चित्र में सभी भागो को दिखलाया गया है। इसे समझने का प्रयास करें। (चित्र नं०—४ मक्के का दाना) बीज के बाहर एक ही आवरण है, जो फल-भित्ति और बीज-भित्ति दोनों के मिलने से बनता है। इसमें एक ही बीजपत्र होता है, जिसे बरूथिका (Scutellum) कहते हैं। अक्ष के ऊपरी भाग को प्रांकुर (Plumule) तथा नीचेवाले भाग को मूलांकुर (Radicle) कहते है। प्रांकुर के आवरण को भ्रूणाग्र-चोल (Coleoptile) तथा मूलांकुर के आवरण को भ्रूणमूल-चोल (Coleorhiza) कहते हैं।



मक्के के बीज के विभिन्न भाग

चित्र ४

बीजों का वर्गीकरण (Classification of Seeds)



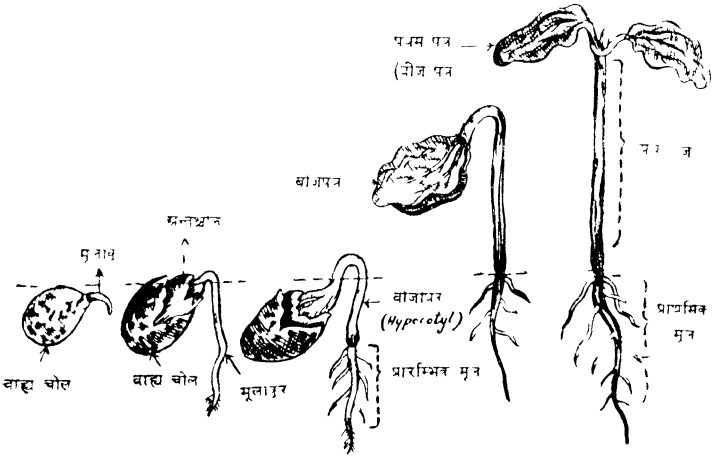
बीजों का अंकुरण
(Germination of seeds)

प्रत्येक बीज में एक भ्रूण होता है जो सुषुप्तावस्था (Dormant condition) में रहता है। मिट्टी में वायु, नमी तथा अन्य अनुकूल कारकों को पाकर वह जागृत हो उठता है, जिसके फलस्वरूप पौधा अंकुरित हो जाता है। अंकुरण दो प्रकार का होता है—उपरिभूमिक (Epigeal) तथा अधोभूमिक (Hypogeal)। उपरिभूमिक अंकुरण, सेम, लौकी, इमली अंडी आदि में होता है। इन बीजों मे बीजपत्रों के अक्ष के ठीक नीचे का भाग (Hypocotyl) तेजी से बढ़ने लगता है और बीजपत्रों को मिट्टी के ऊपर ले जाता है। अधोभूमिक अंकुरण में बीजपत्रों के ठीक ऊपर का भाग (Epicotyl) बड़ी तेजी से बढ़ने लगता है, जिसके फलस्वरूप बीजपत्र मिट्टी के भीतर ही रह जाते हैं।

बीजांकुरण की तीन अवस्थाएँ है :—(अ) भूमि के अन्दर नमी पाकर बीजों का फूलना तथा कोशाओं का सक्रिय होना (ब) मूलांकुर का बढ़ कर मूल, तथा भ्रूणाग्र का बढ़कर नव प्ररोह बनाना (स) भ्रूणपोष या बीजपत्र से बढ़ते हुए भ्रूण का भोजन प्राप्त करना।

अंडी के बीज का अंकुरण—बीज का मूलांकुर मिट्टी के अन्दर घुसकर मूल-संहति बनाता है। यह धीरे-धीरे मिट्टी में घुसता चला जाता है और पौधे के लिए मिट्टी से खाद और जल ग्रहण करता है। कुछ समय के बाद मूलांकुर चाप (Arc) के रूप में मिट्टी के बाहर आ जाता है। यह चाप धीरे-धीरे सीधा होने लगता है और बीजपत्र को भी मिट्टी के ऊपर ले जाता है। बीजपत्र के

साथ भ्रूणपोष भी बाहर आ जाता है। जब बीजपत्र हरा होकर प्रथम पत्र का रूप धारण कर लेता है तब भ्रूणपोष का कार्य समाप्त हो जाता है और सूखकर वह जमीन पर गिर जाता है। बीजांकुर के अक्ष का वह भाग, जो मिट्टी के

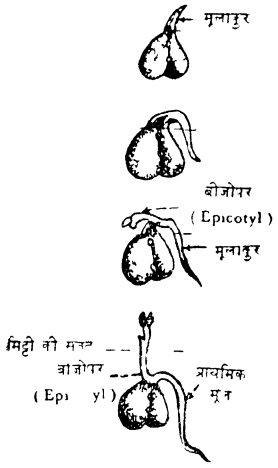


अरण्डी के बीज के अंकुरण की अवस्थायें

चित्र २

ऊपर तथा प्रथमपत्र के नीचे पड़ता है, अधोबीज पत्र (Hypocotyl) कहलाता है। सेम या सूरजमुखी के बीजो में ठीक उसी प्रकार अंकुरण होता है।

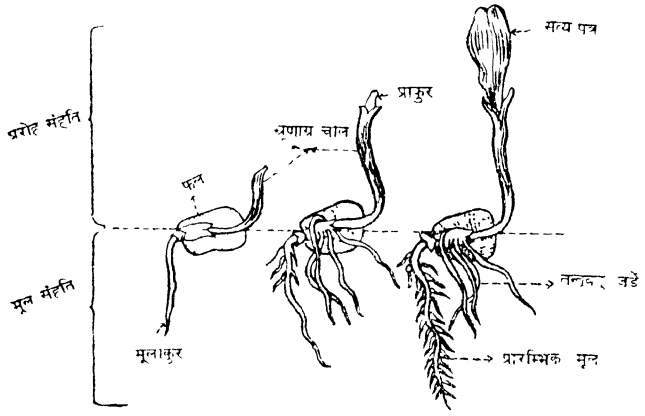
चने के बीज का अंकुरण—नम भूमि में डाले जाने पर बीज-चोल तथा अन्तश्चोल मुलायम हो जाते हैं और अंडद्वार (Micropyle) से होकर मूलांकुर बाहर निकल आता है। यह प्राथमिक मूल का रूप धारण कर लेता है। चने के बीज मे अधोबीज पत्र नही, बल्कि उपरिबीज-पत्र (Epicotyl) जल्द-जल्द बढ़ने लगता है। इसके फलस्वरूप केवल प्राकुर ही बाहर निकलता है। बीजपत्र मिट्टी के नीचे रह जाता है। (देखें चित्र—६)



चने के बीज का अंकुरण

चित्र ६

मक्के के बीज का अंकुरण—यह एकबीजपत्री, भ्रूणपोषी तथा अधोभूमिक प्रकार (Monocot, endospermic, hypogeal type) है। मूलांकुर अपने आवरण (coleorhiza) के साथ बढ़ता है। कुछ समय के बाद आवरण को फाड़कर यह बाहर निकल आता है और प्राथमिक मूल (Primary root) का रूप धारण कर लेता है। प्राथमिक मूल कुछ ही समय के बाद खतम हो जाता है। भ्रूणाग्र और भ्रूणाग्रचोल (Celeoptile) भी साथ-साथ बढ़ते है,



मक्के के बीज का अंकुरण

चित्र ७

लेकिन ये ऊपर की ओर बढ़ते है। आरम्भ में प्रांकुर और भ्रूणाग्र-चोल दोनों साथ-साथ बढ़ते है, लेकिन बाद में भ्रूणाग्र (Plumble) तेजी से बढ़ने लगता है और भ्रूणाग्र-चोल को फाड़कर बाहर निकल आता है। भ्रूणाग्रचोल कभी-कभी दो-तीन इंच लम्बा हो जाता है। भ्रूणाग्र को प्रांकुर भी कहते है।

अंकुरण के आवश्यक कारक (Necessary factors for Germination) :—अंकुरण के लिए निम्नलिखित साधनों की आवश्यकता होती है :—

(१) जल (Moisture)
(२) वायु (आक्सिजन Oxygen)
(३) उपयुक्त तापक्रम (Temperature) तथा
(४) प्रकाश (Light)

(१) सूखे बीज पानी काफी मात्रा में सोखते हैं। सूखे और भिगोये हुए बीजों के तौलों की तुलना करने पर यह स्पष्ट हो जाता है। पानी की आवश्यकता अंकुरण के लिए सबसे अधिक होती है। वर्षा ऋतु की प्रथम बौछार के साथ-साथ घास-फूस के अनेक पौधे निकल आते हैं, यह इसका सहज प्रमाण है। बीज मिट्टी की आर्द्रता (moisture) को सोख लेते हैं। जल के प्रवेश से बीज फूल जाते है तथा बीज-चोल की झुर्रियां खतम हो जाती है। अनेक प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध कर दिया गया है कि जल अंडद्वार (Micropyle) तथा बीज-चोल दोनों ही से प्रवेश करता है। जल की उपयोगिता संक्षेप में यों है :—

(१) यह बीज-चोल को नरम कर देता है तथा भ्रूण को फुला देता है। इस फूलने की शक्ति को अन्तश्चूषण (Imbibition) कहते हैं। इसका निर्देशन निम्नलिखित प्रयोग द्वारा किया जा सकता हैं।

प्रयोग—एक दियासलाई की डिबिया में मटर या चने के बीज भर दें। उसे तागे से बांधकर जल में डुबाएँ। कुछ समय बाद बीजों के फूलने से डिबिया फट जाती है।

(२) नम होने पर बीज-कवच (Testa) अतिवेध्य (Permeable) हो जाता है, जिससे बाहर का आक्सिजन सहज ही प्रवेश करने लगता है। फलतः आक्सिजन-श्वसन (Aerobic respiration) शीघ्रता से होने लगता है।

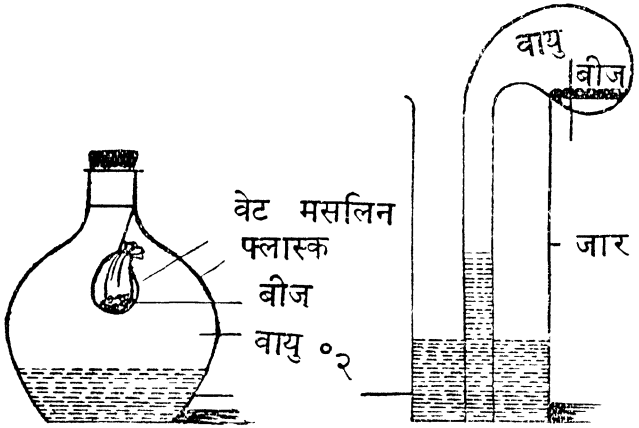
(३) जीवित कोशिकाएँ सुषुप्तावस्था से सक्रिय अवस्था में आ जाती हैं।

(४) बीजपत्रों के अघुलनशील पदार्थों का पाचन आरम्भ हो जाता है। सक्रिय प्ररस विकर (Enzymes) पैदा करने लगते हैं जिससे मंड (starch) सरल शर्कराओं में, प्रोटोन अमीनो अम्ल में तथा वसाग्लीसरॉल और वसा-अम्ल में बदल जाते है। पचित भोजन का अधिकांश भाग श्वसन के काम में आता है। इसलिये अंकुरण के समय यद्यपि बीजों का आयतन (volume) बढ़ जाता है, लेकिन श्वसन क्रिया निरन्तर तेजी से चलते रहने के कारण वजन क्रमशः कम होता जाता है।

(२) आक्सिजन :—पौधों को वृद्धि के लिए ऊर्जा (energy) की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा श्वसन क्रिया द्वारा उत्पन्न होती है। अतः, आक्सिजन के बिना पौधे बढ़ नहीं सकते। सुषुप्तावस्था में श्वसन क्रिया नहीं के बराबर होती है। अंकुरण के समय श्वसन क्रिया काफी तेजी से चलती है, क्योंकि इस समय सुषुप्त बीज सक्रिय हो जाता है। जब बीज जमीन में काफी गहराई में

गाड़ दिये जाते है तो उन्हें आक्सिजन नहीं मिलता है, जिसके कलस्वरूप उनका अंकुरण नही होता है।

प्रयोग—पौधों की वृद्धि के लिए आक्सिजन की आवश्यकता—इस प्रयोग के लिए उपकरणो को जैसा चित्र में दिखाया गया है—सजाना चाहिए। ताजे क्षारीय पायरोगैलोल में आक्सिजन सोख लेने की क्षमता होती है। यह कास्टिक पोटाश (Caustic potash) में पायरोगैलिक अम्ल को घोलकर बनाया जाता है। फ्लास्क (अ) के पेंदें में यह घोल कुछ मात्रा मे भर दिया गया है। भिगोये हुए कुछ बीज मलमल या जाली की थैली में बाँधकर एक



अंकुरण के लिये ऑक्सिजन की आवश्यकता

चित्र ८

तागे द्वारा लटका दिये गये है। फ्लास्क (ब) में कुछ बीज सोख्ते के ऊपर रख दिये गये हैं। फ्लास्क की नली का मुँह पायरोगैलोल में खुलता है। अ और ब के साथ उनका नियंत्रण-प्रयोग (Control experiment) भी करते है जिनमें पायरोगैलोल के बदले पानी लिया गया है। कॉन्ट्रोल प्रयोगों में अंकुरण होता है, लेकिन (अ) तथा (ब) में आक्सिजन नहीं रहने के कारण अंकुरण नहीं होता है। इस प्रयोग से आक्सिजन की आवश्यकता सिद्ध हो जाती है।

(३) **तापक्रम** (Temperature) :—बीजों के अंकुरण के लिए ताप अति आवश्यक है। ताप ही सभी रासायनिक प्रक्रियाओं में सहायता करता है। प्रत्येक किस्म के बीज के अंकुरण का ताप-क्षेत्र (Range of tempera-

ture) अलग-अलग होता है। निम्नताप, जिसके नीचे यह क्रिया नहीं हो सकती, उसको अल्पिष्ट (Minimum), उच्चतमताप, जिससे ऊँचे ताप पर यह क्रिया नहीं हो सकती उसको उच्चतम तथा वह ताप जो अंकुरण के लिए सबसे अधिक अनुकूल है उसे अनुकूलतम ताप (Optimum temperature) कहते हैं। अधिकतर बीजों के लिए २४°-२८° सेन्टीग्रेड अनुकूलतम ताप होता है। ०° से० ग्रे० या इसके नीचे प्ररस निष्क्रिय हो जाता है। ठंढे प्रदेशों में उगनेवाले बीजों के लिए अनुकूलतम तापक्रम गर्म प्रदेशों में उगनेवाले बीजों से कम होता है। अंकुरण के समय उष्मा उन्मोचन (heat liberation) होता है, इसको प्रयोग द्वारा दिखला सकते हैं।



सेम के तीन बीजोंवाला अंकुरण प्रयोग

चित्र ४

(४) प्रकाश :—प्रकाश का प्रभाव भिन्न प्रकार के बीजों पर अलग-अलग होता है। अधिकांश बीजों पर प्रकाश का अनुकूल प्रभाव पड़ता है। इस तथ्य का आविष्कार सबसे पहले जर्मन वैज्ञानिक किन्सेल (Kinzel) ने किया था। उपरिरोही पौधों के बीज प्रकाश के बिना नहीं अंकुरित होते है। प्याज के बीज का अंकुरण प्रकाश के अभाव में ही होता है।

अंकुरण के समय रासायनिक परिवर्त्तन
(Chemical changes during germination)

बीजों में खाद्यपदार्थ बीजपत्रों या भ्रूणपोषों (Endosperms) मे संचित रहता है। संचित भोजन सदैव घुलनशील तथा विभिन्न रूप में होते हैं। सभी बीजों मे प्रोटीन कुछ न कुछ मात्रा में अवश्य रहता है। कुछ बीजों मे जैसे मटर, सेम आदि में इसकी मात्रा विशेष होती है। मूँगफली या अंडी के बीजों में तेल की मात्रा अधिक होती है। गेहूँ, जौ, धान इत्यादि में स्टार्च की मात्रा विशेष होती है। खजूर के बीजों मे संचित खाद्य सेल्यूलोज (cellulose) के रूप में होता है। श्वसन क्रिया मे काम आने के लिए तथा भ्रूण के वर्धीक्षेत्रों तक पहुँचने के लिए संचित भोजन का घुल्य रूप में बदल जाना आवश्यक होता है। इस क्रिया को पाचन (digestion) कहते हैं।

यदि संचित पदार्थ स्टार्च के रूप में होता है तो एमीलेज (amylase) नामक विकर उसे ग्लूकोज (glucose) और फ्रूक्टोज (fructose) में बदल देता है, बसा और तेल (oils and fats) का पचन लाइपेज तथा प्रोटीन का विभिन्न प्रोटिऐजेज (proteases) द्वारा होता है। भ्रूण स्वयं सेल्यूलेज (cellulase) नामक विकर पैदा करता है जिसके द्वारा सेल्यूलोज द्वारा निर्मित कोशिका-भित्तियाँ विलीन हो जाती हैं। भ्रूणपोष से संचित भोजन इस प्रकार मुक्त हो जाता है। प्रसरण द्वारा भ्रूण के वर्धी प्रदेशों में यह पहुँच जाता है। शर्कराओं का कुछ भाग तो कोशिका भित्तियों के निर्माण में, लेकिन अधिकतर भाग श्वसन क्रिया में, काम आता है। अमीनो अम्ल के अधिकांश भाग प्ररस-निर्माण के कार्य में आते हैं।

बीजों के अध्ययन में कुछ ध्यान देने योग्य बातें :— बीजों की परीक्षा के समय विद्यार्थियों को निम्नलिखित बातों पर ध्यान रखना चाहिए (क)—बीज एकपत्री है या द्विपत्री ? (ख)—भ्रूणपोषी है या अभ्रूणपोषी (exalbuminous) (ग) भ्रूण (embryo) का आकार और स्थिति (shape and position) (घ)—संचित खाद्य की प्रकृति और उनका वितरण। संचित खाद्य (stored food) स्टार्च, प्रोटीन या बसा के रूप में हो सकता है। ये बीजपत्र या भ्रूणपोष में संचित रह सकते हैं। इन बातों को सावधानी से समझने का प्रयास करना चाहिए। (च)—बीजचोल (seed coat) की वाह्याकृति प्रारम्भिक अवस्था में बड़े बीजों को लेना चाहिए ताकि उनके भाग स्पष्ट जान पड़ें। (छ) अंकुरण (Germination) अधोभूमिक (hypogeal) है या उपरिभूमिक (Epigeal) ?

संक्षिप्त वर्णन :—

(१) जिस तरह जन्तुओं में सन्तानोत्पादन होता है उसी तरह पौधों में बीजोत्पादन। किसी भी बीज के प्रधान भाग (अ)—बीजचोल (Seed coat) (ब)— बीजपत्र (cotyledons) (स)—भ्रूणपोष (Endoesperm) (द)—भ्रूणाग्र या प्रांकुर (Plumule) तथा मूलांकुर (Radicle) होते हैं।

(२) बीजांकुरण सुप्तावस्था (dormant stage) को त्याग कर सक्रिय अवस्था में पहुँचने को कहते हैं। बीज को मिट्टी में डालने के समय से लेकर पूर्णतः उसको स्थापित कर लेने तक के समय को बीजांकुरण-काल (Germination Period) कहते हैं।

(३) जिन बीजों में भ्रूणपोष होता है, उन्हें भ्रूणपोषी (Endospermous or albuminous) तथा जिनमें नहीं होता उन्हें अभ्रूणपोषी (Exalbuminous) कहते हैं।

(४) अंकुरण दो प्रकार का होता है, उपरिभूमिक (Epigeal) तथा अधोभूमिक (Hypogeal)।

(५) अंकुरण के लिए नमी, वायु, ताप तथा प्रकाश की आवश्यकता होती है।

अभ्यास

१. बीज के विभिन्न भागों के नाम बतलाएँ और उनके कार्यों का उल्लेख करें।

1. Name the different parts of a seed and mention their functions.

२. अंकुरण शब्द से आपका क्या तात्पर्य है? अंकुरण के प्रकारों को सोदाहरण समझाएँ।

2. What do you understand by the term Germination? Illustrate with example the various types of germination.

३. उपरिभूमिक (Epigeal) अंकुरण से आपका क्या तात्पर्य है? सोदाहरण समझाएँ। इस प्रकार के किसी बीज के अंकुरण का वर्णन चित्रों द्वारा करें।

3. Illustrate with examples what do you understand by Epigeal germination? Deseribe with the help of diagrams the germination of this type in any seed.

४. अंकुरण के समय बीजों के संचित खाद्य पदार्थों में कौन-से रासायनिक परिवर्त्तन होते हैं?

4. What chemical changes take place, in the stored food material of seeds duing germination?

५. बीजों का अंकुरण किन-किन बातों पर निर्भर करता है? एक प्रयोग द्वारा इसको समझाएँ।

5. With the help of a diagram illustrate the factors of germination?

तीसरा अध्याय

मूल एवं उनके रूपान्तर

(Roots and their modification.)

अंकुरण के समय मूलांकुर भूमि में प्रविष्ट होकर लम्बा हो जाता है और प्राथमिक मूल (Primary root) बनाता है। अधिकांश द्विबीजपत्री पौधों में प्राथमिक जड़ें स्थायी होती है और मूल-संहति (Root-system) का निर्माण करती है। वे मूल जिनका निर्माण प्राथमिक मूलो से होता है, मूसला-जड़ (Tap-root) कहलाती हैं। एकबीजपत्री पौधों में तथा कुछ द्विबीजपत्रियों में प्राथमिक मूलो का शीघ्र पतन हो जाता है और उनका कार्य करने के लिए दूसरे प्रकार की जड़ें निकल आती है जिन्हें आगन्तुक-मूल (Adventitious roots) कहते है।

सामान्य जड़ों की परीक्षा के लिए एक गमले मे बालू मिश्रित मिट्टी रखकर कुछ सरसों और मटर के बीज बोयें। जब पौधे उग आवें तो उन्हे सावधानी से उखाड़ें, नही तो जड़ें मिट्टी में टूट जा सकती हैं। जड़ों में लगे हुए मिट्टी के कणों को नल (tap) की हलकी धार के नीचे धोयें। उसका सबसे मोटा अक्ष प्रधान जड़ (Primary-root) है। उससे अनेक शाखाएँ निकलती है, जो क्रमशः पतली होती जाती हैं। प्रत्येक प्रधान जड़ तथा उनकी शाखाओं के शीर्ष के ७-८ मिलीमीटर ऊपर बाल से भी बारीक कुछ रोमों का गुच्छ होता है, जिन्हें मूल-रोम (Root-hairs) कहते है। ये मूल-रोम मिट्टी के अन्दर घुसकर भूमिजल तथा लवणों के घोल का शोषण करते हैं। एक वर्ग मिलीमीटर में मूल-रामों की संख्या २००० तक हो सकती है। ये वाह्य कोशास्तर (Epidermal layer) से निकलते हैं तथा एक कोशीय होते हैं। ज्यों-ज्यों जड़ें

बढ़ती है, पिछले भाग के मूल-रोम खतम होते जाते और उनकी जगह पर नये-नये रोम निकलते रहते हैं।

मूल के अग्रक भाग में टोपी की तरह का एक आवरण होता है, जिसे मूलगोप (Root-cap) कहते हैं। जलीय मूलों का मूल-गोप बहुत स्पष्ट होता है। जलीय पौधों में मूल-गोप का कोई काम नहीं होता है। क्योंकि, मिट्टी की तहों के रोध का इसको सामना नहीं करना पड़ता है। इसे मूल-गोह (Root-pocket) कहते हैं। मूल-रोम वाले भाग के ऊपर वर्धी भाग growth region) तथा उसके ऊपर प्रौढ़-भाग है।

सामान्य जड़ें
(Normal roots)

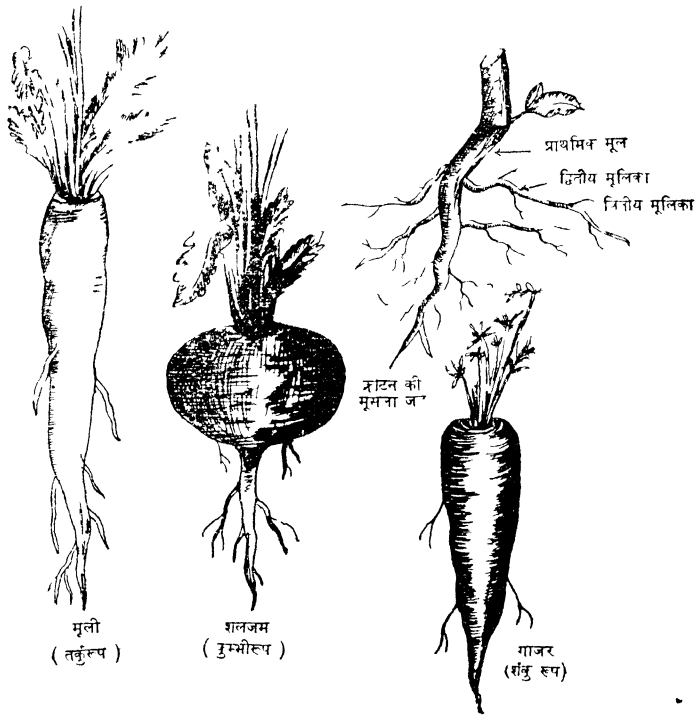
सामान्य मूसला जड़ों के अध्ययन के लिए मिरचैया (*Croton sparsiflorus*) की जड़ की परीक्षा करें। सबसे मोटे अक्ष को प्रधान जड़ या प्रारम्भिक मूल (Primary-root) कहते हैं। इस प्रधान या प्रारम्भिक मूल की शाखाएँ क्रम से पतली होती जाती हैं। द्वितीय तथा तृतीय क्रम की संलग्न शाखाओं को आप स्वयं देख सकते हैं। मूल-रोम तथा बारीक शाखाओं में अन्तर होते हैं। मूल-रोम एककोशी तथा वहिर्जात (exogenous) और शाखाएँ बहुकोशीय तथा अन्तर्जात (endogenous) होती हैं। सामान्य आगन्तुक जड़ों के अध्ययन के लिए एक बोतल में पानी भर दें। उसके मुह पर प्याज रख दें। उसके आधार से अनेक आगन्तुक जड़ें निकल कर बोतल के भीतर पानी की ओर बढ़ेंगी।

मूसला जड़ों के रूपान्तर

१. गाजर एक मूसलामूल है। खाद्य-पदार्थ के संचय के कारण यह फूल कर मोटा या माँसल हो जाता है। इसका आकार एक शंकु (Cone) की तरह होता है। यह सामान्य मूलों से मिलता-जुलता नहीं है, इसलिए इसे रूपान्तरित मूल (modified root) कहते हैं। इस तरह के मूल को शंकु रूप (Conical) कहते हैं।

२. मूली भी इसी प्रकार का एक मूल है। यह बीच में मोटा तथा दोनों ओर क्रमशः पतला होता जाता है इसको तर्कुरूप (Fusiform) कहते हैं।

मूली का वह भाग, जिसमे पत्तियाँ लगी रहती हैं, स्तम्भ या तने (Stem) का हिस्सा है।



मूसलामूल और उनका रूपान्तर

चित्र १०

३. शलजम (Turnip) में ऊपर का भाग काफी मोटा तथा फूला हुआ तथा नीचे एकाएक पतला हो जाता है। इसको **कुम्भीरूप** (Napiform) कहते हैं।

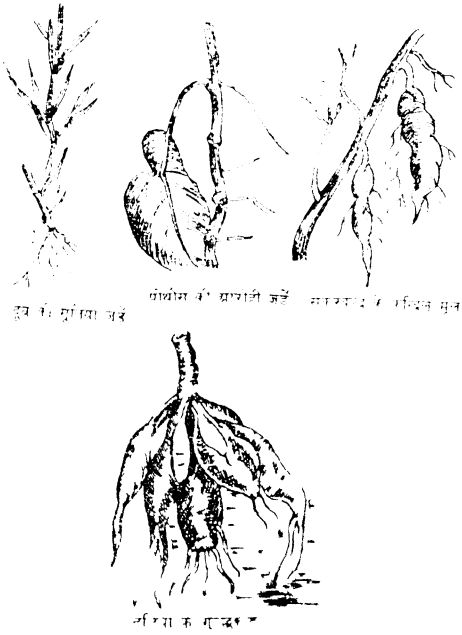
अस्थानिक (Adventitious) मूलों के भी अनेक रूपान्तर है, जिनमें से कुछ निम्नलिखित हैं :—

१. **सूतिया मूल** (Fibrous roots) जो अस्थानिक मूल झवड़ीदार तथा सूत की तरह पतले होते है, उन्हें सूतिया मूल कहते है। इस तरह की जड़ें दूब या मोथे वगैरह में पाई जाती है।

२. आरोही मूल (Climbing or clinging roots)—इस तरह के मूल आरोही पौधो मे पाये जाते हैं। आरोही पौधो के तने दुर्बल होते है और अपने सहारो (Supports) पर आरोहण के लिए इनमे विशेष प्रकार की जडें होती है जो सहारे से चिपक जाती है। इस प्रकार के मूल पान (Betel) छिपकिली बेल (*Ficus pumila*) तथा टेकोमा (*Tecoma*) वगैरह मे पाये जाते है।

३. कन्दिल मूल (Tuberous roots)—अस्थानिक जडें खाद्य-पदार्थों के संचय के कारण फूलकर मोटी हो जाती है। इस तरह के मूल शकरकंद (Sweet potato) तथा मिस्रीकंद वगैरह मे पाये जाते है।

४. गुच्छकन्द (Fasciculated tubers)—इसमे कन्दिल-मूलो का गुच्छा होता है जैसे सतावर या डाहलिया।



आगन्तुक जडों के रूपान्तर

चित्र ११

५. परजीवी जड़ें (Parasitic or haustorial)—परजीवी पौधों में पाई जाती है जैसे आकाशबेल (Cuscuta) या बाँझी मे।

६. उपरिरोही मूल (Epiphytic)—उपरिजीवी पौधो पर पाये जाते है जैसे आर्किड (Orchid)। परजीवी जड़ें पौधो के जीवित अंगो के अन्दर घुसकर उनके खाद्य-पदार्थों का ले लेती हैं। उपरिरोही जड़ें पौधो को मृत छालो से खाद्य-पदार्थ लेती हैं अर्थात् जिन पौधो पर उपरिरोही उगते है उनको कोई हॉनि नही पहुँचाते।

७. पत्र-मूल (Leaf-roots) पत्थरकूचे या ब्रायाफायलम (*Bryophyllum*) के पत्ते किनारे पर कटे होते है। इन कटे हुए भागो में कलिकाएँ होती है। इन्ही से जड़ें निकलती है।

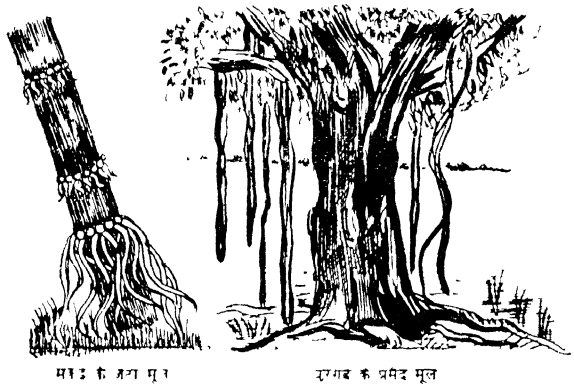


आगन्तुक जड़ो के रूपान्तर

चित्र १२

८. हरितमूल (Assimilatory roots)—जड़ें सामान्यत: हरी नही होती हैं। लेकिन ग्रुच्च में जड़ें हरी होती हैं, जो हवा में लटकती रहती हैं और भा-संश्लेषण का कार्य करती हैं।

९. बरगद की प्रमेद जड़ें (Prop-roots)—ये जड़ें शाखाओं से निकल कर लम्बवत् नीचे आती तथा जमीन में घुस जाती है। ये शाखाओं के लिए खम्भे का काम करती हैं। (देखें चित्र)



मोट के तना मूल बरगद के प्रमेद मूल

चित्र १३

१०. केवड़े के जटा-मूल (Stilt-roots)—ये जमीन से तिरछे होते हैं और उसको खड़े होने में सहायता देते है।

जड़ों के कार्य—सामान्य जड़ों के तीन प्रधान कार्य हैं—

अ—स्थिरीकरण (Anchorage or fixation) जड़ें पौधों को भूमि पर स्थिर रखती है। यदि जड़ें मजबूत न हों तो हवा के झोंके से पेड़-पौधे आसानी से गिर जायेंगे।

ब—प्रचूषण (Absorption)—मूल रोमों द्वारा मूल भूमि से जल तथा लवणों का प्रचूषण करते हैं। इन्हें संवाहन द्वारा पत्तियों में पहुँचाया जाता है, जहाँ इनसे भोजन तैयार होता है।

स—संवाहन (Conduction)—प्रचूषित लवण और जल मूलों के आन्तरिक भाग में पहुँचते है और वहाँ से स्तम्भ तथा अन्ततः पत्तों में पहुँच जाते हैं। इस तरह मूल संवाहन का कार्य करते हैं।

मूलों के असामान्य कार्य—इनके अतिरिक्त मूल असाधारण कार्य भी करते हैं, जो निम्नलिखित हैं :—

अ—**भोजन-संचय** (Food-storage)—जैसे गाजर, मूली, शलजम, शकरकंद आदि में भोज्य पदार्थों के संचय के कारण ये मूल मोटे हो जाते हैं।

ब—**आरोहण** (Climbing)—आरोही जड़ें आरोहण में मदद पहुँचाती हैं जैसे पान, पोथोस (Pothos), टेकोमा आदि में (स)—**भा-संश्लेषण** (Photosynthesis) में, जैसे गुरूच की जड़ें (द)—**सहारा** (Support) देना-जैसे बरगद, केवड़ा, मक्का आदि में।

संक्षिप्त वर्णन (Summary) :—

(१) जड़ों के प्रधान कार्य पौधों का स्थिरीकरण, जल और लवणों का प्रचूषण तथा प्रचूषित पदार्थों का संवाहन है।

(२) जड़ों के असामान्य कार्य भोजन-संचय, भा-संश्लेषण, सहारा देना आदि हैं।

(३) जड़ें प्रधानतः दो प्रकार की होती हैं—मूसला तथा आगन्तुक।

(४) मूसला जड़ों के तीन प्रधान रूपान्तर—तकुंरूप (fusiform) शंकुरूप (Conical) तथा कुम्भीरूप (Napiform) होते हैं।

(५) आगन्तुक जड़ों के मुख्य रूपान्तर प्रमेद (Prop-roots) जटा (Stilt), कन्दिल (Tuberous), आरोही (Climbing), परजीवी (Parasitic), तथा उपरिरोही (Epiphytic) मूल हैं।

अभ्यास

१. **बीज के कौन-से भाग से मूल का निर्माण होता है ? मूल के विभिन्न भागों के नाम बताएँ।**

1. What part of the seed gives rise to the root ? Describe the different parts of a root.

२. **मूल कितने प्रकार के होते हैं ? प्रत्येक प्रकार का सचित्र वर्णन करें।**

2. What are the different types of roots ? Describe diagramatically each type.

३. **मूसला जड़ों के रूपान्तरों का सचित्र वर्णन करें और प्रत्येक रूपान्तर का कारण बताएँ।**

3. Describe diagramatically the different modifications of tap-root. Point out the function of each modification.

४. आगन्तुक जड़ों के प्रधान रूपान्तरों का सचित्र वर्णन करें।

4. Describe diagramatically the main modifications of adventitious root.

५. पौधे की जड़ों के मुख्य कार्यों का वर्णन करें।

5. Describe briefly the main functions of the roots of a plant.

६. निम्नलिखित में अन्तर बताएँ :—

(अ) शंकु, तर्कु तथा कुम्भीरूप जड़ें।

(ब) उपरिरोही तथा पराश्रयी जड़ें।

(स) प्रमेद तथा जटामूल।

(द) मूल-आकन्द (Root-tuber) तथा स्तम्भ-आकन्द (Stem-tuber)।

6. Distinguish the defference of the following.

(a) Conical, fusiform and Napiform roots.

(b) Epiphytic and parasitic roots.

(c) Prop and Stilt roots.

(d) Root-tuber and Stem-tuber.

स्तम्भ और उनके रूपान्तर
(Stems and their modifications)

बीज के प्रांकुर (Plumule) से पौधे के प्ररोह-संहति (shoot-system) की व्युत्पत्ति होती है। प्ररोह मे स्तम्भ तथा उनकी शाखाएँ, पत्र, पुष्प आदि होते है। स्तम्भ के अध्ययन में हमलोगों को उनका आकार, सतह, शाखा-विन्यास तथा उनके रूपान्तर (modifications) आदि को समझना है।

इनका आकार चतुष्कोणीय (Quadrangular), त्रिभुजाकार (triangular) चिपटा (flattened) तथा धारीदार (ribbed) हो सकता है। तुलसी में चतुष्कोणीय, मोथा मे त्रिभुजाकार, नागफनी मे चिपटा, गेदे मे धारीदार तथा दूब में वर्तुलाकार (Cylindrical) होता है। सतह चिकनी (Glabrous) रोमयुक्त (hairy) या कंटकीय (Prickly or thorny) हो सकती है। गेहूँ या मक्के का तना चिकना, जिनिया (Zinnia) तथा तुलसी का रोमयुक्त या रोएँदार तथा गुलाब का तना कंटकीय होता है।

तनों के जिस स्थान से पत्र निकलते है, उसे गाँठ या नोड (Node) तथा दो गाँठों के बीच के भाग को पर्व या इंटरनोड (Internode) कहते हैं। किसी-किसी स्तम्भ में गाँठ स्पष्ट जोड़ (joint) की तरह दीखते है। ऐसे तनों को संधियुक्त (Articulate) कहते है। इनके पर्व यदि खोखले हुए तो उन्हे संधि-स्तम्भ (Culms) कहते है, जैसे—गेहूँ या बाँस के तनो मे।

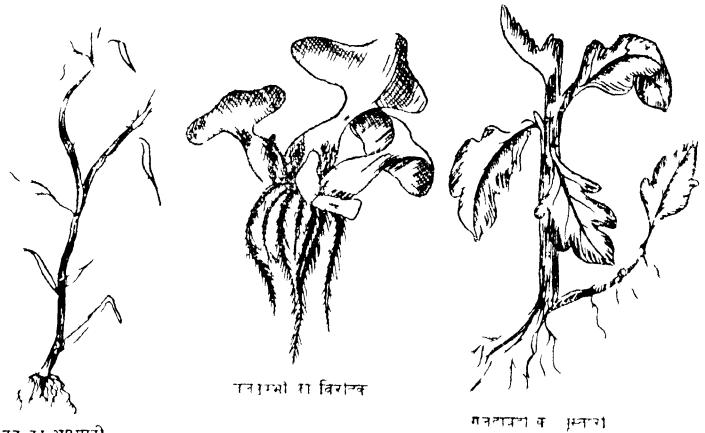
तनों के रूपान्तर
(Modifications of Stems)

तने जब किसी विशेष कार्य के लिए अपना रूप बदल देते है, तो उन्हें रूपान्तरित (modified) कहा जाता है।

तनों के प्रधान रूपान्तर निम्नलिखित हैं :—

(अ) भू-प्रसारी या रनर (Runner)—ये तने जमीन के ऊपर रेंगते हैं और पतले होते हैं। स्थान-स्थान पर इनकी गाँठो से जड़े निकलती है। यहाँ पर कक्ष-कलिकाएँ भी निकल आती है, जिनसे पौधो का विस्तार होता है। यह दूब, ब्राह्मीबूटी तथा खट्टी पत्ती (Oxalis) मे पाया जाता है।

(ब) विरोहक (stolon)—यह रनर से दृढतर तथा छोटा होता है और शिराओ पर मुड़ा रहता है जिसके कारण बीच मे उठा होता है।



स्तम्भ के उपवायवीय रूपान्तर

चित्र १४

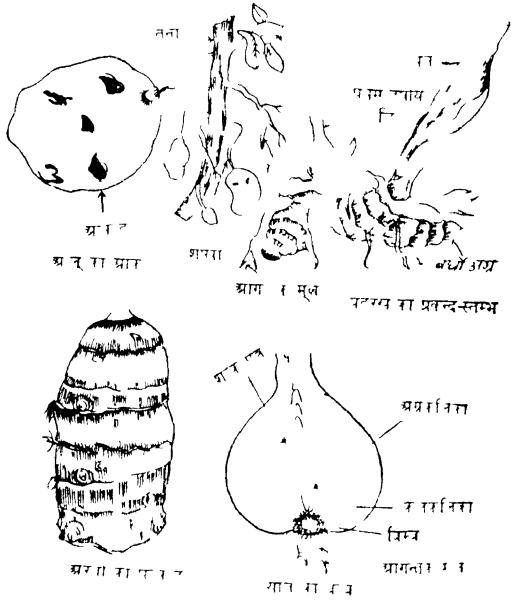
(स) भूस्तारी (Sucker)—यह मिट्टी के भीतर पुराने तने से निकलता है और तिरछा होकर जमीन के बाहर निकल जाता है (देखें चित्र)। यह पुदीना या गुलदावदी मे पाया जाता है।

(द) स्तम्भ कन्द (Stem-tuber)—जमीन के अन्दर तने के जो भाग होते हैं, उनसे कुछ शाखाएँ निकलती है। इन शाखाओ के अग्रक भाग खाद्य-संचय के कारण फूलकर कंदिल (Tuberous) हो जाते है। यह आलू मे पाया जाता है। इनमे आँखे होती है, जिनमे कक्ष कलिकाएँ भी होती है।

(इ) प्रकन्द (Rhizome)—यह धरातल के अन्दर समानान्तर रेंगनेवाले तने का संक्षिप्त रूप है, जो हमेशा मिट्टी के अन्दर रहता है। इसके शिरे पर एक कलिका होती है तथा गाँठो पर शल्क-पत्र (Scale-leaves) और उनके कक्ष मे कलिकाएँ होती है। यह अदरख तथा हल्दी वगैरह मे पाया जाता है।

(फ) घनकंद या कौर्म (Corm)—यह भी प्रकन्द ही की तरह तने का एक भूमिगत रूपान्तर है लेकिन इसकी वृद्धि क्षैतिज (horizontal) नही लम्बवत् होती है। यह ओल या अरवी मे पाया जाता है।

(ग) बल्ब (Bulb)—यह तन का सबसे संक्षिप्त भूमिगत रूप है। इसमे पूर्ण तना विम्ब (Dise) का रूप धारण कर लेता है। इससे आगन्तुक जड़ो का एक गुच्छ निकलता है। इसके ठीक ऊपर अनेक शल्क-पत्र होते हैं जो खाद्य-पदार्थों के सचय के कारण मांसल हो जाते है। ये शल्क-पत्र एक



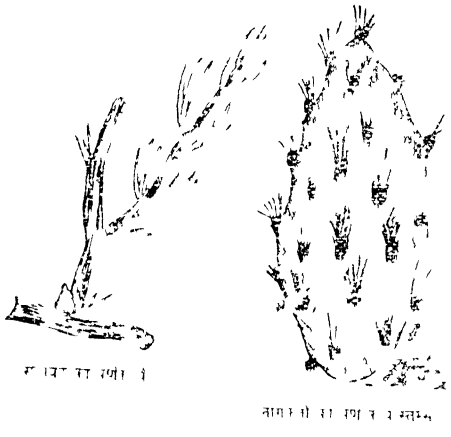
तन के भूमिगत रूपान्तर

चित्र १५

दूसरे से ढँके रहते है। इन पत्रो के बीच वर्त्तमान तथा अगले वर्ष का प्ररोह, कलिका के रूप मे छिपा रहता है। प्याज के बल्ब की एक लम्बी काट काटे और इसके विभिन्न भागो की परीक्षा करे। प्याज को Tunicated Bulb तथा लहसुन को Scaly Bulb कहते है। दानो मे भेद समझने का प्रयास करें।

(ह) **पत्र-कन्द या बलबिल** (Bulbil)—इसका उदाहरण **एगेव** (Agave) या जंगली रतालू (Dioscoria) में पाया जाता है। खाद्य-पदार्थ के संचय-हेतु कलिका का यह रूपान्तर है। मातृपौधे (Mother plant) से अलग कर दिये जाने पर भी नये पौधे बनाने की इनमें क्षमता होती है।

(ई) **पर्ण कार्य स्तम्भ** (Phylloclade)—इसमे तना चिपटा होकर पत्तियो का कार्य करने लग जाता है। पत्तियाँ या तो बिल्कुल नहीं होती या काटो या Scar का रूप धारण कर लेती है। नागफनी मे पत्तियाँ सूई की तरह काँटो मे तथा रसकस में एक Scar का रूप धारण कर लेती हैं।



स्तम्भ के वायवीय रूपान्तर

चित्र १६

(ज **पर्णकपर्व** (Cladode)—यह एक पर्व का पर्ण-कार्य स्तम्भ है, इसका उदाहरण सतावर मे पाया जाता है।

(क) **स्तम्भ - कंटक** (Thorn)—इसमें तना कंटक का रूप धारण कर लेता है और इस तरह पौधा भक्षण करनेवाले पशुओ से अपनी रक्षा करता है।

तनों के मुख्य कार्य (Main functions of stems) :—

अ—तनों का मुख्य कार्य **संवाहन** (Conduction) है। मूल द्वारा प्रचूषित पानी तथा भोजन-सामग्री (Food-material) यहाँ पर पहुँचाया जाता है और फिर तने उसको पत्तियों तक पहुँचाते है, जहाँ भा-संश्लेषण द्वारा खाद्य-पदार्थ बनते हैं।

ब—पत्तियों में तैयार किया हुआ भोजन तनो द्वारा ही पौधो के विभिन्न भागों में पहुँचाया जाता है।

स—इससे निकली अनेक शाखाएँ पत्तियों को इस प्रकार ऊपर फैलाए रहती हैं कि इनको अधिक से अधिक हवा और प्रकाश उपलब्ध हो सकें, जिससे कि ये अपने कार्य में पूर्णतः सफल हों।

द—स्तम्भ और शाखाओं में फूल लगते हैं जो प्रजनन का कार्य करते हैं।

ई—पौधों की प्रारम्भिक अवस्था में तने हरे होते हैं और भोजन बनाने का कार्य भी करते हैं—पर्ण कार्य-स्तम्भ (Phylloclade) में तो तने पत्तियों का पूरा काम करते हैं।

क—कुछ तने वर्धी-प्रजनन (Vegetative reproduction) का कार्य करते हैं।

ग—बहुत-से रूपान्तरित तने मिट्टी के भीतर पाये जाते हैं और खाद्य-संचय का कार्य करते हैं।

ह—कंटक-रूपी-तने चरनेवाले जानवरों से रक्षा करते हैं;

इ—पर्ण कार्य स्तम्भ (Phylloclades) स्वेदन-क्रिया (Transpiration) को कम करने में मदद पहुँचाते हैं।

ज—कुछ तने जो सरस और मांसल होते हैं, भोज्य-पदार्थों के अतिरिक्त पानी भी संग्रह करते हैं।

तने तथा मूल में भेद : (१) तना मुख्यतः ऊपर या प्रकाश की ओर बढ़नेवाले पौधे का अक्ष है।

(२) जड़ भूमि में प्रकाश से दूर, किन्तु जल तथा भ्वाकृष्टि (gravity) की ओर बढ़ती है।

(३) स्तम्भों में गाँठ (Node) तथा पर्व (Internode) होते हैं, लेकिन मूल में नहीं।

(४) स्तम्भ की प्रत्येक गांठ पर पत्र होते हैं, जिनके कक्ष (Axil) में कलिकाएँ होती हैं। पर, मूल में इस प्रकार की कलिकाएँ नहीं पाई जातीं।

(५) प्रत्येक मूल के अग्रक भाग (apical portion) में मूलगोप (Root-cap) होता है तथा स्तम्भ में अग्रकलिकाएँ (Apical buds) होती हैं।

(६) तनों में रोम किसी भी भाग में हो सकते हैं और ये एककोशीय या बहुकोशीय होते हैं, परन्तु मूलों में रोम स्थान विशेष में तथा सदैव एककोशीय होते हैं।

(७) स्तम्भ हरे होते हैं तथा उनकी सतह पर रंध्र (Stomata) होते हैं। तने भा-संश्लेषण की क्रिया कर सकते हैं। मूलों में न तो पर्णहरिम (Chlrophyll) होता है, न रंध्र होते हैं और न वे भा-संश्लेषण ही कर सकते हैं।

(८) तने की भीतरी बनावट विशेष प्रकार की होती है। अतः, मूल से उसका भेद आसानी से समझा जा सकता है।

स्तम्भ के स्वरूप के हिसाब से पौधों को हम निम्न भागों में बाँट सकते हैं :—

वृक्ष (Tree)।
क्षुप (Shrub)।
शाक (Herb)।

बड़े-बड़े पेड़ जैसे आम, जामुन, नीम और कटहल आदि वृक्ष की कोटि में आते हैं। इनसे छोटे पेड़ जिनमें कोई मुख्य स्तम्भ नहीं होता, क्षुप कहलाते हैं जैसे कपास, गुड़हल आदि। क्षुप से भी छोटे पौधे, जिनके तने बहुत कोमल होते हैं, शाक (herbs) कहलाते हैं। क्षुप तथा वृक्ष लगातार कई वर्षों तक जीवित रहते हैं। अतः, उन्हें बहुवर्षजीवी (perennial) कहते हैं। शाकीय पौधे वर्षजीवी (annual), द्विवर्षजीवी (biennial) तथा बहुवर्षजीवी (perennial) हो सकते हैं। मक्का, गेहूँ तथा धान के पौधे वर्षजीवी (annual) तथा मूली, गाजर, सलजम आदि द्विवर्षजीवी पौधे के उदाहरण हैं। केला, अदरख तथा अरारूट बहुवर्षजीवी हैं।

संक्षिप्त वर्णन (Summary)

१. स्तम्भ और मूल में निम्नलिखित अन्तर है :—

(क) स्तम्भ के अग्रक भाग में अग्रककलिका तथा मूल में मूलगोप होते हैं।

(ख) स्तम्भ की भीतरी बनावट मूल की भीतरी बनावट से भिन्न होती है।

(ग) स्तम्भ की अगल-बगल से शाखाएँ तथा पर्व निकलते हैं; लेकिन मूल से केवल उसकी शाखाएँ ही निकलती हैं।

(घ) स्तम्भ में गाँठ तथा पर्व होते हैं, लेकिन मूल में नहीं।

(ङ) स्तम्भ के मुख्य कार्य संवाहन (Conduction) तथा पत्र, फूल फल आदि पैदा करना है, लेकिन मूल के मुख्य कार्य स्थिरीकरण (Fixation), संवाहन (Conduction) और प्रचूषण (Absorption) होता है।

२. स्तम्भ की व्युत्पत्ति प्रांकुर (Plumule) से होती है।

३. स्तम्भ का वह भाग जहाँ से पत्र निकलते हैं, गाँठ (Node) तथा दो गाँठों के बीच का भाग पर्व (internode) कहलाता है। किसी-किसी स्तम्भ में गाँठें स्पष्ट जोड़ की तरह मालूम पड़ती हैं।

४. तने शकल (shape) की दृष्टि से वर्तुलाकार (Cylindrical), चतुष्कोणीय (Quadrangular), त्रिभुजाकार (Triangular) या चिपटे (flattened) होते हैं।

५. तनों के रूपान्तरों को तीन श्रेणियों में बाँटा गया है :—

(अ) तने का अधोवायवीय रूपान्तर, जैसे दूब का भूप्रसारी (Runner) तथा जलकुम्भी का विरोहक (Stolon)।

(ब) तने के भूमिगत रूपान्तर जैसे आलू का स्तम्भकन्द (Stem-tuber), अदरख का प्रकन्द (Rhizome), अरवी का घनकन्द (Corm), प्याज का बल्व (Bulb)।

(स) तने का वायवीय रूपान्तर जैसे मालछड़ (*Duranta*) का स्तम्भ-कंटक (Stem-thorn), नागफनी का पर्णकाय स्तम्भ और सतावर का पर्णकपर्व।

पत्राकारिकी (Morphology of leaves)

पत्र तनों के पार्श्व-उद्‌वर्ध (lateral outgrowth) हैं। स्तम्भ के जिस स्थान से ये निकलते हैं, उन्हें गाँठ (Node) कहते हैं। पत्रों के प्रधान कार्य निम्नलिखित हैं :—

१. इनकी शकल चिपटी होती है। अतः, सूर्य की रोशनी को लेते और वायुमंडल की कार्बन-डाईऑक्साईड गैस की सहायता से प्रकाश-संश्लेषण (Photosynthesis) करते हैं। यह इनका प्रधान कार्य है। इनके द्वारा पौधे अपना भोजन पकाते हैं।

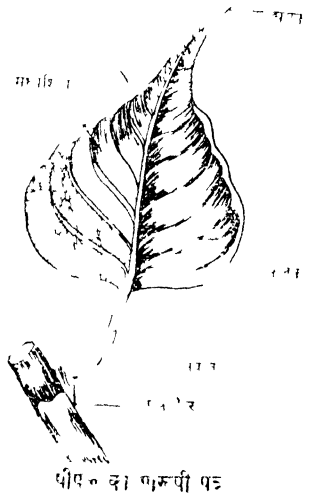
२. मूल द्वारा प्रचूषित जल पत्तियों तक पहुँचाया जाता है। अधिक जल सूर्य की गर्मी के कारण वाष्प बनकर उड़ जाता है। अतः, उत्स्वेदन क्रिया

(Transpiration) होती है, जिससे पौधे अपने तापक्रम को ठीक (regulate) करते हैं।

किसी भी साधारण पत्ते के निम्नलिखित भाग हैं :—

(१) पत्राधार (Leaf-base)।
(२) पत्रवृन्त (Petiole)।
(३) फलक (Blade)।

पत्राधार (Leaf-base) पत्ते का वह भाग है, जिसके द्वारा वह तने से जुड़ी रहती है। अधिकतर पत्तों में वृन्त से यह अलग नहीं मालूम होता, लेकिन कुछ में यह फूला हुआ तथा स्पष्ट जान पड़ता है। अतः, इसे पलवीनस (Pulvinus) कहते हैं। कुछ पत्तों के पत्राधार चिपटे और फैले हुए होते हैं। ये गाँठ को घेरते हुए नलिका के रूप में ऊपर की ओर बढ़ जाते हैं। ऐसे पत्राधार को आवरक पत्राधार (Sheathing leaf-base) कहते हैं। पत्राधार का मुख्य कार्य कक्ष-कलिका की रक्षा करना है। आवरक हो जाने पर यह काम और अच्छी तरह कर सकता है। पर्ण वृन्त (Petiole) का प्रधान कार्य फलक को सीधा रखना है, ताकि सूर्य की रोशनी उसे पूरे तौर पर मिल सके।



चित्र १७

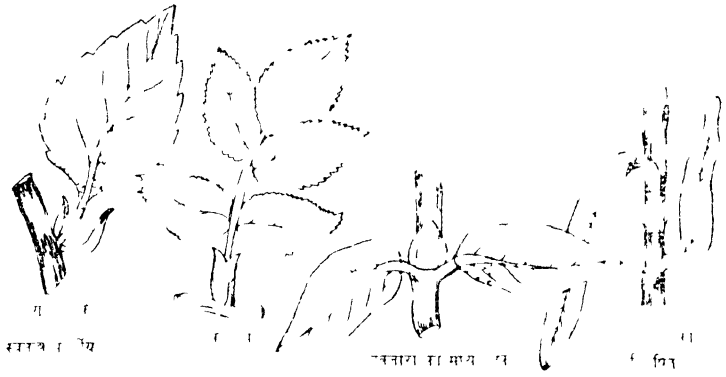
जिन पत्रों में वृन्त (Petiole) नहीं होते, उन्हें अवृन्तीय (sessile) कहते हैं। वृन्त के सिरे पर जो पतला, चिपटा और फैला हुआ भाग होता है, उसे फलक (Blade or lamina) कहते हैं। इसकी सतह पर नाड़ियाँ स्पष्ट दीख पड़ती हैं।

अनुपत्र एवं उनके रूपान्तर (Stipules and their modifications) —पत्राधार के ठीक नीचे एक विशेष प्रकार का उद्‌वर्ध (outgrowth) होता है जिसे हम लोग अनुपत्र कहते हैं। जिन पत्रों में अनुपत्र होते हैं, उन्हें

अनुपत्री (Stipulate) तथा जिनमें नही होते उन्हे अननुपत्री (Exstipulate) कहते हैं। कभी-कभी पत्रो के खुलने के पहले वे गिर जाते है। ऐसी अवस्था मे उन्हे शीघ्रपाती (Caducous) कहते हैं। फलक के खुलने तक यदि नही गिरते, लेकिन खुलने ही ठाक गिर जाते है, तो उन्हे पर्णपाती (Deciduous) कहते हैं, पर यदि फलक के साथ सदैव बने रहते हैं तो उन्हे चिरलग्न (Persistent) कहते है। अनुपत्र निम्नलिखित प्रकार के होते है :—

१. स्वतन्त्र पार्श्वीय (Free lateral)—पत्राधार के पास संकीर्ण, हरे तथा स्वतन्त्र दो अनुपत्र पाये जाते है। इस तरह के अनुपत्र गुडहल तथा कपास आदि में पाये जाते है।

२. लग्न (Adnate)—इसमें दोनो अनुपत्र वृन्त से कुछ दूर तक इस प्रकार जुड़े होते है कि वृन्त का निचला भाग सपक्ष मालूम होता है। इन्हे लग्न (Adnate) कहते हैं। यह गुलाब में पाया जाता है।



अनुपत्रों के रूपान्तर

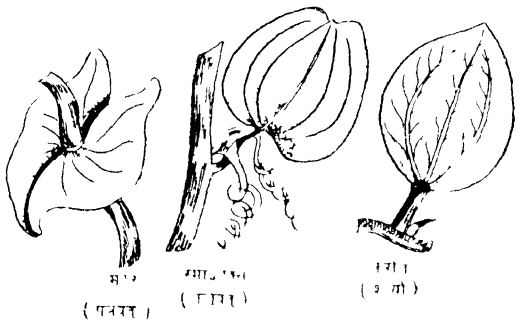
चित्र १८

३. परिवेष्टित या औक्रियेट (Ochreate)—इसमे दोनो अनुपत्र चौड़े हो जाते हैं और वे दोनो किनारो से मिले रहते है। वे एक नली बनाते है जिसका परिवेष्टक (Ochrea) कहते है, जो दूर तक तने का ढँके रहती है। ये पोलीगोनम (*Polygonum*) तथा जंगली पालक (*Rumex*) मे पाये जाते है।

४. वृन्तमध्यक (Interpetiolar)—ये उन पौधों में पाये जाते हैं जिनमें दो विपरीत (Opposite) पत्र हों। एक पत्र का एक अनुपत्र दूसरी पत्ती के उसी ओर के अनुपत्र से मिलकर एक ही अनुपत्र का रूप धारण कर लेता है, जो दोनों वृन्तों के बीच में मालूम होता है। दूसरी ओर भी ऐसा ही होता है। अतः इसमे दो ही अनुपत्र जान पड़ते हैं जो पत्र से ९०° का कोण बनाते हैं। ये गार्डेनिया (*Gardenia*) तथा इक्जोरा (*Ixora*) में पाये जाते हैं।

अनुपत्रों के रूपान्तर (Modifications of stipules)—अनुपत्रों के निम्नलिखित रूपान्तर है :—

१. पत्रवत् (Foliaceous)—कुछ पौधों में दोनों अनुपत्र बड़े तथा पत्रवत् हो जाते है। इनका मुख्य कार्य प्रकाश-संश्लेषण (Photosynthesis) है। इनके कक्ष में कक्ष-कलिका नहीं होती है, अतः ये आसानी से पहचाने जा सकते हैं। ये मटर, जंगली मटर तथा गेलियम वगैरह में पाये जाते है।



अनुपत्रों के रूपान्तर

चित्र १६

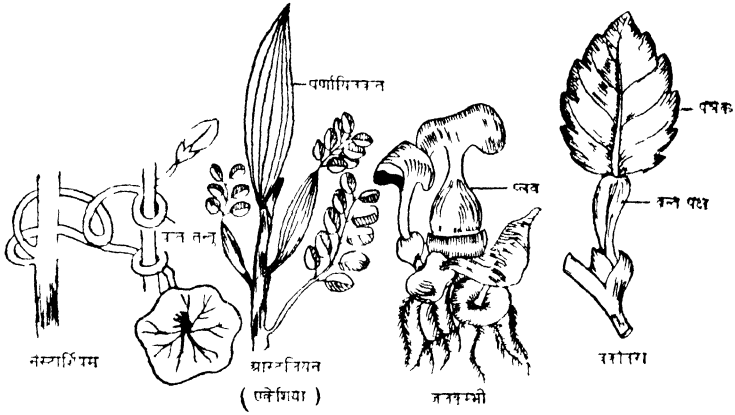
२. तंतुवत् (Tendrillar)—अनुपत्र अपना सामान्य रूप त्याग कर तंतु का रूप धारण कर लेता है और पौधों को आरोहण में मदद पहुँचाता है। यह स्माइलक्स (*Smilax*) में पाया जाता है।

३. कंटरूपी—बेर या करील (*Capparis*) में अनुपत्र शल्य का रूप धारण कर लेते है।

वृन्त के रूपान्तर (Modifications of petiole)—विभिन्न कार्यों के लिए इनका भी पत्राधार की भाँति रूपान्तर होना है। ये निम्न-लिखित है :—

१. तन्तुवत् (Tendrillar)—क्लीमेटिस (*Clematis*) तथा गार्डेन नैशटरशियम (Garden Nasturtium) आदि पौधो मे वृन्त (Petiole) तन्तु का रूप धारण कर लेते है। ये दुर्बल स्तम्भो को चढ़ने मे सहायता देते है।

२. पर्णायित वृन्त (Phyllode)—आस्ट्रेलियन एकेसिया (Australian Acacia) मे प्राकुर अवस्था मे तो कुछ पत्रो मे फलक होते हैं, लेकिन बाद में फलक बनना बिलकुल बन्द हो जाता है। वृन्त ही चिपटे, फैले हुए तथा फलक के समान हो जाते हैं और फलक का कार्य अर्थात् प्रकाश-संश्लेषण करने लगते है।



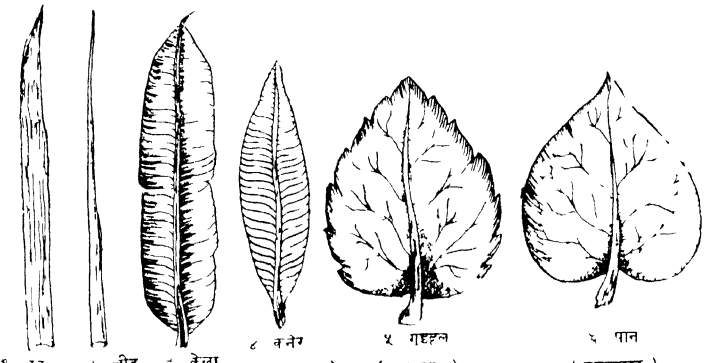
पत्रों के रूपान्तर

चित्र २०

३. प्लव (Floats)—कुछ पानी पर तैरनेवाले जलीय पौधो के वृन्त फूल कर लट्टू की तरह हो जाते हैं। इनके भीतर वायु-स्तर (Aerenchyma) पाया जाता है जिनमें वायु-कूप (Air-cavities) होते हैं। इन वायु-कूपों के अन्दर हवा भरी रहती है, जिसके कारण इनका घनत्व कम हो जाता है और

पौधों को तैरने में सहायता मिलती है। इस तरह का प्लव जलकुम्भी (Water Hyacinth) तथा सिंघाड़ा (Water Chestnut) में पाया जाता है।

४. सपक्ष वृन्त (Winged petiole)—नीबू या नारंगी के पत्तों मे वृन्त वर्तुलाकार नहीं वरन् चिपटे होते है और उनके दोनों किनारे पर पक्षवत उद्वर्ध पाये जाते है। ऐसे वृन्तों को सपक्ष वृन्त कहते है।



फलक का आकार

चित्र २१

फलक की आकृति (Shape of the lamina)—फलक निम्न-लिखित प्रकार के हो सकते है :—

चौड़ाई से बहुत अधिक लम्बाई रखनेवाले तथा समान चौड़ाईवाले फलक :

१. रेखाकार (Linear)—फलक लम्बे, चिपटे तथा उसके दोनो किनारे समानान्तर होते है, जैसे दूब।

२. सूचीवत् (Acicular)—फलक सूई की तरह नुकीले होते है, जैसे चीड़ (Pinus), स्पर्गुला (*Spergula*) आदि।

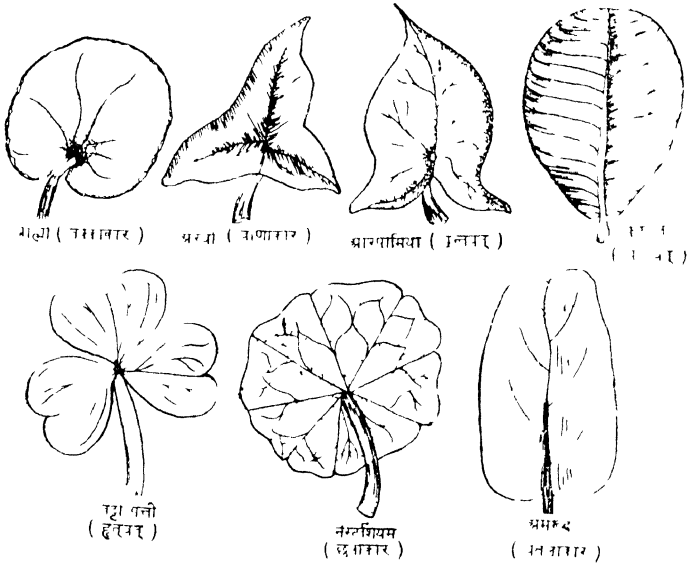
३. दीर्घवत् (Oblong)—पत्ते लम्बे तथा चौड़ाईवाले होते हैं। किनारे गोल (rounded) होते हैं, जैसे केला।

४. प्रासवत् (Lanceolate)—भाले (Lance) की तरह बीच में मोटा और दोनो किनारों पर लम्बा होता जाता है, जैसे कनेर, बाँस, शरीफा, अशोक (*Polyalthia*) वगैरह।

(ब) **आधार के पास सबसे अधिक चौड़ाईवाले फलक :—**

५. **अंडाकार**—फलक आधार पर सबसे अधिक चौड़े तथा ऊपर की ओर जाकर नुकीले हो जाते है। फलक अंडे के आकार का होता है। उदाहरण—बरगद, गुडहल आदि।

६. **हृदयाकार** (cordate)—फलक हृदयाकार होता है जैसे पान या गुरूच में।



फलक का आकार

चित्र २२

७. **वृक्काकार** (Reniform)—फलक गुर्दे के आकार का होता है; जैसे ब्राह्मी बूटी में।

८. **बाणाकार** (Sagittate)—फलक बाण के आकार का होता है जैसे अरवी, कन्दा वगैरह में।

९. कुन्तवत् (Hastate)—जब बाणाकार पत्ती की दोनों पालियाँ बाहर की ओर निकली हुई हों तो उन्हें कुन्तवत् कहते हैं जैसे कलमी साग (*Ipomoea*)।

स—अग्र भाग की अधिक चौड़ाई वाले फलक :

१०. अण्डवत् (Obovate)—अंडाकार के ठीक विपरीत अथवा आधार की ओर पतला और शीर्ष की ओर चौड़ा होता है।

११. हृतवत (Obcordate)—हृदयाकार का ठीक उल्टा जैसे खट्टीपत्ती (*Oxolis*)।

ड—करीब पूर्णतः सम्मित (Symmetrical) फलक :

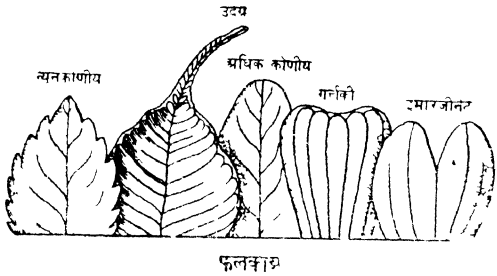
१२. मंडलाकार (Orbicular)—फलक करीब-करीब गोल या वृत्त के रूप में होता है—जैसे कमल या ट्रोपिओलम् (*Tropoeolum*)।

१३. वर्तुलाकार (Elliptical) फलक वर्तुल की तरह होता है, जैसे इण्डिया रबर (India rubber)।

फलक का अग्र (Apex of Lamina)

१. न्यूनकोणीय (Acute)—जहाँ फलक के दोनों तट मिलते हैं और ९०° से कम का कोण बनाते हे जैसे आम, गुड़हल आदि।

२. उदग्र (Acuminate)—अग्र भाग आगे बढ़कर पूँछ की तरह लम्बा हो जाता है, जैसे पीपल।



चित्र २३

३. अधिकोणीय (Obtuse)—अग्र भाग गोल-सा रहता है और ९०° से अधिक का कोण बनाता है, जैसे कटहल या बरगद।

४. गर्तकी (Retuse)—शीर्ष या अग्र भाग में एक छोटा-सा गर्त होता है जैसे जलकुम्भी (*Pistia* or Water cabbage)।

५. गर्ती (Emarginate)—अग्र पर उपस्थित गर्त काफी गहरा होता है, जैसे कचनार।

फलक के तट (Margin of the lamina)

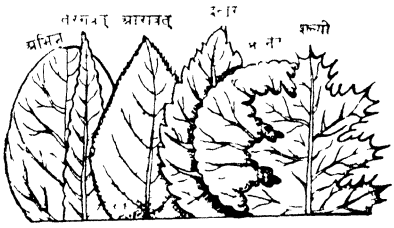
१. अभिन्न (Entire)—किनारे कटे नहीं होते, जैसे बरगद तथा आम।

२. लहरदार (Repand or wavy)—किनारे लहरदार होते है, जैसे पीपल या अशोक (*Polyalthia*)।

३. आरावत् (Serrate)—किनारे आरी के दाँत की तरह कटे और ये दाँत फलक के अग्र भाग की ओर झुके होते है, दाँत नुकीले और पतले होते है, जैसे गुलाब।

४. दन्तुर (Dentate)—इसमें भी किनारे कटे होते है, पर दाँत आरावत् की तुलना में कुछ मोटे होते हैं, जैसे गुड़हल।

५. क्रेनेट (Crenate)—दाँत मोटे, अगला भाग गोल तथा मध्यशिरा से ९०° का कोण बनाते है।



फलक के तट

चित्र २४

६. शल्यमय—किनारो पर शल्य होते है जैसे भँटकटैया (Argemone)।

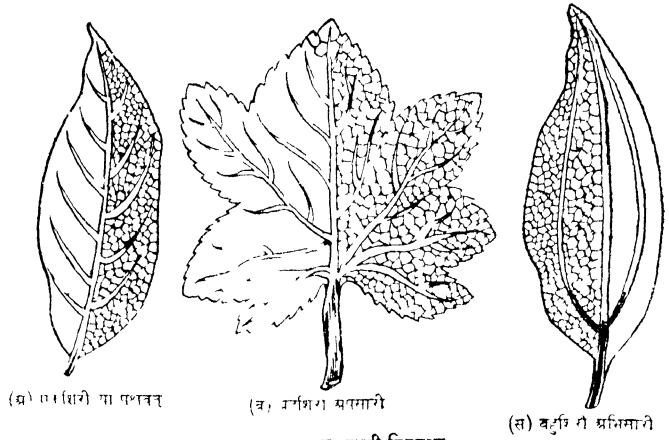
नाड़ी-विन्यास (Venation)

पत्तों में नस का तरह पतली नाड़ियाँ होती है जो खाद्य-पदार्थों के वितरण में सहायता करती हैं। फलकों में नाड़ी-विन्यास दो तरह के होते हैं। नाड़ियाँ और उनकी शाखाएँ जब जालवत् और बन्द हों तो उन्हें जालवत् नाड़ी-विन्यास (Reticulatevenation) और नाड़ियाँ जब खुली (open) तथा एक दूसरे के समानान्तर हों तो उनके विन्यास को समानान्तर विन्यास (Parallel venation) कहते है।

जालवत् नाड़ी विन्यास (Reticulate venation)

१. गुड़हल या आम में बीच मे सबसे मोटी नाड़ी होती है, जिसे प्रधान नाड़ी (Mid-rib or Mid vein) कहते हैं। मध्यनाड़ी का काफी शाखान्वयन होता है और वे शाखाएँ बन्द होती हैं। ये एक मध्यनसी (Unicostate) या पक्षवत् (Pinnate) कहलाती हैं।

२. जिन फलको में एक ही मोटाई की अनेक नसें होती हे उन्हें बहुनसी (Multicostate) कहते हैं।



(अ) एकशिरी या पक्षवत्

(ब) बहुशिरी अपसारी

(स) बहुशिरी अभिसारी

जालवत् नाड़ी-विन्यास

चित्र २५

अ—कुम्हड़ा, पपीता और एरंड में ये नसें हाथ की उँगलियो की तरह आगे फैल जाती हैं। इन्हें बहुनसी अभिसारी (Multicostate divergent) कहते हैं।

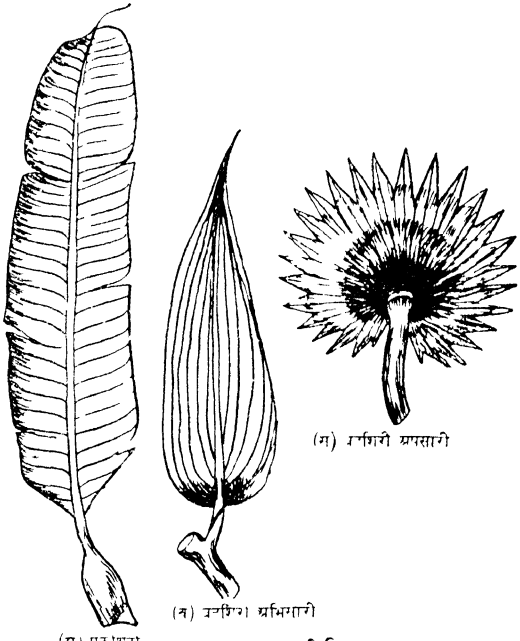
ब—बेर या तेजपत्ते में नसें सिरे पर मिलने का प्रयत्न करती है। इन्हें बहुनसी अभिसारी (Multicostate convergent) कहते हैं।

समानान्तर नाड़ी-विन्यास (Parallel Venation)

१. केले या वैजयन्ती के पत्तों के मध्य में एक मोटी नाड़ी तथा पार्श्वस्थ नाड़ियाँ करीब-करीब एक दूसरे के समानान्तर होती हैं। अतः ये एकनसी (Unicostate) या पक्षवत् (Pinnate) कहलाती है।

२. जिनमें एक ही मोटाई की अन्य नसें होती है उन्हे बहुनसी (Multicostate) कहते हैं।

अ—खजूर या ताड़ के पेड़ में नसे बाहर की ओर फैलने का प्रयास करती है, अर्थात् इन्हे बहुनसी अपसारी (Multicostate divergent) कहते है।



समानान्तर नाड़ी-विन्यास

चित्र २६

ब—अरवी या स्माइलैक्स में ये नसें शीर्ष की ओर एक दूसरे से मिलने का प्रयास करती हैं। इन्हे बहुनसी अभिसारी (Multicostate convergent) कहते है।

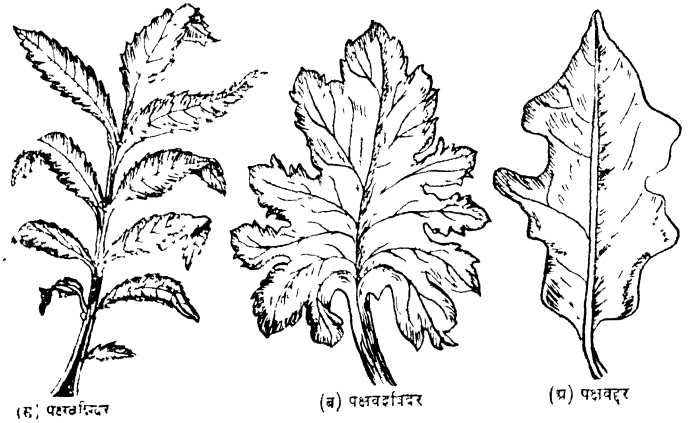
तालिका के रूप में नाड़ी-विन्यास का यों वर्णन कर सकते हैं :—

- नाड़ी-विन्यास (Venation)
  - जालवत् (Reticulate)
    - एकनसी (Uncostate)
      - अपसारी (Divergent)
      - अभिसारी (Convergent)
    - बहुनसी (Multicostate)
      - अपसारी (Divergent)
      - अभिसारी (Convergent)
  - समानान्तर (Parallel)
    - एक नसी
      - अपसारी
      - अभिसारी
    - बहुनसी
      - अपसारी
      - अभिसारी

नसों के कार्य—(अ) ये फलक की शकल और चपटापन को बनाये रखती हैं। फलक के मुलायम ऊतकों को फैला कर थामे रहती है। (ब) ये लवणों तथा अन्य भोजन बनानेवाले कच्चे पदार्थों के लिए पाइप का काम करती है और निर्मित भोज्य-पदार्थों के वितरण में भी इनका बड़ा हाथ है।

फलक का कटाव (Incision of Lamina)

किनारे अभिन्न (Entire) या कटे हुए हो सकते हैं। कुछ पौधों में फलकों के किनारे गहराई तक कटे होते हैं। अतः ऐसी अवस्था में फलक कई भागों में बँट जाता है। इन भागों को पालिकाएँ (lobes) कहते हैं। कटाव की गहराई के अनुसार फलक कई प्रकार के हो सकते हैं :—



(ब) पक्षवद्विदर (अ) पक्षवद्दर

पक्षवत् पत्रों के किनारों का कटाव

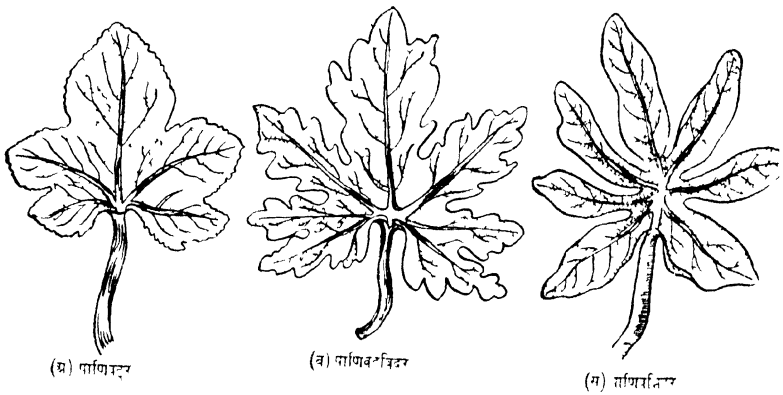
चित्र २७

(अ) एक मध्यनसी फलक मे कटाव यदि तट और मध्यनस की दूरी के आधे से कम होता है तो उसे पक्षवद्दर (Pinnatifid) कहते है, जैसे गुल-दावदी में।

(ब) यदि मध्यनस की ओर कटाव आधा या आधा से अधिक पहुँच जाय तो उसे पक्षवद्विदर (Pinnatipartite) कहते है, जैसे भटकटैया मे।

(स) कटाव जब करीब-करीब मध्यनस तक पहुँच जाय, तो उसे पक्षवच्छिदर (Pinnatisect) कहते है, जैसे गेंद मे।

जब कटाव मध्यनस तक पहुँच जाता है तो वैसी हालत में फलक स्वतन्त्र भागो में बँट जाता है और प्रत्येक भाग को पत्रक (leaflet) कहत है। ऐसे पत्तो को पक्षवत् संयुक्त पत्र (Pinnately compound) कहते हैं। ठीक उसी तरह पाणिवत् नसवाले (Palmately veined) फलको में कटाव तट से फलक के आधार की ओर रहता है और कटाव की गहराई के अनुसार ये पाणिवद्दर (Palmatifid), पाणिवद्विदर (Palmatipartite) तथा पाणिवच्छिदर (Palmatisect) हो सकते है। इनके उदाहरण क्रम से भिण्डी, करैला तथा रेल लता मे मिलते है।



पाणिवत् पत्रो के किनारो का कटाव

चित्र २८

जब कटाव वृन्त के अग्रक तक पहुँच जाता है तब पत्र को पाणिवत् संयुक्त (Palmately compound) पत्र कहते है।

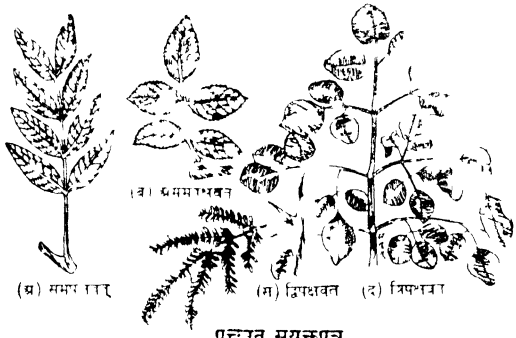
सरल और संयुक्त पत्र (Simple and compound leaves)

वे पत्र जिनके फलक अभिन्न या इस प्रकार कटे होते है कि कटाव (Incision) मध्यनस तक या वृन्त के अग्रक भाग तक न पहुँचा हो तो उन्हे सरल पत्र (Simple leaf) कहते हैं। कटाव यदि मध्यनस तक या वृन्त के अग्रक या फलक के आधार तक पहुँच जाय, ताकि फलक अनेक पत्रको में बँट जाय तो उसे सयुक्त पत्र (Compound leaf) कहते हैं। सरल पत्र (Simple leaf) के कक्ष (Axil) मे कक्ष-कलिका (Axillory bud) होती है, लेकिन संयुक्त पत्र के पत्रको के कक्ष मे कक्ष-कलिका नही होती।

पक्षवत् संयुक्त पत्र (Pinnately compound leaves)

पक्षवत् संयुक्तपत्र निम्नलिखित प्रकार के हो सकते है :—

अ—इसमे फलक या पत्रदल (Blade or lamina) का भेदन केवल एक ही बार होता है। मध्यनाड़ी प्राक्ष (Rachis) का रूप ले लेती है। यदि पत्रकों की संख्या असम हो अर्थात् प्राक्ष के अग्रक (apex) पर केवल एक फुट पत्रक हो तो उसे असमपक्षवत् (Imparipinnate) कहते है, जैसे गुलाब, अपराजिता वगैरह में। यदि पत्रक जाड़ो (Pairs) में हो, कोई पत्रक फुट या अकेले न हो, तो उसे समपक्षवत् (Paripinnate) कहते है, जैसे अमलतास या इमली में।



पक्षवत् सयुक्तपत्र

चित्र २३

(ब) किसी पक्षवत् संयुक्तपत्र के पत्रकों का पुनः भेदन हुआ हो, यानी फलक का भेदन दो बार हुआ हो, तो उसे द्विपक्षवत् (Bipinnate) कहते हैं। जैसे बबूल या लज्जावंती में। पत्र के प्रधान अक्ष को प्रारम्भिक प्राक्ष (Primary rachis) और अन्तिम प्राक्ष को द्वितीय अक्ष (Secondary rachis)

कहते हैं। यदि फलक का भेदन तीन बार हुआ हो, तो त्रिपक्षवत् (Tripinnate) कहते हैं।

(स) यदि फलक का भेदन तीन से अधिक बार हुआ हो, तो उसे विसंयुक्त (Decompound) कहते है।

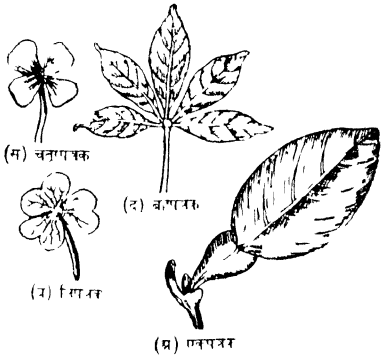
पाणिवत् संयुक्तपत्र (Palmately compound leaves) :—

(अ) **एक पत्रक** (Unifoliate)—जब एक ही पत्रक हो, जैसे नारंगी और चकोतरे में।

(ब) **द्विपत्रक** (Bifoliate)—जब पत्रकों की संख्या दो हो, जैसे बैलेनाइटिस (*Balanites*)।

(स) **त्रिपत्रक** (Trifoliate or ternate)—जैसे खट्टी पत्ती (*Oxalis*) में।

(द) **चतुष्पत्रक**—जैसे मार-सिलिया (*Marsilia*) में।



पाणिवत् संयुक्तपत्र

चित्र ३०

(इ) **बहुपत्रक** (Multifoliate or digitate)—जैसे सेवन या हुलहुल में।

पत्रों के रूपान्तर (Modifications of leaves)

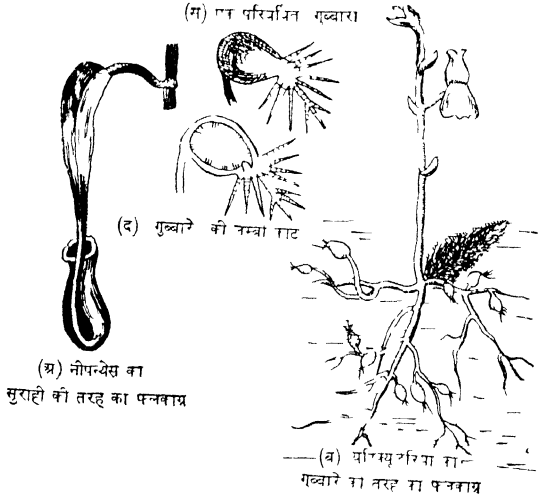
१. **पत्र-तन्तु** (Leaf-tendril)—जंगली मटर में पूरे पत्ते, मटर में पत्रक, ग्लोरी लीली (*Gloriosa superba*) में फलक के अग्रक तथा स्माईलैक्स में अनुपत्र तन्तु के रूप धारण कर लेते है और आरोहण में सहायता करते हैं।

२. **पत्र-कंट**—नागफनी तथा अन्य कैक्टसों में पूर्ण पत्र, ताड़ या खजूर में फलक का अग्रक तथा भटकटैया में फलक तट कंटवत् (Spiny) हो जाते है। ये पौधों की चरनेवाले या अन्य जानवरों से रक्षा करते हैं।

३. **शल्क-पत्र**—ये सूखे, पतले और बिना वृन्त के होते है। ये भूमिगत (Underground) स्तम्भों तथा वायवीय कलिकाओं मे आवरण के रूप में पाये जाते है और उनकी रक्षा का कार्य करते है।

४. संग्रह-अंग (Storage organs)—अक्सर पत्ते खाद्य और जल दोनों का संग्रह करते हैं। ऐसे पत्ते अधिकतर मांसल हो जाते हैं, जैसे घृतकुमारिका (*Aloe*) या नुनिया साग में।

५. वर्धी प्रजनन—पाथर कूची (Bryophyllum) के पत्ते में कलिकाएँ होती हैं जिनसे नये पौधो का निर्माण होता है।



कीट-भक्षी पौधो के फलकों का रूपान्तर

चित्र ११

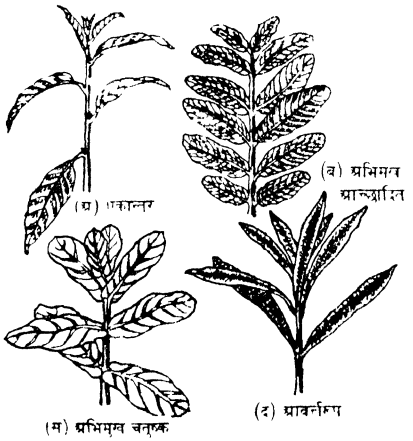
६. कीट-जाल (Insect-traps)—कीट भक्षी पौधों में फलक विशेष प्रकार की रचनाओं में रूपान्तरित हो जाते हैं, जिससे वे कीटो को पकड़ सकें। पर्णकलश (pitcher plant) में सुराही तथा यूट्रिक्यूलेरिया (*Utricularia*) में गुब्बारे (Bladder) के रूप में परिणत हो जाते हैं।

पत्ररचना (Phyllotaxy)

स्तम्भो या उनकी शाखाओं पर पत्रों के विन्यास की विधि को पत्र-रचना कहते हैं। यह तीन प्रकार का होता है :—

१. एकान्तर (Alternate)—एक गाँठ (Node) से एक ही पत्र निकलता है, जैसे कनेर, कपास या गुड़हल में।

२. अभिमुख (Opposite)—जब एक गाँठसे दो पत्र निकलते हैं। अभिमुख पत्रों के जोड़े जब ठीक एक दूसरे के ऊपर होते हैं, तो उन्हें आच्छादित (Superposed) कहते हैं। जब अभिमुख पत्रों का जोड़ा अपने ठीक नीचे या ऊपरवाले जोड़े के साथ समकोण बनाता है तो उसे चतुष्क या डिकस्सेट (Decussate) कहते हैं।



पत्र रचना

चित्र ३२

३. आवर्त रूप (Whorled)—एक गाँठ से जब दो से अधिक पत्र निकलते हैं, तो उसे आवर्तरूप (Whorled) कहते हैं।

संक्षिप्त वर्णन :—

१. किसी प्रारूपी पत्र के तीन भाग होते हैं—पत्राधार (Leaf Base), वृन्त (Potiole) और पत्रदल या फलक (Lamina or Blade)।

२. नाड़ी-विन्यास जालवत् या समानान्तर हो सकता है जो एक शिरी या बहुशिरी (Unicostate or Multicostate) हो सकते हैं। बहुशिरी विन्यास अपसारी (Divergent) या अभिसारी (Convergent) हो सकते हैं।

३. पत्रसरल या संयुक्त (Simple or Compound) हो सकते हैं।

४. फलकों का भेदनवद्दर (-fid),-वद्विदर (-partite) या-वच्छिदर (-Sect) हो सकता है।

५. संयुक्तपत्र पक्षवत् संयुक्त या पाणिवत्-संयुक्त हो सकते हैं। पक्षवत् संयुक्तपत्र असमपक्षवत् (Imparipinnate) या समपक्षवत् (Paripinnte) हो सकते हैं। ये द्विपक्षक (Bipinnate) त्रिपक्षक (Tripinnate) या

बहुपक्षक (Decompound) हो सकते हैं। पाणिवत् संयुक्त पत्र, एक पत्रक (Unifoliate) द्विपत्रक (Bifoliate) या बहुपत्रक (Multifoliate) हो सकते हैं।

६. पत्ररचना (Phyllotaxy), एकान्तर (Alternate), अभिमुख (Opposite) तथा आवर्त्तरूप (Whorled) हो सकती है।

अभ्यास

१. तने और मूल के प्रधान अन्तरों का वर्णन करें।
1. Describe the main differences beetween stem and root.

२. तने के प्रधान कार्यों का वर्णन करें।
2. Describe the main functions of stem.

३. तनों के वायवीय रूपान्तरों का सचित्र वर्णन करें। प्रत्येक रूपान्तर के कारण बताएँ।
3. Describe diagramatically the aerial modifications of stem. Briefly point out the significance of each modification.

४. तने के भू-वायवीय रूपान्तरों का सचित्र वर्णन करें।
4. Describe diagramatically the sub-aerial modifications of Stem.

५. तने के भूमिगत रूपान्तरों का सोदाहरण वर्णन करें और प्रत्येक रूपान्तर का महत्त्व समझाएँ।
5. Describe and illustrate the underground modifications of stem and point out the significance of each modification.

६. अन्तर बताएँ :—

(अ) स्तम्भ तन्तु, पत्र-तन्तु और पत्रक-तन्तु।

(ब) शल्य, कंटक और कंट।

(स) भू-प्रसारी और विरोहक।

(ड) मूल-कन्द और स्तम्भ-कन्द।

(इ) बल्ब और पत्रकंद।

(फ) प्रकन्द और घनकन्द।

(ज) पर्णकार्य, स्तम्भ, पर्णकपर्व और पर्णायित वृन्त।

6. Distinguish between :—
   (a) Stem-tendril, Leaf-tendril and leaflet tendril.
   (b) Spine, Thorn and Prickle.
   (c) Runner and Stolon.
   (d) Root-tuber and Stem-tuber.
   (e) Bulb and Bulbil (f) Rhizome and Corm
   (f) Phylloclade, Cladode and Phyllode.

७. पौधों की जड़ों और पत्तियों के मुख्य कार्यों का वर्णन करें। (मा० वि० प० १९६० पू०)।

7. Describe the main functions of the leaves and roots of a plant. (S. S. E. 1960 S.)

८. पत्ते के प्रधान कार्यों का वर्णन करें।

8. Describe the main functions of the leaf of a plant.

९. किसी दिए गये पत्ते की आकारिकी का वर्णन कैसे करेंगे?

9. How would you describe the morphology of a given leaf.

१०. पक्षवत् संयुक्तपत्र और शाखा के अन्तरों को समझाएँ।

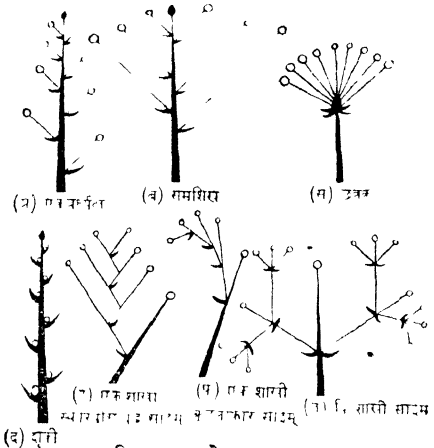
10. How would you distinguish between a Branch and a Pinnately Compound Leaf.

चौथा अध्याय

पुष्पक्रम

(Inflorescence)

पुष्पक्रम या इनफ्लोरेसेन्स (Inflorescence)—वह विशिष्ट शाखा या शाखा संहति (Branch system) जिसमे फूलों के गुच्छ लगते है, पुष्पक्रम कहलाता है। पुष्पक्रम का वह अक्ष जिस पर फूल सजे होते हैं मातृ अक्ष (Mother axis) तथा पुष्प-क्रम का प्रधान अक्ष (Primary) और उसकी शाखाओं को, यदि हों तो, मिलाकर पुष्पदण्ड (Peduncle) कहते हैं। पुष्पों के डंठल को पुष्प-वृन्त (Pedicel) और जिन पुष्पों में वृन्त होते है उन्हें वृन्ती (Pedicellete) कहते हैं।



मिश्र प्रकार के पुष्प क्रम

चित्र ३३

पुष्पक्रम दो प्रकार का होता है—एकवर्ध्यक्षीय या रेसीमोज (Racemose or Indefinite or Centripetal) तथा बहुवर्ध्यक्षीय या साइमोज (Cymose or Definite or centrifugal)।

एकवर्ध्यक्षीय पुष्पक्रम (Racemose inflorescence)—प्रधान अक्ष का अन्त पुष्प से कभी नहीं होता वरन् वह निरन्तर बढ़ता जाता है और उसकी अगल-बगल में पुष्प अग्राभिवर्धीक्रम (Acropetal succession) में लगते जाते हैं। अग्राभि-

वर्धी क्रम का अर्थ होता है कि सबसे नवीन पुष्प अग्रक भाग के निकटतम तथा सबसे बादवाला फूल आधार पर या सबसे नीचे होता है। ये निम्नलिखित प्रकार के होते है :—

१. प्रारूपी एकवर्ध्यक्ष (Typical raceme)—प्रधान अक्ष लम्बा, सभी पुष्प वृन्ती और अग्राभिवर्धीक्रम के होते हैं, जैसे सरसों, मूली वगैरह।

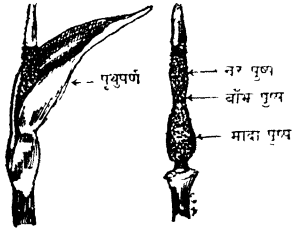
२. समशिख (Corymb)—प्रधान अक्ष अपेक्षाकृत छोटा और नीचेवाले फूलों के वृन्त की लम्बाई ऊपरवाले फूलों के वृन्त से अपेक्षाकृत अधिक होती है जैसे चाँदनी (Candytuft)। इस क्रम में फूल छोटे होते हैं पर एक सतह पर आ जाने से भड़कदार मालूम पड़ते हैं और कीट-परागण में सहायता देते हैं।

३. छत्रक (Umbel)—इसमें मातृअक्ष सबसे संक्षिप्त (Condensed) होता है। इसके पुष्प एक ही विन्दु से निकलते प्रतीत होते हैं; धनियाँ, सौंफ, अजवाइन वगैरह में यह पाया जाता है।

४. शूकी या स्पाइक (Spike)—प्रारूपी रेसीम से यही अन्तर है कि पुष्प अवृन्ती होते हैं। इसका उदाहरण चिड़चिड़ी, लालसाग, रामदाना और जटाधारी वगैरह में पाया जाता है।

५. मंजरी या कैटकिन (Catkin)—यह एक निलम्बी (Pendulous) रेसीम है। इसके फूल एकलिंगी (Unisexual) तथा निपत्री (Bracteate) होते हैं। जैसे शहतूत (Mulberry)।

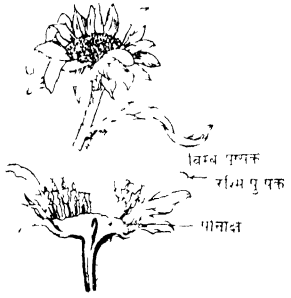
६. स्थूल मंजरी या स्पेडिक्स (Spadix)—यह एक ऐसा रेसीम है जिसका अक्ष मांसल तथा फूल एकलिंगी और अनिपत्री (Ebracteate) होते हैं। एक विशेष प्रकार के निपत्र से जिसे पृथु पर्ण (Spathe) कहते हैं, सारा पुष्पक्रम ढँका रहता है। ऊपर नर पुष्प, बीच में बाल, जो वास्तव में बाँझ (Neuter) फूल है, तथा नीचे मादा फूल होते हैं।



स्थूल मंजरी

चित्र १४

७—मुण्डक या कैपिटुलम (Capitulum)—यह एक विशेष प्रकार का रेसीम है, जो देखने में एक ही फूल की तरह मालूम पड़ता है; पर, वास्तव में पुष्पों का समूह है। इसमें मातृअक्ष संक्षिप्त होकर उत्तल पुष्पासन का रूप धारण कर लेता है। सूरजमुखी में किनारे की ओर रश्मिपुष्पक (Ray floret) तथा मध्य की ओर विम्बपुष्पक (Disc floret) हैं। गेंदे, कुसुम फूल, जीनीया, कॉसमॉस तथा कॉमपोजिटी कुल के अन्य पौधों में पाया जाता है।



सूरजमुखी का मुण्डक

चित्र ३५

साइमोज या बहुवर्ध्यक्षीय पुष्प-क्रम :—

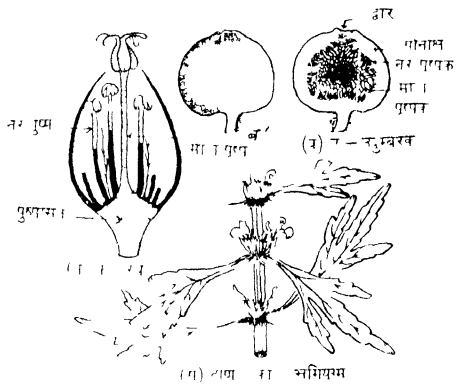
१. एक भुजी या एकशाखी (Uniparous or monochasial)—यहाँ पर प्रधान अक्ष (Primary axis) का अन्त एक शाखा बनाने के बाद एक पुष्प में होता है। यह शाखा अपने मातृअक्ष के कार्यों को जारी रखती है। एक शाखी साइम को (अ) **कुंडलाकार** (Helicoid) कहते हैं जब कि शाखाएँ क्रम से अक्ष की एक ही तरफ विकसित होती हैं; जैसे हैमेलिया (Hamalia)।

(ब) जिसमें शाखाओं का विकास क्रम से दाहिने-बायें होता है उसे **वार्श्चिक** (*Scorpioid*) कहते हैं, जैसे हाथी-सूँड़ (*Heliotropium*) या कपास में।

२. द्विशाखी या बाईपेरस (Biparous)—दो शाखाएँ पैदा करने के बाद प्रधान अक्ष का अन्त एक पुष्प में होता है; जैसे हर्रासगार, भाँट वगैरह में।

३. बहुशाखी या बहुसृट (Polychasial or multiparous)—प्रधान अक्ष का दो से अधिक शाखाएँ पैदा करने के बाद एक पुष्प से अन्त होता है और ये शाखाएँ इसी विधि से पुनः शाखित होती हैं। उदाहरण—**मदार** (*Calotropis*)

विशिष्ट साइमोज पुष्पक्रम (Special forms of cymose inflorescence)।



विशिष्ट पुष्प क्रम

चित्र २६

१. उदुम्बरक (Hypanthodium)—यह एक विशिष्ट प्रकार का साइम है, जिसमे पीनाक्ष, गहरा, फूला हुआ, मासल और लट्वाकार होता है। इसके अग्रक में एक छोटा द्वार होता है, जिसमे अनेक शल्क (scales) होते है। एकलिंगी छोटे फूल पीनाक्ष की भीतरी दीवारो पर होते हैं।

२. भूमि युग्म या वर्टिसीलास्टर (Verticillaster)—यह द्विशाखी साइम का एक संक्षिप्त रूप है, जो अभिमुख (Opposite) पत्रो के कक्ष में होता है। इसमे फूल निपत्री (Bracteate) तथा अवृन्ती होते हैं। पूर्ण पुष्पक्रम एक कूट आवर्त (False whorl) की तरह मालूम पडता है। इसका उदाहरण द्रोण (*Leonurus*) या श्वेतद्रोण (Leucas) में मिलता है। श्वेतद्रोण को गुम्मा भी कहते है।

३. कटोरिया (Cyathium)—देखने में यह एक ही फूल की तरह मालूम पड़ता है। पुष्पासन (Thalamus) उत्तल (Convex) और संक्षिप्त होता है। उसके मध्य में एक मादा फूल तथा उसके चारो ओर नर फूल होते हैं। नर फूल में केवल एक पुंकेसर (Stamen) ही होता है।

पुष्प (Flower)

पुष्प प्रजनन-हेतु प्ररोह (Shoot) का रूपान्तर है। किसी भी प्रारूपी पुष्प में चार चक्र होते हैं। इसके आधार पर अक्ष का एक संक्षिप्त भाग होता है, जिसे पीनाक्ष या पुष्पासन (Hypanthium or receptacle) कहते हैं। चारो चक्र के पुष्पपत्र इसी पुष्पासन पर क्रम से लगे रहते हैं। ये चक्र निम्नलिखित है :—

१. **वाह्यदलचक्र या वाह्यदलपुंज** (Calyx)—यह सबसे नीचे और बाहर का चक्र है जो हरित पत्राभ संरचनाओं का बना होता है जिसे वाह्यदल (Sepals) कहते हैं।

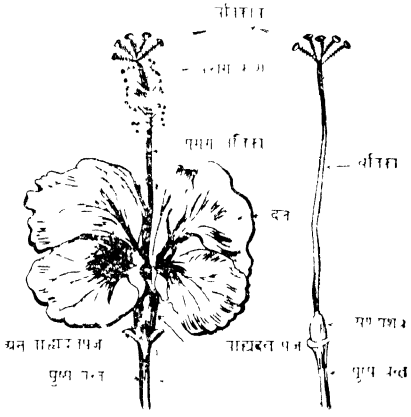
२. **दलचक्र**—ठीक इसके भीतर तथा ऊपरवाले चक्र को दलपुंज या दलचक्र (Corolla) कहते हैं। यह साधारणतया रंगीन दलाभ संरचनाओं से बना होता है, जिन्हें दलपत्र (Petals) कहते हैं।

३. **पुमंग या पुंचक्र**—यह तीसरा भीतरी और ऊपरी चक्र है, जिसका निर्माण पुंकेसरों (Stamens) से होता है। यह पुष्प का नर-चक्र या पुलिंग जननांग है।

४. **जायांग** (Gynaecium) **या मूसलांग** (Pistil)—यह सबसे भीतर और ऊपर का चक्र है, जो कि स्त्रीकेसर या अंडपों (Carpels) से बना होता है। यह फूल का मादा जननांग है।

उपर्युक्त चार चक्रों में से पुमंग और जायांग को जननांग (Reproductive whorls) या आवश्यक (Essential) चक्र कहते हैं। वाह्यदल चक्र तथा दलचक्र को रक्षात्मक (Accessory or protective) चक्र कहते हैं। जिस फूल में चारों चक्र होते हैं, उसे पूर्ण (Complete) तथा जिसमें चार से कम चक्र होते हैं, उसे अपूर्ण (Incomplete) कहते हैं। जिसमें जायांग और पुमंग दोनों होते हैं, उसे उभयलिंगी (Hermaphrodite or bisexual) तथा जिसमें दोनों में से कोई एक ही होता है, उसे एकलिंगी (unisexual) कहते हैं। जिस पुष्प में केवल जायांग रहता है, उसे मादा (Female) तथा जिसमें केवल पुमंग रहता है, उसे नर (Male) पुष्प कहते हैं। वाह्य-दल एक दूसरे से अलग होते हैं, तो वाह्यदल चक्र को उसे पृथक वाह्यदली

(Polysepaloas) और यदि मिले रहते हैं, तो युक्तवाह्यदली (Gamosepalous) कहते हैं। उसी तरह दलचक्र भी युक्तदली (Gamopetalous) या पृथक्दली (Polypetalous) हो सकता है। वाह्य दल अधिकतर पत्राभ या हरित रंग होता है लेकिन दल रंगीन होता है। यदि वाह्यदलचक्र और दलचक्र दोनों एक ही रंग के हुए तो उनको पेरिग्रन्थ चक्र (Perianth) कहते है। वाह्य-दलचक्र या दलचक्र जब युक्त होते है तो उनके आकार कई प्रकार के होते है जिनमें घंटाकार (Campanulate) धतूराकार (Infundibuli-form), नलिकाकार (Tubular) और चक्राकार (Rotate) ज्ञातव्य हैं।



गुड़हल के पुष्प के भाग

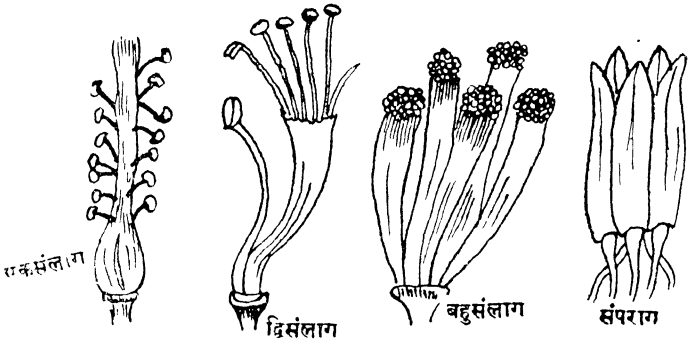
चित्र ३७

पुंकेसर के तीन प्रधान भाग होते है :— पुंतन्तु (Filament), योजी (Connective) और परागकोश (Anther)। योजी के प्रत्येक ओर अगल-बगल में एक परागकोश की एक पालिका होती है, अर्थात् एक परागकोश में दो पालिकाएँ होती हैं। इन कोशो के भीतर धूल के कण की तरह पराग-कण भरे रहते हैं। किसी परिपक्व फूल को हिलाने पर धूल के कण की भाँति ये उड़ते हुए देखे जाते है।

स्त्रीकेसर या अंडप (Carpel) के भी तीन भाग होते है। सबसे नीचे का फूला हुआ भाग अण्डाशय या ओवरी (Ovary) और सबसे ऊपर का भाग वर्तिकाग्र (Stigma) तथा दोनों के बीच एक पतली वर्तिका (Style) होती है। जायांग में एक ही अंडप हो तो उसे एकांडपी (Monocarpellary), दो हों तो द्विअंडपी (Bicarpellary) तथा अधिक हों तो बहुअंडपी (Multicarpellary कहलाते है।

पुमंगों और अंडपों का संलाग तथा अभिलाग (Cohesion and adhesion of stamens and carpels)—अधिकांश फूलों में

पुमंग एक दूसरे से पृथक् होते हैं, लेकिन किसी-किसी में पुंतन्तु (filamants) मिलकर बण्डल बनाते है। यदि सभी मिलकर एकही बंडल बनायें, तो एकसंलागी; जैसे—गुड़हल, दो बनायें, तो द्विसंलागी; जैसे—अगस्त में, और दो से अधिक बंडल बनायें तो बहुसंलागी (Polyadelphous), जैसे सेंमल में—कहलाते हैं। कभी-कभी केवल परागकोश ही आपस में मिले रहते हैं और पुंतन्तु पृथक् होते हैं, ऐसी अवस्था को संपराग या सिजिनिशिअस (Syngenesious) कहते है, जैसे सूरजमुखी।



चित्र ३८ पुंकेसरों का अभिलाग तथा संलाग

किसी फूल में पुंकेसर दल से मिले रहते हैं, अर्थात् पुंकेसर दल से निकलता हुआ प्रतीत होता है। ऐसी अवस्था में पुंकेसरो को **दललग्न** (Epipetalous) कहते हैं। जैसे—बैंगन, मिरचाई वगैरह में।

बहुअंडपी जायांग में अंडप यदि एक दूसरे से मिले हों, तो उन्हें **युक्तांडप** (Syncarpous) और एक दूसरे से अलग हों, तो **पृथकांडप** (Apocarpous) कहते हैं। युक्तांडप जायांग में अंडाशय (ovary) एक गह्वरीय या बहुगह्वरीय हो सकता है। परागण के बाद अंडाशय फल में और बीजाण्ड (ovule) बीज में परिणत हो जाते है।

जरायुन्यास (Placentation)

बीजांड या भविष्य में बननेवाले बीज अंडाशय के ही भीतर एक फूले हुए भाग से निकलते हैं, जिसे जरायु (Placenta) कहते हैं। जरायु अधिकतर अंडपों के संयुक्त तट (united margins) पर बनते हैं। इनके उद्भव और

वितरण विधि को जरायुन्यास (Placentation) कहते हैं। ये निम्नलिखित प्रकार के हो सकते हैं :—

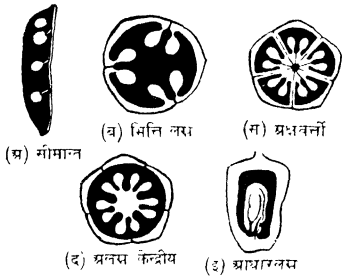
१. सीमान्त (Marginal)—अण्डाशय में एक ही गह्वर होता है और जरायु उसके मिले हुए तटों की भीतरी सतह से निकलता है। जैसे मटर, अरहर, चोनियाबादाम वगैरह में।

२. भित्तिलग्न (Parietal) अण्डाशय में एक ही गह्वर होता है और जरायु दो या दो से अधिक अण्डपों के मिले हुए तट से विकसित होता है; जैसे—खीरा, ककड़ी, सरसों वगैरह में।

३. अक्षवर्ती (Axile)—अण्डाशय बहुगह्वरी होता है। गह्वरों की संख्या अकसर अण्डपों की संख्या के बराबर होती है। गुड़हल, प्याज, सतावर वगैरह इसके उदाहरण हैं।

४. अलग्न केन्दीय (Free central)—अण्डाशय एक गह्वरी होता है। बीजाण्ड केन्द्रीय अक्ष से निकले हुए प्रतीत होते हैं।

५. आधारलग्न (Basal)—अण्डाशय में एकही गह्वर होता है और जरायु जिसमें केवल एक ही बीजाण्ड होता है, के आधार से निकलता है। जैसे—सूरजमुखी में।



जरायु विन्यास

चित्र ३१

बीजाण्ड (Ovules)—अण्डाशय में गोल-गोल रचनायें होती हैं, जो पराग-सेचन (Pollination) के बाद बीज का रूप धारण कर लेती हैं। प्रत्येक बीजाण्ड जरायु से एक डंठल द्वारा जुड़ा रहता है; जिसे बीजाण्डवृन्त (Funicle) कहते हैं। बीजाण्ड के जिस स्थान से यह वृन्त जुड़ा रहता है, उसे वृन्तक या हाइलम कहते हैं। बीजाण्ड का मुख्य भाग न्यूसेलस (Nucellus) है, जो दो चोलों से घिरा होता है। बीजाण्ड का चौड़ा आधार जहाँ न्यूसेलस और चोल मिलते हैं, उसे प्रबीजाधार या शैलजा (Chalaza) कहते हैं। चोल न्यूसेलस को पूरा नहीं घेरते। उसके ऊपर छोटा-सा द्वार होता है, जिसे अण्डद्वार (Micropyle) कहते हैं। न्यूसेलन के

अन्दर अण्डद्वार के ठीक नीचे एक अण्डाकार कोशिका होती है, जिसे भ्रूण-स्यून (Embryo-sac) कहते है।

परिपक्व बीजाण्ड की संरचना
(Structure of Mature Ovule)

परिपक्व बीजाण्ड के भाग चित्र मे दिखलाये गये हैं। इनके नाम निम्नलिखित है :—

१. दो बीजाण्डावरण या बीजाण्ड कवच (Integuments)।

२. एक वृन्त जिसे बीजाण्ड-वृन्त (Funiculus) कहते हैं।

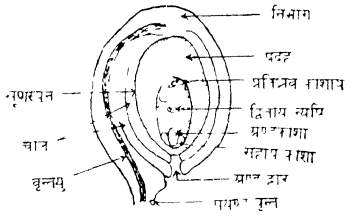
३. अण्डद्वार—बीजण्ड के अग्रभाग मे एक सूक्ष्म छिद्र।

४. प्रशाखाधार या शैलजा (Chalaza)—जहाँ से चार निकलते है।

५. भ्रूण-स्यून (Embryo sac)—इसमें निम्नलिखित न्यष्टियाँ होती है।

अ—अण्ड सधित्र (Egg apparatus)—जिसमें सबसे बड़ी न्यष्टि कोअण्डा तथा उसकी अगल-बगल में दो सहायक न्यष्टियाँ (Synergids) होती है।

ब—दूसरे सिरे पर तीन प्रतिध्रुव न्यष्टियाँ होती हैं, जो एकही आकार की होती है।



परिपक्व बीजांड की संरचना

चित्र ४०

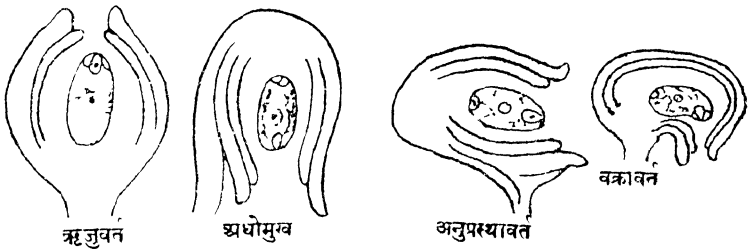
स—बीच मे द्वितीय न्यष्टि (Secondory Nucleus), जो दोनों ध्रुवो से आये हुए दो न्यष्टियों के मेल से बनी है।

बीजाण्डों के प्रकार (Kinds of ovules)

बीजाण्डों के निम्नलिखित प्रकार है :—

अ—ऋजुवर्त (Orthotropous)—अंडद्वार अग्रक की ओर शैलजा आधार की ओर होता है।

ब—अधोमुख (Anatropous)—बीजाण्ड इस तरह मुड़ा हुआ होता है कि अण्डद्वार वृन्तक (Hilum) के समीपस्थ होता है।



चित्र ४१—विभिन्न प्रकार के बीजांड

स—अनुप्रस्थावर्त (Amphitropous)—इसमें बीजाण्ड अधोमुख की भाँति पूरा नहीं उलटता। अण्डद्वार तथा शैलजा को मिलानेवाली रेखा बीजाण्ड वृन्त के साथ समकोण बनाती है।

द—वक्रावर्त (Campylotropous)—बीजाण्ड घोड़े की नाल की तरह वक्र हो जाता है। अतः अण्डद्वार शैलजा के समीपस्थ होता है।

परागण तथा निषेचण (Pollination and fertilisation)

परागकण (Pollen-grains) के परागकोश से वर्तिकाग्र (Stigma) पर स्थानान्तरित होने (tranference) की क्रिया का परागण (Pollination) कहते है। परागण दो तरह के होते है :—

(अ) स्वयं परागण (self-pollination)। (ब) परपरागण (Cross-pollination)। स्वयंपरागण मे परागकण परागकोश से उसी फूल के वर्तिकाग्र तक या एक ही पौधे के एक फूल से दूसरे फूल तक पहुँचाये जाते है। पर-परागण में परागकण परागकोश से उसी जाति (Species) के दूसरे पौधे के फूल के वर्तिकाग्र तक पहुँचाये जाते हैं। प्रकृति परपरागण के ही पक्ष में होती है, क्योंकि इसमें एक ही जाति के दो भिन्न पौधो के नर और मादा तत्वो का मिलन होता है। अतः, दूसरी पीढ़ी में बननेवाले पौधे दृढ़तर और जीवन-संग्राम के लिए अधिक उपयुक्त होते हैं। परपरागण की तुलना हमलोग अन्तर्जातीय विवाह से कर सकते है, जो आनुवंशिक विकास के लिए लाभप्रद है। भिन्न मातृ और पितृगुणों के मिलने से सन्तान में लाभप्रद भिन्नताएँ

(Useful variations) आने की सम्भावना बढ़ जाती है। अधिकतर पौधे परपरागित (Cross-pollinated) होते है। स्वयंपरागण कम पौधों मे या परपरागण के असफल होने पर होता है।

पर तथा स्वयंपरागण से लाभ और हानि
(Advantages and disadvantges of Cross and Self pollination)

वैसे तो परपरागण पौधों के स्वयंपरागण से उत्तमतर है, फिर भी स्वयं-परागण की कुछ अपनी खूबियाँ हैं :—

यह आसानी से हो जाता है। अतः, यह निश्चयात्मक है। पराग कण को पास ही के वर्तिकाग्र तक पहुँचना है। स्वयंपरागण अगल-बगल में उसी जाति के दूसरे पौधों पर आश्रित नही होता है। इसमें बाहरी एजेन्सियो या साधनो की, जैसे वायु, जल, कीट या जानवर वगैरह की आवश्यकता नही होती। जब परपरागण असफल हो जाता है तब ऐसी दशा में स्वयंपरागण होता है जिससे पौधों को अपनी संतति बनाये रखने में सहायता मिलती है। स्वयंपरागण का सबसे बड़ा दोष यह है कि इसमें पौधों की संतानें दिनानुदिन दुर्बल होती जाती है, क्योकि इसमें एक ही प्रकार के गुणों का मेल होता है।

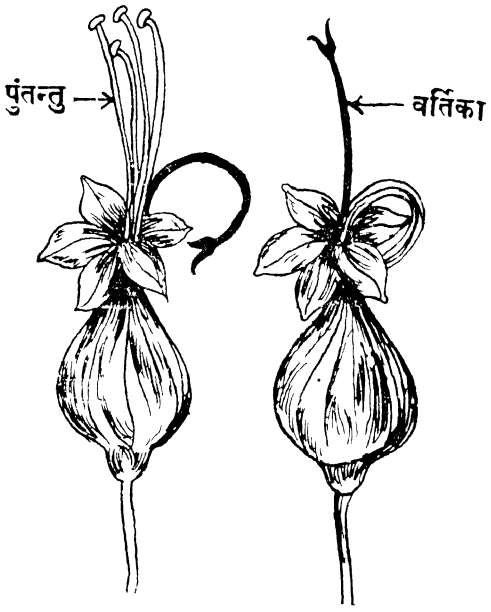
परपरागण स्वयंपरागण से विशेष लाभप्रद है। इसके बीज अधिक संख्या में बनते हैं। बीज अच्छे होते है। पौधो की नई किस्मो (Varieties) का निर्माण होता है। इन सबका प्रधान कारण यह है कि इसमे दो तरह के गुणों का अर्थात् भिन्न मातृ और पितृगुणों का सम्मिश्रण होता है। इसमें दोष यह है कि इस प्रकार का परागण वाह्य साधनों जैसे वायु, कीट आदि पर आश्रित रहता है। इसमे पौधे को आर्थिक हानि है, क्योकि कीटों या जानवरों को आकर्षित करने के लिए इन्हें अपनी ऊर्जा लगानी पड़ती है।

परपरागण की विधियाँ (Devices for Cross-pollination) निम्नलिखित विधियाँ परपरागण में सहायक होती है :—

१. एकलिंगता (Unisexuality)—अण्डप और पुंकेसर एक ही पुष्प में नही होते, अर्थात् कुछ फूल एकलिंगी होते है, जैसे कद्दू या कुम्हड़ा। कुछ दशाओं में तो नर तथा मादा फूल अलग-अलग पौधो में होते है, जैसे खजूर, केवड़ा आदि में। ऐसी दशा में परपरागण अवश्यम्भावी हो जाता है।

२. पृथक्-पक्वता (Dichogamy)—पुंकेसर और अण्डप के परिपक्व होने के समय भिन्न है, जिसके फलस्वरूप एक ही फूल का पराग-कण उसी फूल के वर्तिकाग्र पर कभी नहीं जा सकता।

३. हरकोगेमी (Herkogamy)—कुछ फूलों की बनावट ऐसी होती है कि वह स्वयंपरागण में बाधक होती है, जैसे अकण्ड या मदार में पराग-कण पौलिनिया में होते है, जो मधुमक्खी द्वारा एक फूल से दूसरे फूल तक पहुँचाये जाते हैं।



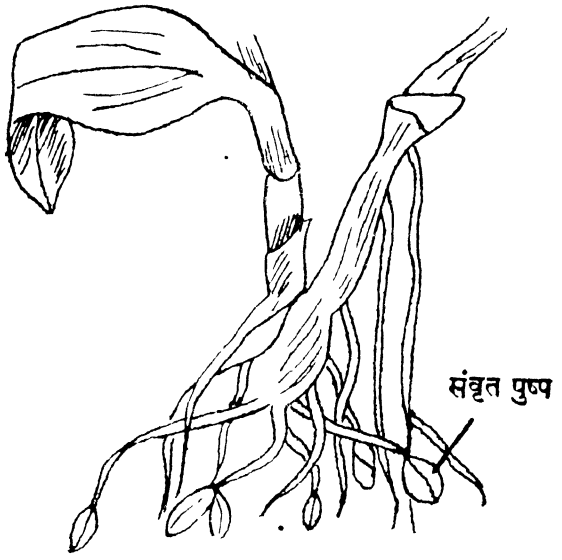
चित्र ४२—क्लेरोडेण्ड्रोन का पुष्प
(पुंतन्तु तथा वर्त्तिका की तुलनात्मक स्थिति पर ध्यान दें।)

४. असमवर्त्तिकात्व (Heterostyly)—एक ही पौधे में दो या दो से अधिक आकार के फूलों के लगने के गुण को कहते हैं। पोलीगोनम (*Polygonum*) तथा बायोफाइटम (*Biophytum*) में फूल दो आकार के होते हैं—एक में पुंकेसर बड़े और अण्डप छोटे तथा दूसरे में पुंकेसर छोटे तथा अण्डप बड़े होते है। ओक्सेलिस (*Oxalis*) या खट्टी-पत्ती में पुंकेसर तथा अण्डप

लम्बे, छोटे तथा मध्यम तीनों प्रकार के होते हैं। ऐसी दशाओं में विभिन्न फूलों की एक ही ऊँचाई के पुंकेसरों और अण्डपों मे परपरागण होता है।

५. स्वयं वन्ध्यता (Self-sterility)—कभी-कभी परागकण उसी फूल के बीजाण्डों को निषेचित करने में असमर्थ होते हैं। अतः वर्तिकाग्र पर उसी फूल का यदि पराग-कण पड़ता है, तो बीजों का निर्माण नहीं होता है, जैसे ऑर्किडो (Orchids) में।

स्वयंपरागण की विधियाँ (Derives for self-pollination)—संवृतपुष्पी (Cleistogamous) पौधों को छोड़कर अन्य पौधों में स्वयं परागण नहीं होता है। संवृतपुष्पता (Cleistogamy) एक ऐसी विधि है जिसके द्वारा स्वयंपरागण अवश्यम्भावी हो जाता है। इस सम्बन्ध में यह ज्ञातव्य रहे कि स्वयंपरागण के असफल होने पर परपरागण स्पीशीज को कायम रखने के लिए अत्यावश्यक है।



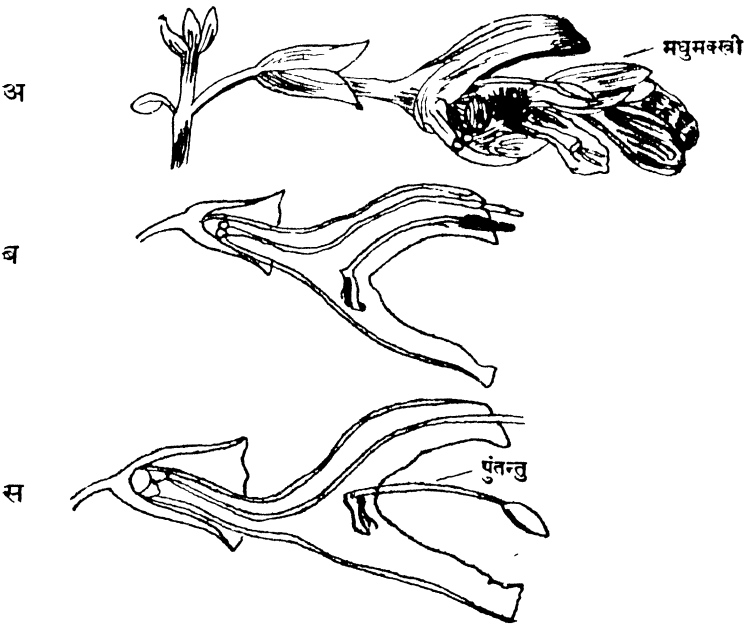
चित्र ४३— कनकौआ (Commelina) का संवृत पुष्प

संवृत पुष्पता (Cleistogamy) :—कुछ पौधे ऐसे होते है, जिनमें सामान्य पुष्पों के अतिरिक्त कुछ ऐसे फूल लगते है, जो सदा बन्द रहते है। वे

जमीन के भीतर होते हैं, कभी खुलते नहीं हैं। अर्थात् ऐसे पुष्पों के लिए स्वयं-परागण अवश्यम्भावी है। इस तरह के फूल मूँगफली (Ground-nut) या कमेलाइना में पाये जाते हैं। मूँगफली के फल इसीलिए जमीन के अन्दर होते हैं। भूमिगत फूलों के अलावा वायवीय भागों में भी सामान्य फूल होते हैं। आल्हो बूटी में भी इस तरह के फूल पाये जाते हैं।

परागण कई साधनों से हो सकता है। साधन के अनुसार फूलों के निम्नलिखित प्रकार हैं :—

१. **वायु परागित पुष्प** (Anemophilous flowers)—ये छोटे, रंग, मधु तथा सुगंध रहित होते हैं। परागकोश लम्बे पुंतन्तु पर होते हैं और मन्द



चित्र ४४—सेलविया के फूल में परागण

(अ) पुष्प का वाह्य दृश्य, (ब) पुष्प की आयाम काट जिसमें पुंकेसर सामान्य स्थिति में है, (स) मधुमक्खी के प्रवेश के बाद परागाशय का नीचे झुकना।

वायु के झोके से भी डोलने लगते है। पराग-कण काफी मात्रा में पैदा होते हैं, क्योकि उनमें से अधिकतर नष्ट हो जाते है। पराग-कण हल्के, शुष्क तथा चिकने होते है। वर्तिकाग्र बड़ा तथा रोममय होते है। उनकी सतह ब्रुश की तरह होती है, ताकि हवा द्वारा उड़ाये गये पराग-कणो को अधिक से अधिक संख्या मे प्राप्त कर सके। इसके उदाहरण चीड, देवदार, भुट्टा, धान और घास वगैरह है।

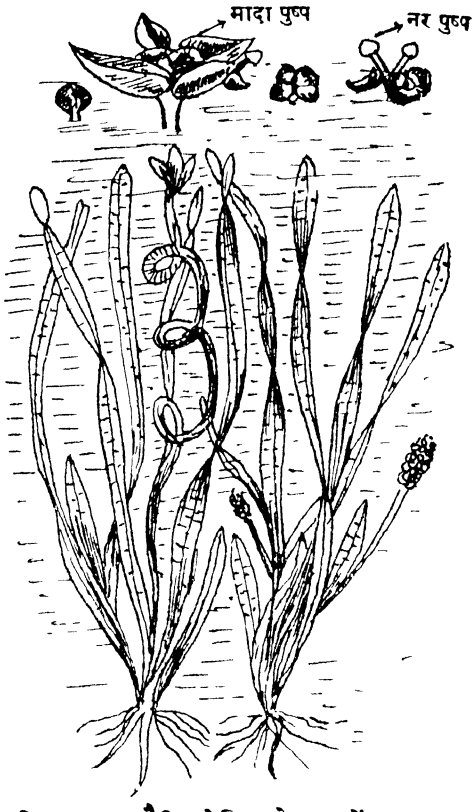
२. कीट-परागित पुष्प (Entomophilous flowers)—इन फूलो के रंग चटकीले और ये सुगधवाले होते है। कीटो को ये मधु या भोजन के रूप में पराग-कण देते है। अनेक उपायो से पुष्प अपने को विशेष आकर्षक बना लेते है। कही-कही छोटे-छोट फूल एक जगह इकट्ठा होकर अपने को अधिक भड़कीले बना लेते है, जैसे सूरजमुखी या धनिया वगैरह मे। पराग-कण कम मात्रा में पैदा होते है। वे चिपचिपे तथा शल्ययुक्त होते है, अतः आगन्तुक कीटो के शरीर मे आसानी से चिपक जाते है। वर्तिकाग्र भी चिपचिपा और रुखड़ा होता है, ताकि वह वायु मे उड़ते हुए पराग-कणो को आसानी से पकड़ सके।

उदाहरण :—सूरजमुखी, मटर, जूही, गुलाब वगैरह।

३. जल-परागित फूल—इस तरह के फूल पानी मे उगनेवाले पौधों में पाये जाते है, जैसे वैलिसनेरिया (*Vallisneria* में। जल द्वारा परागण तभी हो सकता है, जब कि पौधे पूर्णतः जल में डूबे हुए हों। इनके फूल जब खिलते है, तो पानी की सतह के ऊपर आ जाते है और परिपक्व परागकोश से पराग-कण निकल कर जल की सतह पर तैरते रहते है। पराग-कण चिकने तथा

गोल होते हैं। इनकी सतह पर मोम की तरह का एक चिकना पदार्थ रहता है। ताकि पानी में ये कभी भींग न सकें।

४. पक्षी-परागित पुष्प (Ornithophilous flowers)—चिड़ियों द्वारा परागित फूल अधिकतर जंगलों में पाये जाते है। क्योंकि विभिन्न प्रकार के पक्षी बनो में ही पाये जाते हैं। फूल बड़े तथा चटक रंगवाले होते है और उनके अन्दर मधु और पराग काफी मात्रा में पाये जाते है। सेंमल का पेड़ इसका सामान्य उदाहरण है।



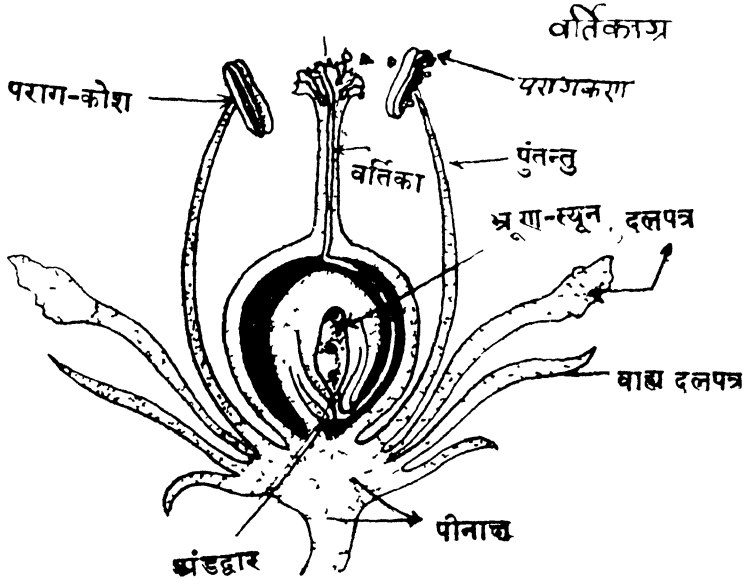
चित्र ४५—वैलिसनेरिया के फूल में परागण (बायीं ओर मादा और दाहिनी ओर नर पौधा)

५. जन्तु - परागित पुष्प—ऐसे पौधों की संख्या कम है। चमगादड़ कदम्ब के फूलों तक पर बैठते हैं और उनके पुंकेसरों तथा पीनाक्षो (Thalamus) को खा लेते हैं। ऐसा करते समय पराग उनके बदन मे सट जाता है और वह वर्तिकाग्र तक पहुँच जाता है। ऐसे अनेक उदाहरण है।

निषेचन (Fertilisation)

दो कोशिकाओं के मेल को, जिनमें एक सेल नर तथा दूसरा मादा हो, निषेचन कहते है। इन कोशिकाओं को युग्मक या गैमीट कहते है। यह क्रिया यों

होती है। पराग-कण मे दो आवरण होते है। बाहरवाले को वाह्यचोल (Exine) तथा भीतरवाले को अन्तश्चोल (Intine) कहते है। यह एक कोशिकीय होता है तथा इसमें एक ही न्यष्टि होती है। झड़ने के पूर्व पराग-कण का दो काशिकाओ मे विभाजन होता है। गोल और बडीवाली को नलिका-कोशिका कहते हैं और छोटीवाली को जनन-कोशिका (Generative cell) कहते हैं। अन्तश्चोल एक नलिका (Tube) के रूप मे एक छिद्र से बाहर निकलता है। इसे पराग-नलिका (Pollen tube) कहते है। पराग-नलिका वर्तिकाग्र और वर्तिका से होकर बढती है और अण्डाशय तक पहुँच जाती है। ट्यूब तथा जेनेरेटिव कोशिकाओ की न्यष्टियाँ नलिका के अग्र भाग मे चली जाती हैं। नलिका-न्यष्टि विघटित हो जाती है। जनन-न्यष्टि तुरन्त ही दो न्यष्टियो मे बँट जाती है, जिन्हे नर युग्मक या मेल-गैमीट्स कहते है।



चित्र ४६

बाद मे पराग-नलिका (Pollen-tube) अंडद्वार से होकर बीजाण्ड में घुस जाती है और न्यूसेलस के ऊतको के सम्पर्क में आती है। एम्ब्र्यो-सैक (Emlryo-sac) की दीवार को छेदकर एग-एपारेटस तक पहुँच जाता है।

पराग-नलिका का अग्र भाग फूल कर फट जाता है और उसके अन्दर का पदार्थ बाहर एम्ब्रयो-सैक में निकल आता है। दो नर युग्मकों में से एक तो द्वितीय न्यष्टि से मिलता है और भ्रूणपोष के ऊतकों का निर्माण करता है और दूसरा अण्डकोशिका (Ovum) से मिलकर अण्डबीजाणु (Oospore) बनाता है। इस क्रिया को निषेचन (fertilisation) कहते हैं। दो नर युग्मकों में से एक अण्डकोशिका तथा दूसरा द्वितीय न्यष्टि से मिलता है। इसलिये इसे द्विनिषेचन (Double fertilisation) कहते हैं। द्वितीय न्यष्टि वास्तव में दो न्यष्टियों के सायुज्यित होने से बनती है और जब एक नर युग्मक उससे मिलता है, तो उसके मिलने से त्रिसायुज्यन (Triple-fusion) होता है।

संक्षिप्त वर्णन (Summary) :—

१. अक्ष पर फूलों की सजावट को पुष्पक्रम कहते हैं।

२. पुष्प-क्रम दो प्रकार के होते हैं—(अ) एकवर्ध्यक्ष जिसमें अक्ष निरन्तर बढ़ता जाता है और उसके अन्त में फूल कभी नहीं होता, (ब) बहुवर्ध्यक्ष जिसमें अक्ष कतिपय फूल पैदा करने के बाद बढ़ना बन्द कर देता है और उसके अग्रक का अन्त फूल से होता है।

३. एकवर्ध्यक्ष पुष्पक्रम निम्नलिखित प्रकार के होते हैं—

१. रेसीम, २. समशिख, ३. छत्रक, ४. शूकी या स्पाईक, ५. कैटकिन, ६. स्थूल मंजरी, ७. मुण्डक या कैपीटुलम।

४. बहुवर्ध्यक्ष पुष्पक्रम के निम्नलिखित प्रकार हैं—

(१) एक शाखी (अ) एक शाखी कुण्डलाकार, जैसे हेमेलिया, (ब) एक शाखी वार्च्छिक जैसे हाथीमूँढ़।

(२) द्विशाखी जैसे हरसिंगार या भाँट।

(३) बहुशाखी जैसे मदार।

(४) विशिष्ट बहुवर्ध्यक्ष जैसे गूलर का उदुम्बर, तुलसी का भ्रमियुग्म और दूधिया का कटोरिया।

५. पुष्प प्रजनन हेतु प्ररोह का रूपान्तर है।

६. किसी सामान्य पुष्प के चार चक्र होते हैं :—

(अ) वाह्य दल-चक्र जो वाह्य दलपत्रों से बनता है।

(ब) दल-चक्र जो दलपत्रों से बनता है।

(स) पुमंग जो पुंकेसरों से बनता है।

(द) जायांग जो अंडपों से बनता है।

७. जिस फूल में चारों चक्र मौजूद हों, उसे पूर्ण तथा जिसमें चार से कम चक्र हों, उसे अपूर्ण कहते है।

८. पहला और दूसरा चक्र रक्षात्मक तथा तीसरा और चौथा लिंगी (sexual) तथा आवश्यक भाग है।

९. जिन पुष्पो मे जायांग तथा पुमंग दोनों हों, उन्हे द्विलिंगी तथा जिनमें केवल जायांग हो उन्हें मादा और जिनमें केवल पुमंग हो, उन्हें नरपुष्प कहते हैं।

१०. किसी भी पुंकेसर के तीन भाग होते है—परागकोश, योजी तथा पुंतन्तु (filament)। प्रत्येक अंडप के भी तीन भाग होते है—गर्भाशय, वर्तिका तथा वर्तिकाग्र। परागकोश में परागधूलि तथा गर्भाशय में बीजांड होते हैं।

११. जिस पुमंग में एक अंडप हो, उसे एकांडपी तथा जिनमें एक से अधिक अंडप हों, उन्हे बहुअंडपी कहते हैं। बहुअंडपी जायांग में यदि अंडप एक दूसरे से मिले हुए हों, तो जायांग को युक्तांडपी तथा अलग-अलग हों, तो पृथकांडपी कहते हैं।

१२. बीजांड जायांग के भीतर दाने की तरह के वे भाग है, जो निषेचन के बाद बीजों में परिणत हो जाते हैं।

१३. किसी भी बीजांड के निम्नलिखित भाग हैं—

निभाग, प्रदेह, भ्रूण-स्थून, वृन्तयु, पर्यण्डवृन्त और अंडद्वार।

१४. बीजांड चार प्रकार के होते हैं—ऋजुवर्त, अधोमुख, अनुप्रस्थावर्त और वक्रावर्त।

१५. पराग-कण के परागकोश से वर्तिकाग्र तक पहुँचने की क्रिया को परागण कहते हैं। यह दो प्रकार का होता है—अपर तथा स्वयं परागण।

१६. अपर परागण द्वारा बने हुए बीज अधिक पुष्ट तथा स्वस्थ होते हैं।

१७. अपर परागण पानी, हवा, कीट तथा जानवरों द्वारा कराया जाता है।

१८. अपर परागण के निम्नलिखित उपाय (Contrivances) हैं—एकलिंगता, पृथक पक्वता, हरकोगेमी, असमवर्तिकात्व तथा स्वयंबन्ध्यता (self sterility)।

१९. स्वयं परागण पौधों की संतति के लिए हानिकर है।

फल (Fruits)

फलों का निर्माण निषेचन (Fertilisation) के परिणामस्वरूप अण्डाशय तथा उसके समीपस्थ भागों मे परिवर्धन (Development) का परिणाम है। फल का परिवर्धन निषेचन के बाद अण्डाशय तथा उसके समीपस्थ भागों में हुई उत्तर वृद्धि (Secondary growth) का परिणाम है। फलों के निर्माण में एक या अनेक अण्डप भाग लेते हैं। तदनुसार इनको तीन वर्गों में विभाजित किया गया है।

(१) सरल या एकि फल (Simple fruits)।

(२ पुंज फल (Aggregate fruits)।

(३) संग्रथित फल (Composite fruits)।

वे फल जो एकाण्डपी (Monocarpellary) या युक्ताण्डपी (Syncarpous) जायांग से बनते है, एकि फल कहलाते है। एकि फल की दो श्रेणियाँ हैं—

(अ) शुष्क (Dry)।

(ब) सरस या मांसल (Fleshy and juicy or succulent)।

शुष्क फल तीन प्रकार के होते हैं :—

(अ) एक बीजास्फोटी या एकीनीयल (Achenial)।

(ब) स्फोट शीलक या कैप्स्यूलर (Capsular)।

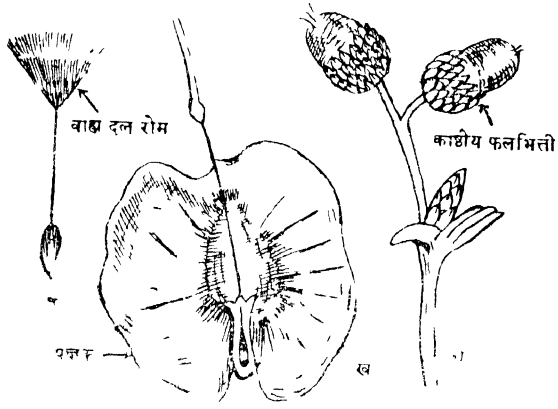
(स) वेश्मस्फोटी या शिजोकार्पिक (schizocarpic)।

एक बीजास्फोटी (Achenial) फल—ये फल एकबीजी, शुष्क तथा अस्फोटी होते है।

१. चर्मल फल या एकीन (Achene)—इसमें फलभित्ति बीज-चोल से अलग होती है। इस तरह के फल पुंजफलों में अधिक पाये जाते हैं। जैसे—गुलाब, क्लीमेटिस, जलधनिया वगैरह।

२. सचोलभित्ति फल (Caryopsis)—फलभित्ति बीज चोल से इस भाँति मिला होता है कि बीज को फल से अलग नहीं कर सकते हैं। यह सभी घास कुलों में जैसे गेहूँ, धान, मक्का वगैरह में पाया जाता है।

३. सूर्यमुखी फल (Cypsela)—इसका विकास द्वयाण्डप, युक्ताण्डप, एक बीजाण्डपी और अधोवर्त्ती (Inferior) जायाग से होता है। फल के शीर्ष पर एक रोम वलय (pappus) होता है, जो वाह्य दलपुंज (Calyx) का रूपान्तर है। सूर्यमुखी, गेंदा तथा कॉमपोजिटी कुल के अन्य पौधो मे पाया जाता है।



चित्र ४७ क-सूर्यमुखी फल, ख-सपक्ष फल, ग दृढ़ फल

४. सपक्ष फल (Samara) :—इसकी फलभित्ति (Pericarp) कागज की तरह पतली और सपक्ष हो जाती है, जो फल के विकिरण (Dispersal of fruit) मे मदद करती है। चिलबिल (Indian Elm) तथा शाल (Shorea) वगैरह में यह पाया जाता है।

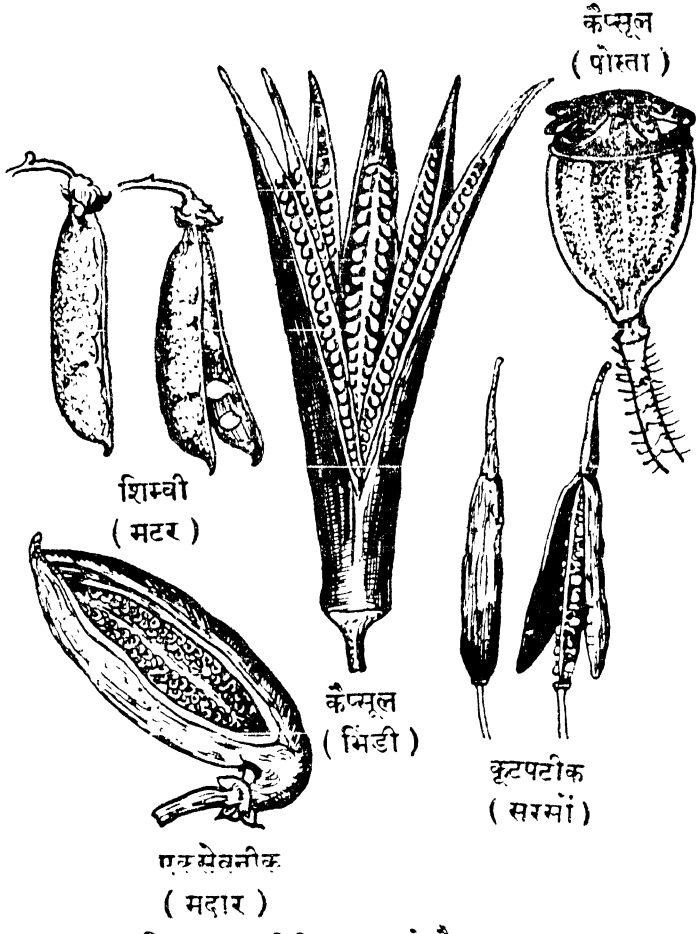
५. दृढ़ फल (Nut) :—ओक या हैजेल इसके सामान्य उदाहरण है। इसमें फलभित्ति काष्ठवत् और दृढ हो जाती है।

स्फोट शीलक फल (Capsular fruits)

परिपक्व होने पर फलभित्ति स्वयं फट जाती है और बीज बिखर जाते हैं। इनके निम्नलिखित प्रकार है—

१. शिम्ब या लेग्यूम—यह एकाण्डप तथा उत्तरवर्त्ती (Superior) अण्डाशय से बनता है। मटर कुल के सभी पौधो में यह पाया जाता है। यह विकिरण के समय अक्षीय संधि (Ventral suture) पर फटता है।

२. फौलिकल या एकसेवनीक फल (Follicle)—शिम्ब से केवल यही अन्तर है कि स्फोटन केवल पृष्ठीय संधि (Dorsal suture) पर होता है। जैसे आक (*Calotropis*) या लार्कस्पर (*Delphinium*) में।



चित्र ४८—विभिन्न प्रकार के कैप्सूलर फल

३. कूटपटीक—इस तरह के फल मुख्यतः सरसों फूल के पौधों में पाये जाते है। आरम्भ में अण्डाशय एकगह्वरीय रहता है, लेकिन बाद में एक-

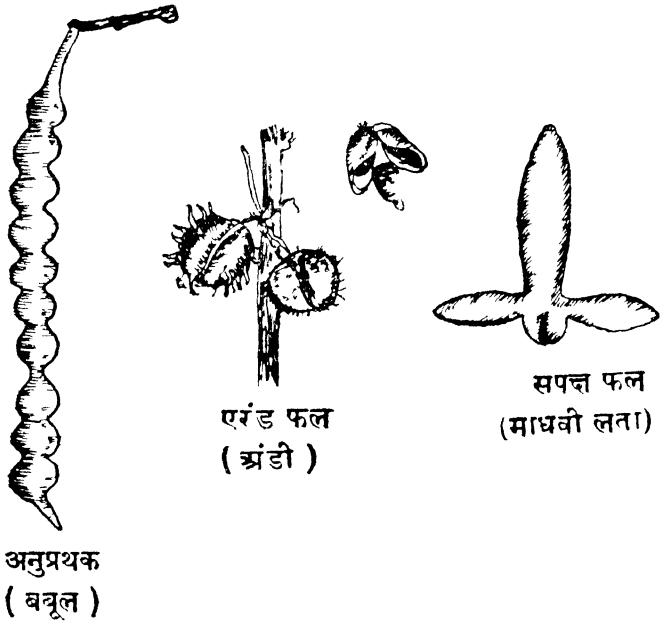
कूटपटीक (false septum) बनने के कारण द्विगह्वरीय हो जाता है। अपरायु भित्तिलग्न (parietal) होता है।

४. कूटपटीका (Silicula)—यह एक छोटा कूटपटीक है। केंडीटफ्ट या इस तरह के अन्य पौधों मे यह पाया जाता है।

५. प्रावर या कैपस्यूल—यह बहुअण्डपी और युक्ताण्डपी जायांग से बनता है। अंडाशय सदैव उत्तरवर्ती और बहुगह्वरीय होता है। इनके स्फोटन की कई विधियाँ हैं। पोस्ता (Poppy) में रन्ध्री स्फोटन तथा भिंडी, धतूर, तीसी, भटकटैया में लम्बाई में स्फोटन (Longitudinal dehiscence) होता है।

वेश्मस्फोटी (schizocarpic) फल

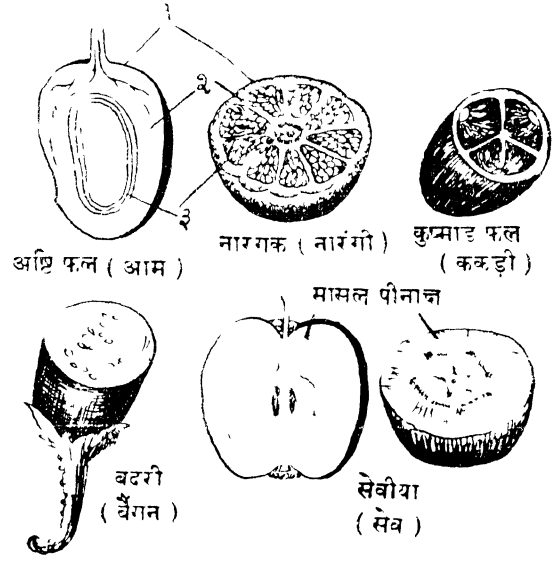
ये फल भी बहुबीजी होते है, लेकिन परिपक्व होने पर एकबीजी भागो



चित्र ४६—कुछ वेश्म स्फोटी फल (Schizocarpic fruits) (Mericarps) में विभक्त हो जाते हैं। इसके उदाहरण बबूल, अंडी, धनियाँ, तुलसी, माधवी लता वगैरह में पाये जाते है।

मांसल फल (Fleshy fruits)

१. अष्ठि फल (Drupes) :—इस तरह के फल आम तथा नारियल वर्गरह मे पाये जाते है। नारियल रेशेदार (filrous) अष्ठि है। इसकी फलभित्ति में तीन तहें होती है—सबसे बाहरी तह को वाह्य (Epi-) बीच-वाले को मध्य (Meso-) तथा सबसे भीतरी तह को अन्तष्फलभित्ति Endocarp) कहते है। आम की गुठली का कड़ा भाग अन्तष्फलभित्ति, गूदा मध्यफलभित्ति तथा छिलका वाह्यफलभित्ति (Epicarp) है। नारियल में मध्य-भित्ति रेशेदार होती है। इन रेशों के कई व्यवहार होते है। अन्तर्भित्ति से हुक्का या गुड़गुड़ी बनती है। खाया जानेवाला भाग भ्रूणपोष (Endosperm) है।



चित्र ५०—कुछ सरस और मांसल फल

१. वाह्यफलभित्ति, २. मध्यफलभित्ति, ३. अन्तःफलभित्ति

२. कुष्मांडीय (Pepo) फल—कुष्माडो (Cucurbits) में पाये जाते है। जरायु भित्तिलग्न (Parietal) तथा फल अधोवर्ती जायांग (inferior ovary) से बनता है।

३. सेबीया (Pome)—यह निम्न जायांग से विकसित होता है। इसमें पीनाक्ष तथा अण्डाशय शुरू से ही सायुज्यित हो जाते हैं। इसका पीनाक्ष

(Thalamus) मांसल हो जाता है और वास्तव में फल में खाया जानेवाला भाग यही है। यह सेब या नासपाती में पाया जाता है।

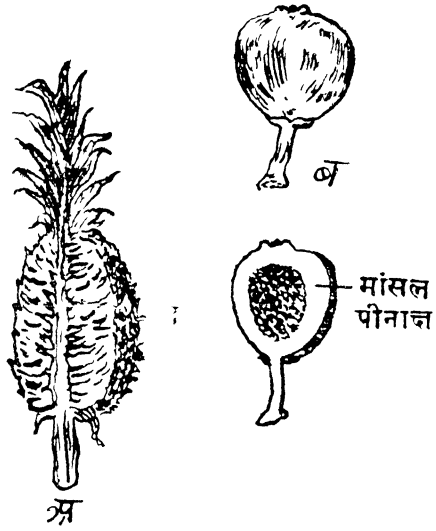
४. बदरी या बेरी (Berry)—पकने पर फल का सारा भाग रस और गूदे में परिणत हो जाता है, जैसे टमाटर, बैंगन, खजूर और छुहारा इत्यादि।

५. नारंगक (Hesperidum)—यह नारंगी और नीबू में पाया जाता है। फलभित्ति में तीन तहें होती हैं। अन्तष्फलभित्ति के भीतरी भाग से रोम निकलते है, जो रसयुक्त और मांसल जान पड़ते है। नारंगी में रस इन्हीं रोमों से निकलता है।

पुंजफल (Aggregate fruits)

इस वर्ग के सभी फल बहुअण्डप (Multicarpellary) तथा पृथकाण्डप (Apocarpous) जायांग से बनते है। अत: एक फूल से अनेक छोटे-छोटे फल बनते हैं। इन फलों का वर्गीकरण एकि फल की तरह किया जाता है। इन्हें समूह फल या इटैरियो (Etaerio) कहते हैं, जैसे एकीन का समूह फल या फौलिकल का समूह फल वगैरह।

संग्रथित फल (Composite fruits)



चित्र ५१—अ—अनानास का सरसाक्ष फल
ब—गूलर का उदुम्बरक फल

इस तरह के फलों का विकास पूरे पुष्पक्रम से होता है, जैसे कटहल, शहतूत, अंजीर वगैरह।

१. अंजीर या गूलर का फल उदुम्बरक फल कहलाता है। यह विशेष प्रकार के पुष्पक्रम से विकसित होता है। इसमें पीनाक्ष मांसल हो जाता है, जो फल का खाद्यांश है।

२. सरसाक्ष (Sorosis)—कटहल में पाया जाता है। कटहल की मुंगड़ी पुष्पक्रम का

अक्ष होता है। इस तरह के फल शहतूत और अनानास में भी पाये जाते हैं।

संक्षिप्त वर्णन—१. एक फूल के पूरे जायांग से बने हुए फल को सरल (Simple) फल कहते है। एक फूल के जायांग से कई फल बनें, तो उन्हें पुंज (Aggregate) फल कहते हैं। यह तभी सम्भव है, जब जायांग बहु तथा पृथकांडपी हों। पूरे पुष्पक्रम से बने हुए फल को संग्रथित फल कहते है।

२. सरल फल निम्नलिखित प्रकार के होते हैं :—

अ—अस्फोटी, शुष्क तथा एकबीजीय फलों को एकीनीयल फल कहते हैं। उदाहरण—सूरजमुखी, मकई, धान, चिलविल वगैरह।

ब—स्फोटी शुष्क तथा बहुबीजी फलों को कैपस्यूलर फल कहते है। उदाहरण—भिंडी, धतूर, छीमी, मदार, सरसों की फली वगैरह।

स—ऐसे कैपस्यूलर फल जो कई एकबीजी भागों में बंटे रहते हैं, उन्हें वेश्म-स्फोटी या सीजोकार्पिक कहते हैं। उदाहरण—बबूल, तुलसी, अंडी, माधवी लता के फल वगैरह।

द—सरल मांसल (Succulent) तथा रसदार (juicy) फल, जैसे टमाटर, बैंगन, अमरूद, सेब, नासपाती, लौकी, बेल तथा नीबू, नारंगी वगैरह।

३. पुंज फल सरल फलों का समूह (Etaerio) कहलाता है, जैसे शरीफा बदरियों (Berries) का समूह है।

४. संग्रथित फल पूरे पुष्पक्रम से बनता है, जैसे अनारस, कटहल और शहतूत वगैरह।

अभ्यास

१. पुष्पक्रम क्या है ? वर्धी भागों से इसे कैसे पहचानेंगे ?

1. What is inflorescence ? How do you distinguish it from vegetative parts.

२. विभिन्न प्रकार के पुष्प-क्रमों का संक्षिप्त वर्णन करें।

2. Briefly describe the different types of inflorencences you are familiar with.

३. सूर्यमुखी का फूल वास्तव में फूल नहीं फूलों का समूह है—इस पर टिप्पणी लिखें।

3. What you call the flower in Sun-flower is really a collection of flowers—Comment upon this statement.

४. गूलर या अंजीर में फूल नहीं होते, यह एक गलत धारणा है—इसका स्पष्टीकरण करें।

4. That a fig has no flowers is a wrong idea—Clarify this statement.

५. क्या दूधिया के 'फूल' की तुलना हम सूर्यमुखी के "फूल" से कर सकते हैं? यदि हाँ, तो क्यों और कैसे?

5. Can we compare the so called flower of Euphorbia with that of Sun-flower? If so, how and why?

६. निम्नलिखित पौधों में किस प्रकार के पुष्पक्रम पाये जाते हैं?
सरसों धनियाँ, तुलसी, अरबी, हाथीसूँढ़, कपास।

6. What type of inflorescence is found in each of the following plants—Sarson, Coriander, Tulsi, Colocasia, Heliotropium and Cotton.

७. पुष्प क्या है? इसके भागों का वर्णन करें तथा कार्यों का उल्लेख करें।

7. What is a flower? Describe its parts and their functions.

८ फूल के रक्षात्मक तथा जननांगी चक्रों से आपका क्या तात्पर्य है, स्पष्ट करें।

8. What do you mean by protective and reproductive whorls of flowers?

९. किसी फूल के पुमंग के भागों का वर्णन करें तथा उनके कार्यों का उल्लेख करें।

9. Describe the different parts of an androecium and mention their functions.

१०. फूलों को झटका देने से धूल की तरह उनसे बारीक कण उड़ते नजर आते हैं, ये कण क्या हैं? बताएँ।

10. A dusty mass comes out of flowers if they are ticked—Point out what is this?

११ जरायु क्या है और कहाँ पाया जाता है? भिन्न प्रकार के जरायुओं का सचित्र वर्णन करें।

11. What is a placenta ? Where it is found ? Describe and illustrate the different types of placenta.

१२. बीजांड क्या हैं और कहाँ पाये जाते हैं ? इनके प्रकारों का वर्णन करें ।

12. What are ovules and where are they found ? Describe different types ovules.

१३. किसी प्रारूपी बीजांड की रचना का सचित्र वर्णन करें ।

13. Describe digramatically the structure of a typical ovule.

१४. परागण क्या है ? स्वयं तथा अपर-परागण में क्या अन्तर है ? दोनों में किसे अच्छा समझते हैं और क्यों ?

14. What is pollination ? How does self pollination differ from cross pollination ? Which of the two you consider better and why ?

१५. अपर-परागण के विभिन्न साधनों का नाम बताएँ । संक्षेप में इनके महत्त्वों को दिखाएँ ।

15. Name different agencies of cross pollination and briefly point out their role.

१६. अपर-परागण की विशेष विधियों का सोदाहरण वर्णन करें ।

16. Describe briefly and illustrate the special contrivances of cross-pollination.

१७. फूलों में सुगन्ध तथा चटकीले रंग का पौधों के लिए क्या महत्त्व है ?

17. What is the significance of sweet smell and showy colour in flowers ?

१८. निषेचन से क्या समझते हैं ? इसके फलस्वरूप फूलों में कौन-से परिवर्त्तन होते हैं ? चित्र द्वारा इस क्रिया को समझाएँ ।

18. What do you understand by fertilisation ? What changes take place in flowers as a result of it ? Illustrate this process with a diagram.

●

फलों तथा बीजों का विकिरण

(Dispersal of Fruits and seeds)

फलों में बीजों का निर्माण पौधों के प्रसारण के लिए होता है। ये जहां बनते हैं, वहीं गिरे तो इन्हें सीमित भूमि में ही अंकुरण आदि के लिए प्रतिद्वन्द्विता का सामना करना पड़ेगा। इनमें से अधिकांश अंकुरण के बाद या तो सूख जायेंगे या कमजोर हो जायेंगे। इस तरह यदि इनकी कमजोरी बढ़ती गई, तो प्रत्येक पीढ़ी के पौधे कमजोर होते चले जायेंगे और सम्भव है पौधों का अस्तित्व खतरे में पड़ जाय। इसलिए बीजों तथा फलों में अनेक विकिरण की विधियाँ होती हैं, जिससे पौधे दूर-दूर तक अपने को फैला सकें। ऐसा करने से इन्हें उपयुक्त मिट्टी या जलवायु मिल जाती है, जहाँ आसानी से ये अपने को फैला सकें। फलों तथा बीजों के विकिरण की तीन मुख्य विधियाँ हैं, जो नीचे दी जाती है :—

१ **वायु-विकिरण**—जिन बीजों के विकिरण या प्रसार में वायु साधन का काम करती है, उन्हें वायु विकिरित बीज कहते है। ये अधिकतर छोटे तथा हल्के होते हैं, ताकि वायु द्वारा एक जगह से दूसरी जगह आसानी से उड़ाये जा सकें। इस कार्य के लिए इनमें रोम या पक्षक होते हैं, ताकि ये वायु में हल्के होकर उड़ सकें।

ऐसे कुछ फलों को चित्र ५२ में देखें।

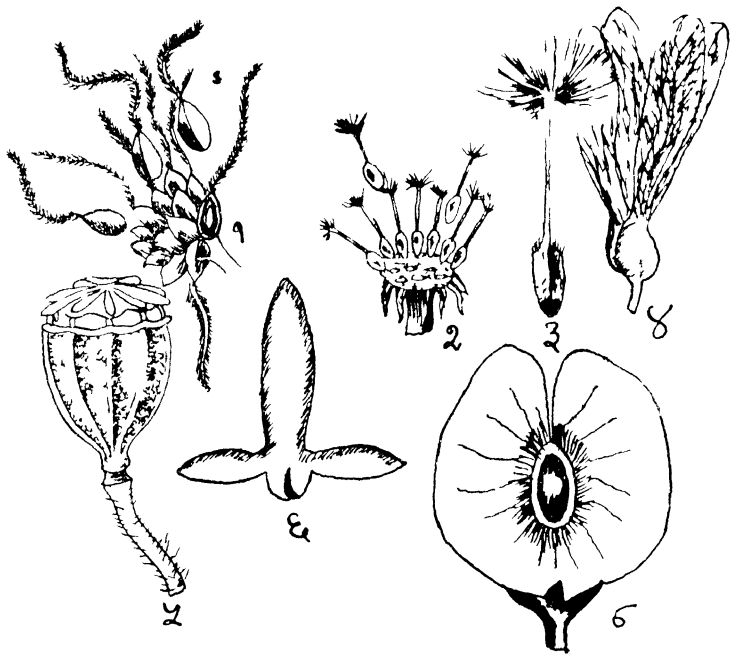
(अ) कपास या सेम्बल में बीजों के चारों ओर रोम होते हैं, जो बीज-कवच (Seed Coat) के उद्‌वर्ध हैं।

(ब) लाल कनेर (*Nerium odorum*) मे बीज के दोनो ओर रोमों का गुच्छा होता है। मदार के बीज के पतले भाग की ओर रोमों का गुच्छा होता है। ये हमेशा हवा में उड़ते रहते है और दूर-दूर तक चले जाते है। छतरी (parachute) की तरह बीज उड़ते रहते हैं। उड़ने की इन विधियों को वायु-छत्रत्व (Parachute mechanism) कहते हैं।

(स) सहदेई या वोकासूँधा के सूर्यमुखी फलो मे वाह्यदलरोम या रोमचूड (Pappus) होते हैं। ये भी बीजो को उडाकर दूर-दूर जाने में सहायता देते है। ये रोम वाह्यदल के रूपान्तर हैं।

(द) छागल बत्ती (Narvelia) तना क्लीमेटिस में वर्तिका चिरलग्न (Persistent) होती है। इनमे वर्तिका रामीय होती है। इनके सहारे फल दूर तक उड कर जाते हैं।

(इ) हवा मे उडने के लिए फलो या बीजो में पक्षक (wings) भी होते हैं। सहजन के बीज तथा सोना और माधवी लता के फलो में पक्षक होते हैं। शाल के फलो मे भी फलभित्ति पक्षको का रूप धारण कर लेती है।

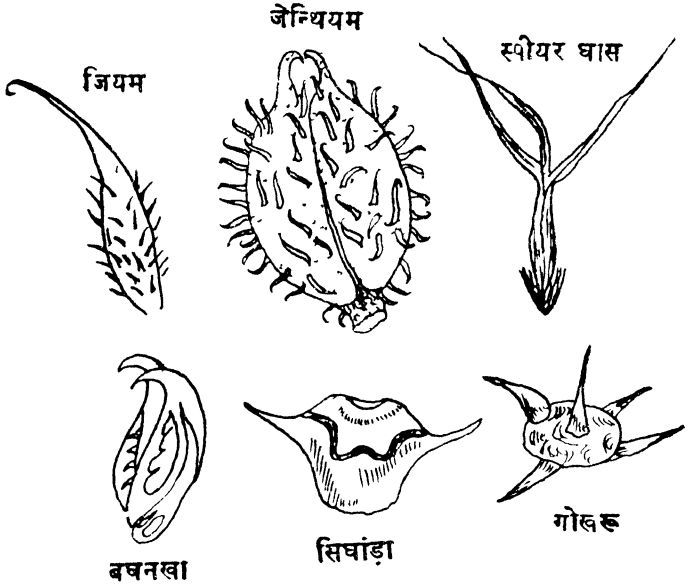


चित्र ५२ —वायु द्वारा विकरित कुछ फल

१. एकोन का पुनफल (क्लीमेटिस), २. सूर्यमुखी फल, ३. एकबीजी सूर्यमुखी फल ४. शाल का सपक्ष फल, ५. पोस्ता का कैपस्यूल, ६. माधवी लता का सपक्ष सयुक्त फल, ७. सरल सपक्ष फल

२. जल द्वारा विकिरण—इनमे पानी पर तैरने की विधियाँ होती हैं और ये ऐसे आवरणों से ढँके होते हैं, जिनमे पानी न घुस सके। समुद्र के किनारे उगनेवाले पौधो मे जैसे नारियल, नाईया वगैरह में यह पाया जाता है।

३. जन्तु विकिरण– ऐसे फल या बीज जिनके विकिरण मे जन्तु सहायक होते हैं, जन्तु-विकिरित कहलाते है। कुछ फलो मे रोएँ या काँटे होते है, जो चरनेवाले जानवरों के रोओं और आदमी के कपडो से लिपट कर दूर-दूर चले जाते हैं। इनमें स्पायर घास, गदपूरना, गोखरू, बघनखा, सिंघाड़ा वगैरह मुख्य है। कुछ मासल तथा मीठे फलो को जानवर, खासकर चिड़ियाँ एक जगह से दूसरी जगह ले जाती है। फल वे खा लेती है तथा बीजो को फेक देती है जिससे ये काफी दूर में फैल जाते है।



चित्र ५३—कुछ जन्तु-विकिरित

फूलवाले पौधे के भिन्न भाग

(Parts of an Angiospermic plant)

अब आप पुष्पधारी पौधों के अंकुरण से लेकर फल तथा बीज उत्पादन तक की सभी अवस्थाओं को जान चुके। इसके अध्ययन के लिए फूल

सहित एक सरसों का पौधा लें। अतः पुष्पधारी पौधों के सभी अंगों का अध्ययन करें :—

१. वर्धी भाग (Vegetative parts)—फूल तथा फलों को छोड़ पौधे के सभी भाग वर्धी कहलाते हैं। वर्धी भाग निम्नलिखित हैं :—

(अ) मूल संहति (Root system) पौधे का भूमिगत भाग है। इसमें एक प्रधान अक्ष है, जिसे प्रधान मूल (Primary root) या मूसला जड़ कहते हैं। इसकी अनेक शाखाएँ हैं, जो क्रमशः पतली होती जाती हैं। प्रथम क्रम के मूलक प्रधान मूल से कुछ पतले तथा क्रमशः उसी प्रकार पतले होते जाते हैं। अन्तिम-क्रम के मूलक रोम की तरह पतले हो जाते हैं। मूल रोमों से हम इनको बहुकोशिकीय होने के कारण अलग कर सकते हैं। मूलों के निम्नलिखित भाग है—(क) मूल-छाद—जिसका कार्य मूलों के कोमल अग्रक या प्रविभाजी भाग को घिसने से बचाना है। (ख) वृद्धि भाग—जिनमें नई कोशिकाओं का निर्माण होता है। (ग) वर्धी भाग (Zone of elongation) जिसमें नवनिर्मित कोशिकाएँ लम्बाई में बढ़ती हैं। (घ) रोमीय भाग (Root-hair zone)—यहां से मूल रोम निकलते हैं। (ङ) परिपक्व भाग (Mature zone) यह भाग रोमीय भाग के ऊपर का भाग है। मूल की लम्बाई का अधिकांश इसी भाग में आता है।

मूलों के प्रधान कार्यों का उल्लेख मूलाकारिकी में किया जा चुका है। यह भाग मूलांकुर (Radicle) से निकलता है।

(ब) पौधे का वह भाग जो मिट्टी तथा मूलसंहति के ऊपर रहता है, प्ररोह संहति (Shoot system) कहलाता है। इसमें तने (Stems), पत्तियाँ तथा कलिकाएँ (Buds) होती हैं। तनों तथा पत्तियों के बारे में बताया जा चुका है। सरसों में देखें कि शाखा विन्यास एकवर्ध्यक्ष है। एक गाँठ से एक ही पत्ती निकलती है। अतः पर्णरचना एकान्तरित (Alternate) है। पत्ते वृन्ती हैं। फलक का तट वीणावत् (Lyrate), शीर्ष अधिकोणी तथा शिरा-विन्यास जालवत् और एकनसी है। पत्तों के कक्ष तथा तनों और शाखाओं के अग्रक भाग में कलिकाएँ हैं। पत्तों के आधार, फलक, तट, शिराविन्यास, शीर्ष, वयन आदि को ध्यान से देखें।

२—पुष्पीय भाग या जननांग—सरसों के पुष्पक्रम को देखें। यह सामान्य एकवर्ध्यक्ष (Typical Raceme) है। पुष्प पूर्ण, बहुयुग्म

(Actinomorphic), वृन्ती तथा द्विलिंगी है। प्रत्येक पुष्प के **वाह्यदल चक्र** में चार वाह्यपत्रदल होते है। **दलचक्र** में चार दलपत्र हैं, जो स्वस्तिकाकार (Cruciform) हैं। दलपत्र आधार की ओर पतला और आगे की ओर फैला हुआ होता है। पतले भाग को नखर (Claw) तथा चौड़े भाग को बाहु (Limb) कहते हैं। इन्हें नखरित दलपत्र (Clawed petal) कहते हैं। पुमंग में छः पुंकेसर होते हैं। चार बड़े तथा दो छोटे होते हैं, अतः पुंकेसरों को चतुर्दीर्घक (Tetradynamous) कहते है।

जायांग द्विअंडपी है अर्थात् इसमें दो अंडप हैं। दोनों आपस में मिले हुए हैं, इसलिए जायांग युक्तांडपी (Syncarpous) है। अंडाशय के मध्य में एक कूटपट (False septum) होता है। फल सरल, बहुबीजी तथा स्फोटक होता है। इसलिए इसे कैप्स्यूलर (Capsular) कहते हैं। कूटपट होने के कारण इस फल को कूटपटीक कहते है।

मटर, मिरचाई तथा धतूर आदि के पौधों की परीक्षा करें और उनके विभिन्न भागों को समझने की कोशिश करें।

संक्षिप्त वर्णन (Summary)—(१) फूलवाले पौधों का निर्माण बीजों के अंकुरण से होता है। बीजों का निर्माण लैंगिक विधि से होता है, इसलिए बीजों के निर्माण को लैंगिक प्रजनन कहते है।

(२) कुछ पौधे बीजों के अतिरिक्त वर्धी भागों (Vegetative parts) जैसे तने या पत्रों द्वारा प्रसारित होते है। वर्धी भागों द्वारा पौधों के प्रसारण (Propagation) को वर्धी प्रजनन कहते हैं। गुलाब, गन्ना, केला, क्रोटन वगैरह इसके उदाहरण हैं।

(३) पौधों की दो संहतियाँ, मूल-संहति तथा प्ररोह-संहति है।

(४) मूल-संहति साधारणतया पौधे का भूमिगत भाग है और स्थिरीकरण, संवाहन तथा अवशोषण के लिए उपयुक्त है। कभी-कभी खाद्य-संचय के कारण ये कन्दिल हो जाते हैं और कन्दिल मूल कहलाते हैं।

(५) प्ररोह-संहति में तने, शाखाएँ और पत्तियाँ वर्धी भाग हैं। तने का प्रधान कार्य पत्तियों को धारण करना तथा संवाहन (Conduction) है। कुछ भूमिगत तनों को छोड़ अधिकांशतः वायवीय होते हैं।

पत्तियों का मुख्य काम भोजन पकाना है, जिसे ये प्रकाश संश्लेषण द्वारा करती हैं। उत्स्वेदन तथा श्वसन भी इनके मुख्य कार्यों में है।

(६) पुष्प पौधों का जननांग अथवा लैंगिक भाग है। इसमें स्त्री तथा पुरुष योनिक भाग होते हैं। इन्हीं दोनों भागों के मेल से फलों तथा बीजों का निर्माण होता है।

(७) फलों तथा बीजों का विकिरण स्फोटन, वायु, पानी तथा जन्तुओं द्वारा होता है।

अभ्यास

१. **किसी पुष्पधारी पौधे के विभिन्न आकारिक संहतियों के नाम बताएँ तथा इनके प्रधान कार्यों का उल्लेख करें।**

1. Describe the different morphological systems in the body of an Angiospermic plant and mention briefly their important functions.

२. **पौधे के वर्धी भाग का क्या तात्पर्य है? पौधों के वर्धी भागों के नाम बताएँ तथा उनके मुख्य कार्यों का उल्लेख करें।**

2. What is meant by vegetative parts of a flowering-plant? Briefly mention the functions of different vegetative parts.

३. **वर्धी-प्रसारण (या वर्धी प्रजनन) से क्या समझते हैं? पुष्पधारियों में इस प्रसारण के कुछ विधियों का उल्लेख करें।**

3. What do you mean by vegetative propagation? Mention some methods of this propagation in flowering-plants.

४. **किसी पुष्पीय पौधे के विभिन्न भागों का सचित्र वर्णन करें।**

4. Describe and illustrate the defferent parts of an angiospermic plant.

५. **निम्नलिखित पौधों के प्रसारण की विधि पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें—केला, गुलाब, गन्ना, क्रोटन तथा दूब।**

5. Write short notes on the method of propagation in the following plants—
Banana, Rose, sugar-cane, Croton and Bermuda Grass.

६. विकिरण से क्या समझते हैं ? फलों तथा बीजों का विकिरण क्यों आवश्यक है ?

6. What do you understand by "Dispersal" ? Why is the dispersal of fruits and seeds necessary ?

७. वायु द्वारा विकिरण की कुछ विधियाँ सोदाहरण बताएँ।

7 Describe and illustrate the mechanisn of wind dispersal.

८. वायुछत्रत्व से आपका क्या तात्पर्य है ? इस विधि से पौधों को क्या लाभ है ?

8. What do you understand by Parachute Mechanism ? What are the advantages of this for the plants ?



अध्याय ५

पौधों की दैहिकी

(Physiology of Plants)

यह बताया जा चुका है कि पौधों के शरीर में एक साथ चय तथा अपचय दो क्रियाएँ होती हैं। भूमि या वायु से भोजन के पदार्थों के अवशोषण से लेकर भोज्य-पदार्थों के निर्माण तक की क्रिया को चय तथा भोज्य-पदार्थों के टूटने से सरल पदार्थों के निर्माण को अपचय कहते हैं। चय क्रिया में ऊर्जा का संचय तथा अपचय में उसका ह्रास होता है। प्रकाश-संश्लेषण एक चयी तथा श्वशन अपचयी क्रिया है। पौधों के शरीर में होनेवाले सभी रासायनिक परिवर्त्तनों तथा उनसे सम्बन्धित भौतिक क्रियाओं को दैहिकी में प्रयोगों द्वारा अध्ययन करते हैं। दैहिक क्रियाओं में मुख्य अवशोषण (Absorption) उत्स्वेदन, प्रकाश-संश्लेषण, श्वशन तथा वृद्धि आदि हैं।

पौधे मिट्टी से भिन्न प्रकार के अकार्बनिक लवण तथा जल अवशोषित करते हैं। ये लवण हमेशा घोल के रूप में मूल रोमों द्वारा लिए जाते हैं। रसाकर्षण के द्वारा यह घोल मूल रोमो में जाता है और वहाँ से अन्तस्त्वचिका (Cortex) से गुजर कर जड़ की दारु कोशिकाओं में प्रवेश कर जाता है। यहाँ से रस का आरोहण पत्तियों तक किस विधि से होता है, इसके अनेक सिद्धान्त हैं। पहले मूलरोमों द्वारा लवणों तथा पानी के घोल के अवशोषण को देखें।

अवशोषण (Absorption)—मिट्टी के छोटे-छोटे कण जल की एक पतली तह से घिरे रहते हैं और ये मूलरोमों से सटे रहते हैं। मूलरोम की भित्ति एक अर्द्ध प्रवेश्य झिल्ली का काम करती है, जिसके भीतर कोशा-रस

होता है तथा बाहर में मिट्टी के कणों के बाहर के घोल की पतली परत। दो घोलों के बीच कोशा-भित्ति रहती है, अर्थात् रसाकर्षण (Osmosis) की क्रिया आरम्भ हो जाती है। पानी और लवण का घोल मूलरोमों के अन्दर आ जाता है और धीरे-धीरे मूल की अन्तस्त्वचिका की कोशाओं की ओर बढ़ता है। अन्त में यह अन्तस्त्वचा (Endodermis) तथा पेरिसाइकिल से होकर दारुओं मे पहुँचता है। मूलरोम से दारुओं तक पहुँचने में **रसाकर्षण** (Osmosis) का ही मुख्य हाथ है, इसलिए इसे समझना आवश्यक है। रसाकर्षण एक भौतिक क्रिया है, जिसमें भिन्न गाढ़ापन के दो घोलो के बीच प्रसरण (Diffusion) होता है, जब कि वे अर्द्ध प्रवेश्य (semipermeable) झिल्ली द्वारा एक दूसरे से अलग किये गये हों। अर्द्ध प्रवेश्य झिल्ली वह है, जो कुछ पदार्थों को अपने से होकर गुजरने देती है लेकिन सभी पदार्थों को नही। डिफ्यूजन की यह क्रिया तबतक चलती रहती है, जबतक कि दो घोलों का गाढापन एक-सा न हो जाय। देखा जाता है कि कम गाढ़े घोल से गाढ़े घोल मे डिफ्यूजन की गति अधिक तेज होती है और समाहृत घोल के मन्द घोल में जाने की गति धीमी होती है। पहली क्रिया को अन्त: **रसाकर्षण** (Endosmosis) तथा दूसरी को **वाह्य-रसाकर्षण** (Exosmosis) कहते हैं।

रसकोच (Plasmolysis)

प्ररस हमेशा सजीव कोशाओ में कोशाभित्ति से सटा रहता है। जब पौधे के किसी भाग की एक आयाम काट को नमक या चीनी के गाढ़े घोल मे रख देते हैं और उसको अणबीक्ष से देखते हैं, तो पता चलता है कि प्ररस संकुचित होकर कोशिका के मध्य में चला गया है। प्ररस के इस संकुचित होने की क्रिया को रसकोच (Plasmolysis) कहते हैं।

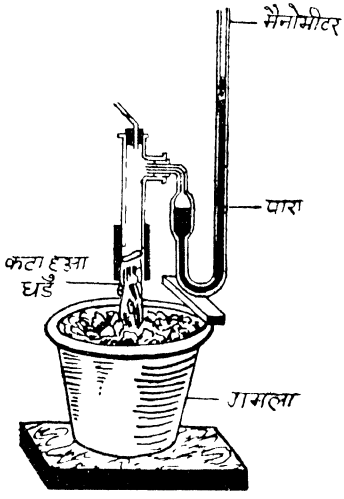
आशूनता (Turgidity)

अन्तःरसाकर्षण के कारण जब कोशिकाएँ इतना भर जाती हैं, जितना जल उनमें रखने का सामर्थ्य है, तब कोशाभित्तियों पर एक दाब काम करने लगता है, जिससे वे रबड़ की तरह बढ़ जाती हैं। इस फूली हुई अवस्था को आशूनता (Turgidity) तथा कोशिकाओं को आशून (Turgid) कहते हैं। एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक जल-वाहन के लिए आशूनता

बहुत आवश्यक है। रन्ध्रों (Stomata) के खुलने, वृद्धि तथा अन्य तरह की गतियों के लिए यह क्रिया आवश्यक है। इसी क्रिया द्वारा अंतस्त्वचिका (Cortex) की कोशिकाओं से घोल दारू कोशिकाओं (Xylem cells) में पहुँचता है।

मूल-चाप (Root-pressure)

निरन्तर अंतस्स्त्वचिका (Cortex) की कोशिकाओं में रसाकर्षण चलते रहने के कारण जड़ के इस भाग की कोशिकाएँ पूर्णतः आशून हो जाती हैं और जड़ों में एक दाब स्थापित हो जाता है। इसी दाब के द्वारा रस (Sap) अन्तस्त्वचिका की कोशिकाओं से दारू काशिकाओं मे चला जाता है। जड़ की आशूनित अन्तस्त्वचिका-कोशिकाओं में स्थापित यह चाप, जिसके द्वारा जल इनमे से दारू कोशिकाओं मे चला जाता है, मूल-दाब (Root-pressure) कहलाता है। जल के निकल जाने पर ये कोशिकाएँ सिकुड़ जाती है और पुनः जल शोषित कर और आशूनित हो जाती है और फिर सिकुड़ती है। यह क्रिया लगातार चलती रहती है। कौरटेक्स की कोशाएँ पम्प का काम करती हैं, जिससे जल निरन्तर ऊपर की ओर तने में उडेला जाता है। इसे निम्नलिखित प्रयोग द्वारा दिखाया जा सकता है :—



चित्र ५४
मूल-दाब नापनेवाला उपकरण

गमले में रोपे हुए एक पौधे के तने को मिट्टी के कुछ ऊपर से काट दें। जमीन से लगे तने के शेषांश से T के आकार की एक काँच की नली रबर द्वारा जोतें नली की क्षैतिज बाहु से एक चापमापक (Manometer) लगाएं। सभी जोड़ों को मोम से हवा बन्द (Air tight) बनाएं। टी-नली तथा बल्ब के ऊपरी भाग में पानी भर दें। फिर इसके ऊपरी भाग को काग से बन्द कर दें। लम्बी बाहु में पारे की सतह देखें। कुछ घंटों के बाद देखेंगे कि

पारे की सतह उसमें ऊँची चली गई है। इस सतह को पढ़ें। दोनों सतहों का अन्तर मूल-चाप का नाप होगा।

रसारोहण (Ascent of Sap)

मूल-रोमों से पौधे के सबसे ऊपरी भाग में रस के आरोहण को रसारोहण कहते हैं। रसारोहण के कारणों की व्याख्या के कई वाद हैं, जिनमें से कुछ निम्नलिखित है :—

१. मूलचाप—पहले लोगों का ख्याल था कि मूल-चाप ही रस को पेड़ों के सिर तक पहुँचा सकता है। अब साबित कर दिया गया है कि यदि शाकीय पौधों में ऐसा हो भी, तो ३२ फुट से अधिक ऊँचाईवाले वृक्षों में मूल चाप रस को सिरे तक नहीं उठा सकता। इसलिए सभी पौधों में मूल-चाप का सिद्धान्त रसारोहण की व्याख्या नहीं कर सकता।

२. कैशाल बल (Capillarity or Capillary force) केश की तरह काफी पतली काँच की नली को पानी में डुबाएँ, तो देखेंगे कि नली में पानी की सतह बर्त्तन के पानी की सतह से ऊपर होगी। नली का सूराख जितना ही पतला होगा, उसमें पानी की सतह उतनी ही ऊपर होगी। इस वाद में बतलाया गया है कि दारू वाहिनियाँ (Xylem vessels) कैशाल नलियों का काम करती हैं, जिससे रस ऊपर चढ़ता है। इनमें कैशाल बल होता अवश्य है, लेकिन इनसे रस कुछ ही फुट ऊपर उठ सकता है।

३. रसाकर्षण—फलक के पर्ण मध्य कोशाओं (Mosophyll cells) के रसाकर्षण के कारण रस का खिचाव ऊपर ही होता है। यह खिचाव इतना नहीं होता कि बड़े-बड़े वृक्षों में रसारोहण हो सके।

४. अन्तश्चूषण—सैक के मतानुसार दारू वाहिनियों में अन्तश्चूषण बल (Imbibition force) के कारण रसारोहण होता है। साबित कर दिया गया है कि यह बल दारू वाहिनियों में पानी उस गति से नहीं चढ़ा सकता, जिस गति से यह वास्तव में उनमें चढ़ता है।

५. उत्स्वेदन—इस क्रिया में पानी लगातार भाप बन कर पौधों के वायवीय भाग से उड़ता रहता है, जिसके कारण मध्यपर्णोति की कोशाओं का कोशा-रस गाढ़ा होता जाता है। इसलिए इनका रसाकर्षण चाप (Osmotic pressure) बढ़ जाता है और अन्तःरसाकर्षण (Endosmosis) तेजी से

होने लगता है। शिराओं के अन्त में जो दारू वाहिनियाँ होती हैं, उनमें कोशा-रस का खिचाव बढ़ जाता है। पौधे की सारी लम्बाई में रस की अनवरतता कैसे बनी रहती है, इसकी व्याख्या यह नहीं करता।

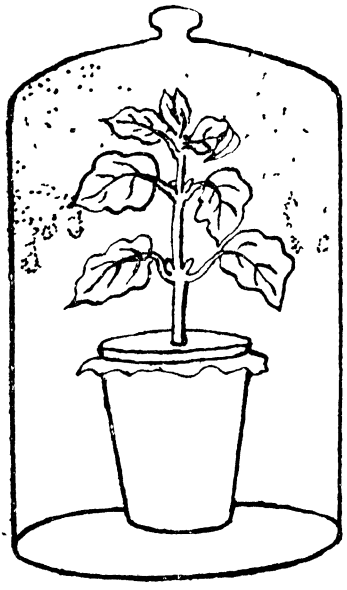
६. जीवनवाद का सिद्धान्त—इस वाद के संस्थापक गोडलेवेस्की थे; पर बाद में सर जगदीश चन्द्र बोस ने इसकी विशेष व्याख्या की। इसके अनुसार तने की कुछ सजीव कोशिकाएँ विशेषतः कॉरटेक्स के अन्तिम स्तरवाली, रस को बलपूर्वक ऊपर चढ़ाती हैं। डा० बोस ने प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध कर दिया कि उन कोशिकाओं में जो ठीक एन्डोडर्मिस के बाहर हैं स्पन्दनशीलता (Pulsating activity) बहुत है। इसके कारण इन कोशाओं में उदंचन क्रिया (Pulsating activity) होती रहती है और पानी ऊपर चढ़ता है। उन्होंने प्रयोगों द्वारा यह भी दिखलाया कि एक कटी हुई शाखा को विषैले घोल में रख देते हैं तो इसमें पानी ऊपर नहीं चढ़ता है। कारण यह है कि सभी जीवित कोशाएँ मर जाती हैं और पानी को चढ़ने में कठिनाई होती है।

ऊपर की सभी बातों पर विचार करने पर पता चलेगा कि रसारोहण बहुत-सी क्रियाओं पर निर्भर करता है; जिनमें मूल दबाव, उत्स्वेदन और रसाकर्षण मुख्य हैं। रसारोहण बहुत कुछ प्ररस की क्रियाशीलता पर निर्भर करता है। यह भी स्पष्ट है कि पौधों में काफी ऊँचाई तक पानी चढ़ाने का उत्तरदायित्व किसी एक कारक पर नहीं है।

उत्स्वेदन (Transpiration)

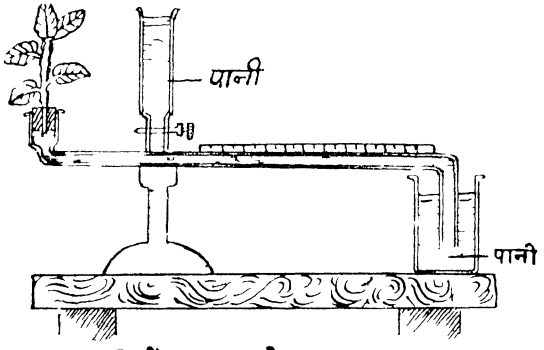
पौधे जड़ों द्वारा बहुत अधिक जल का शोषण करते हैं। लेकिन इस पूरे जल को वे काम में नहीं लाते हैं। इसमें से अधिकांश भाप बनकर उड़ जाता है। पौधों के वायवीय भाग से पानी का भाप बनकर उड़ना उत्स्वेदन कहलाता है। यह उद्वाष्पन (Evaporation) की क्रिया से भिन्न है, क्योंकि यह जीवित कोशाओं द्वारा नियन्त्रित होता रहता है। यह पौधों के अन्दर होनेवाली एक ऐसी जीवन-क्रिया है, जो आवश्यकतानुसार कम या वेशी की जा सकती है। उत्स्वेदन में रन्ध्रों (stomata) का प्रधान हाथ है। ये आवश्यकतानुसार खुलते तथा बन्द होते रहते हैं। इनका बन्द होना तथा खुलना पौधों में पानी की मात्रा, वायुमण्डल की स्थिति तथा ताप आदि पर निर्भर है। इस क्रिया को समझने के लिए निम्नलिखित प्रयोग करें।

१. बेलजार प्रयोग—गमले में लगे हुए पौधे को लें और उसे एक साफ तथा सूखे बेलजार से ढँक दें। ढँकने के पहले गमले में पर्याप्त पानी देकर एक रबर की चादर से इस प्रकार ढँके कि गमले की सतह का या मिट्टी का पानी भाप बनकर उडने न पाये। कुछ देर के बाद देखेंगे कि पानी की बूँदे बेलजार की भीतरी सतह पर लगी हुई है। इन बूँदो की उत्स्वेदन के अलावा और किसी तरह से आने की सम्भावना नही है।



चित्र ५५

२. गेनोंग का उत्स्वेदन-मापक—उत्स्वेदन की गति को नापने के लिए कई साधित्र (Apparatus) है, जिनमे गेनौग या फार्मर का उत्स्वेदन-मापक-यंत्र मुख्य है। गैनौग के उत्स्वेदन मापक यंत्र को चित्र में दिखाया गया है। इससे उत्स्वेदन की प्रगति नापी जाती है। पहले मापक (Potometer) में पानी भर देते है। फिर एक टहनी को पानी में रखकर काटते है। इससे मापक के चौडे मुँह में काग से होकर

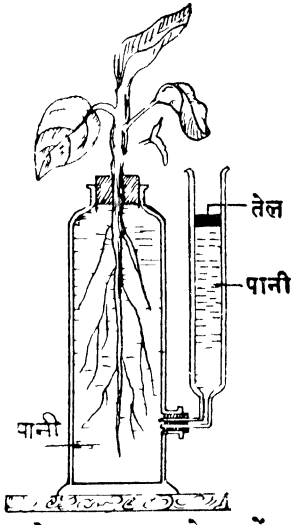


गेनोंग का उत्स्वेदन मापक यन्त्र

चित्र ५६

लगाते हैं। काग को कस देते हैं ताकि हवा भीतर न प्रवेश कर पाये। मापक का दूसरा मुँह जो नीचे की ओर मुड़ा रहता है, पानी से भरे बीकर में डुबा दिया जाता है। ऐसा करने से नली के मुँह में हवा का एक बुलबुला बन जाता है। यह बुलबुला धीरे-धीरे खिसकता जाता है। हम इसी के सहारे उत्स्वेदन की गति का पता लगाते हैं। (देखें चित्र ५६)।

३. उत्स्वेदन और अवशोषण में सम्बन्ध दिखानेवाला प्रयोग—इसे चित्र में देखें। एक नन्हे पौधे को जड़-समेत उखाड़ें और काग से होकर घुमाएँ। मापक के पानी की सतह पर तेल रखें, ताकि वह से पानी न उड़े। चौड़े मुँहवाली बोतल में पानी है। पूरे साधित्र को प्रयोग के आरम्भ में तौलें। मान लिया, इसका वजन W_1 ग्राम है। कुछ देर तक इसे धूप में छोड़ दें। पुनः तौलें। मान लिया अब वजन W_2 है। दोनों का अन्तर निकालें (W_1-W_2 ग्राम)। मान लिया a ाम है। यह उत्स्वेदित जल की मात्रा है। मापक से पता चल जायेगा कि कितना पानी अवशोषित हुआ। मान लिया b ग्राम है। उत्स्वेदित तथा अवशोषित जल की मात्राओं का अन्तर निकाल लें। यह b–a ग्राम होगा। देखेंगे कि b की मात्रा a से हमेशा अधिक गी। कारण यह है कि सब अवशोषित जल उत्स्वेदन मे ही नहीं खर्च होता।



अवशोषण तथा उत्स्वेदन में सम्बन्ध दिखानेवाला प्रयोग

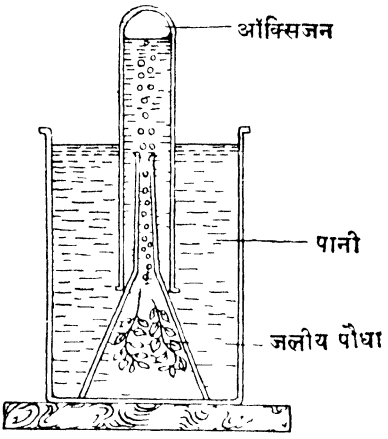
चित्र ५७

प्रकाश-संश्लेषण (Photosynthesis)

इस क्रिया द्वारा पत्तों में मंड, शर्करा तथा अन्य भोज्य-पदार्थों का निर्माण होता है। यह क्रिया प्रकाश की ही उपस्थिति में होती है। इसलिए इसे प्रकाश-संश्लेषण कहते हैं। इसमें ऑक्सिजन तथा कार्बन-डाई ऑक्साइड का विनिमय

होता है। दूसरी गैस वायु से पौधे के शरीर में तथा पहली गैस पौधे के शरीर से वायु में जाती है। इस क्रिया में प्रकाश के अलावा पर्णहरिम (Chlorophyll), कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2) तथा जल (Water) आवश्यक हैं। ये आवश्यक वस्तुएँ कारक (Factors of Photosynthesis) कहलाती हैं। इस क्रिया को कार्बन-स्वीकरण (Garbon Assimilation) भी कहते हैं। इसे समझने के लिए निम्नलिखित प्रयोग करें :—

१. प्रकाशसंश्लेषण में ऑक्सिजन गैस का बाहर निकलना दिखानेवाला प्रयोग—इसे चित्र में देखें। एक बीकर में पानी के भीतर एक फनेल उलट देते हैं। पानी के भीतर कटी हुई एक डाली को फनेल के चौड़े मुँह से होकर उसकी गर्दन में घुसाते हैं। पानी से भरी परख नली को फनेल की गर्दन पर उलट देते हैं। फनेल की गर्दन से होकर गैस के बुलबुले निकलते हैं, जो परखनली के जल को विस्थापित करते हैं। डाल किसी जलीय पौधे की होनी चाहिए।

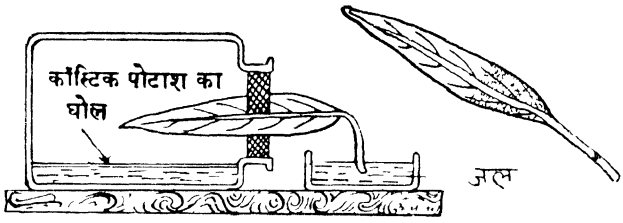


प्रकाश संश्लेषण में ऑक्सीजन गैस का उन्मोचन दिखानेवाला प्रयोग

चित्र ५८

२. मॉल का अर्द्धपत्र प्रयोग—यह दिखाता है कि CO_2 की अनुपस्थिति में प्रकाश-संश्लेषण नहीं हो सकता। इसके साधित्रों की सजावट को चित्र मे देखें। बोतल में पोटाशियम या सोडियम-हाइड्रॉक्साईड का घोल रहता है। उसका मुँह काग से बन्द रहता है। पानी से भरे बीकर में पत्ते का वृन्त डूबा रहता है और फलक का आधा भाग बोतल के भीतर रहता है। बोतल के भीतर कार्बन डाइऑक्साइड नहीं है, क्योंकि इस गैस को क्षारीय घोल सोख लेता है। अब फलक के बाहरी आधे भाग को पानी, CO_2, पर्णहरिम तथा प्रकाश सभी कारक मिल रहे हैं। फलक के बोतल के भीतरवाले भाग को इन कारकों में से CO_2 नहीं

मिलता है। साधित्र को दिन भर धूप में छोड़ देते है। पत्ते को अलकोहल में उबाल देते हैं। पुनः उसे आयोडिन के घोल में डुबाते है। फल का बाहरी भाग



मॉल का अर्द्ध पत्र प्रयोग

चित्र ५१

स्टार्च रहने के कारण नीला तथा भीतरी भाग स्टार्च की कमी के कारण पीला हो जाता है। अतः यह निष्कर्ष निकलता है कि CO_2 की अनुपस्थिति में प्रकाश-संश्लेषण नहीं हो सकता।

श्वसन (Respiration)

यह एक अपचयी क्रिया है। इसमें भी O_2 तथा CO_2 का विनिमय होता है, लेकिन O_2 गैस ग्रहण की जाती है तथा CO_2 बाहर निकलती है। ऑक्सिजन शरीर के भीतर जाकर शर्कराओं को आक्सिकृत कर पहले अलकोहल और CO_2 बनाता है। जब पूर्ण आक्सिकरण (Oxidation) होता है, तब शर्कराओं से CO_2 तथा H_2O बनता है। शर्कराओं के पूर्ण तथा अपूर्ण आक्सिकरण को निम्नलिखित समीकरणों द्वारा दिखा सकते हैं :—

(1) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6\ CO_2 + 6\ H_2O +$ 674 Calories

(शक्कर + ऑक्सिजन = कार्बन-डाइऑक्साइड + जल + ६७४ कैलोरी ऊर्जा)

(2) $C_6H_{12}O_6 = 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2 + 28$ Calories

(शक्कर = एथील अलकोहल + कार्बन-डाइऑक्साइड + २८ कैलोरी ऊर्जा)

श्वसन की पहली क्रिया को ऑक्सिजन-श्वसन और दूसरी क्रिया को ऑक्सिजन-इतर-श्वसन कहते हैं। ऑक्सिजन-श्वसन वायु की उपस्थिति तथा

इतर श्वसन इसकी अनुपस्थिति में होता है। इतर श्वसन में ऊर्जा का उत्पादन भी कम होता है, जैसा कि ऊपर के समीकरण में दिखाया गया है। श्वसन सम्बन्धी निम्नलिखित बातें ध्यान देने की हैं—

१. श्वसन मे शोषित ऑक्सीजन का आयतन उत्सर्जित कार्बन-डाइऑक्साइड आयतन के बराबर होता है।

२. कोशिकाओं के अन्दर सचित कार्बनिक भोज्य-पदार्थों का आविसकरण होता है।

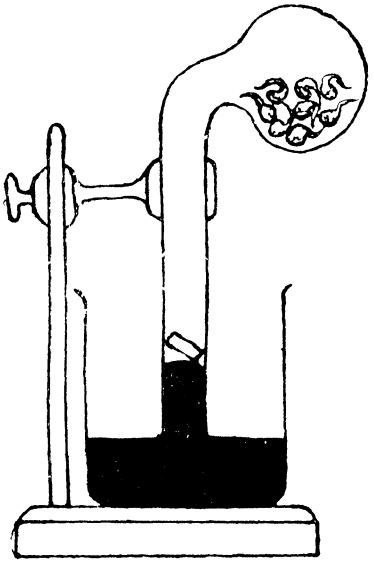
३. तौल में कमी होती है, जैसे कि अँकुरनेवाले बीजों में।

४. पौधे के शरीर की सभी कोशिकाओं में श्वसन होता है।

५. प्रत्यक्ष रूप से श्वसन के लिए प्रकाश आवश्यक नहीं है।

६. शाकाणु, खमीर (Yeast) तथा कुछ ऐसे जीव ऑक्सिजन के बिना भी श्वसन करते हैं। ऐसे जीवों को ऑक्सिजन-इतरजीवी (Anaerobic) कहते हैं।

श्वसन सम्बन्धी प्रयोग—श्वसन-मापक यंत्र से श्वसन की गति का पता लगा सकते हैं। इसे चित्र में देखें। अंकुरित बीज या फूल की कुछ कलियों को फ्लास्क में डाल दें। अब इसे पारे-वाले बीकर में उलट दें और फ्लास्क को स्टैन्ड में कस दें। फ्लास्क की गर्दन की तरफ से चिमटे से कॉस्टिक पोटाश के एक दो टुकड़े घुसायें। उपकरण को कुछ घंटों के लिए छोड़ दें। फ्लास्क की गर्दन में पारा का तल ऊपर चढ़ेगा। फ्लास्क के Co_2 के कास्टिक पोटाश द्वारा अवशोषित होने के कारण उसमें आंशिक शून्यता (Partial vacuum) आई; जिससे पारा ऊपर चढ़ा। इस प्रयोग से सिद्ध होता है कि श्वसन के कारण कार्बन-डाइऑक्साइड का उत्सर्जन होता है।



चित्र ६०
श्वसन-मापक यन्त्र

श्वसन तथा प्रकाश-संश्लेषण की तुलना

श्वसन	प्रकाश-संश्लेषण
(१) यह अपचयी (Katabolic) क्रिया है। इसलिए इसमें ऊर्जा का उत्सर्जन होता है।	(१) यह चयी (Anabolic) क्रिया है, जिसके फलस्वरूप ऊर्जा का संचय होता है।
(२) तौल में कमी होती है।	(२) तौल में वृद्धि होती है।
(३) ऑक्सीजन लिया जाता है और Co_2 बाहर निकलता है।	(३) Co_2 लिया जाता है और O_2 बाहर निकालता है।
(४) सभी जीवित कोशिकाओं में होता है।	(४) यह क्रिया केवल हरित भागों, मुख्यतः पत्तों की पर्णहरिमयुक्त कोशिकाओं मे होती है।
(५) यह प्रकाश में तथा अँधेरे में भी होता है।	(५) केवल प्रकाश में होता है।

पौधों में वृद्धि तथा गति (Growth and movements in plants)—**वृद्धि Growth)** के कारण पौधों के वजन में वृद्धि तथा आकार में परिवर्त्तन होता है। वृद्धि स्तम्भ तथा मूल के अग्रक भागों में होती है, अतः ये भाग प्रविभाजी (Meristematic) कहे जाते हैं। इसके आवश्यक कारक—(अ) भोजन की उपलब्धि, (ब) जल की पूर्त्ति, (स) ऑक्सिजन, (द) उपयुक्त तापक्रम तथा (इ) सूर्य के प्रकाश हैं। वृद्धि तथा गति के लिए कुछ विशेष रासायनिक पदार्थों की आवश्यकता होती है; जिन्हें **हॉरमोन** (Hormones) कहते हैं। पौधों का प्रकाश की ओर या जल की ओर बढ़ना हॉरमोन्स (Hormones) के ही कारण होता है।

गतियाँ (Movements)—पौधे भी गतिशील होते हैं। उनमें दो प्रकार की गतियाँ होती हैं—(१) चलन-गति (Locomotory Movements), (२) वक्रता-गति (Curvature Movements)।

चलन-गति (Locomotory movements)—(अ) कुछ अप्यका वर्ग के पौधे जीवद्रव्य में स्वयं गति उत्पन्न करते हैं। ये स्वायत्तगति (Spontaneous movement) के उदाहरण हैं। (ब) पौधों की कुछ गतियाँ बाहरी वस्तुओं के प्रभाव से होती हैं। इनको प्रेरित गति

(Induced movements) तथा प्रभाव डालनेवाली बाहरी वस्तु को उद्दीपन (Stimulus) कहते हैं। जैसे प्रकाश, तापक्रम या रसायनों के कारण जो गतियाँ होती हैं उन्हें प्रेरित गति कहते हैं।

वक्रता-गति (Curvature Movements)—पुष्पधारी पौधों के मूल या स्तम्भ अनुकूल परिस्थिति की ओर झुक कर या टेढ़े होकर प्रायः बढ़ते हैं। इनमें तीन प्रकार की वक्र गतियाँ हैं।

(१) **प्रकाशावर्तन** (Phototropism)—प्रकाश के उद्दीपन से मूल तथा स्तम्भ टेढ़े होकर प्रकाश की ओर या उनसे दूर बढ़ते दिखाई देते हैं। इसे प्रकाशावर्तन कहते हैं।

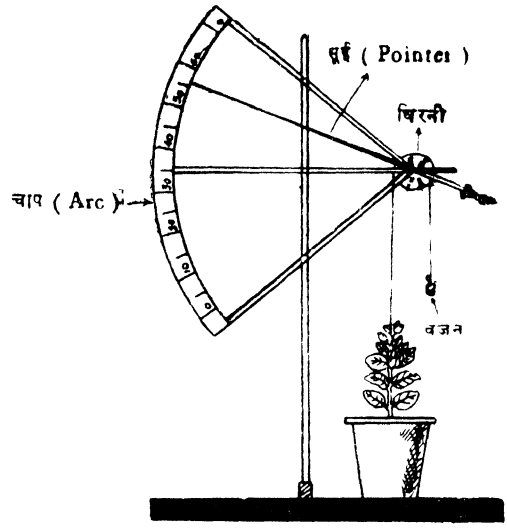
प्रकाश की ओर बढ़ने को प्रकाशाकृष्ट (Positive Phototropism) तथा प्रकाश से विपरीत बढ़ने को प्रकाशापवर्ती (Negative Phototropism) कहा जाता है। ऐसा समझा जाता है कि इसमें हौरमोन्स (Hormones) का हाथ है।

(२) **भूम्यावर्तन** (Geotropism)—भूमि के गुरुत्वाकर्षण का पौधों के अंगों की वृद्धि पर गहरा प्रभाव पड़ता है। इससे प्रभावित होकर पौधों के अंगों में जो गति उत्पन्न होती है, वह भूम्यावर्तन कहलाती है। भूमि की ओर बढ़ने को भूम्याकृष्टि (Positive Geotropism) तथा भूमि के विपरीत बढ़ने को भूम्यापवर्तन (Negative Geotropism) कहते हैं।

(३) **जलावर्तन** (Hydrotropism)—पौधे के अंगों में जब गति जल की आर्द्रता से उत्पन्न उद्दीपन के प्रभाव से होती है, तब उसे जलावर्तन (Hydrotropism) कहते हैं। मूल जल की ओर आकृष्ट होकर बढ़ते हैं, इसलिए उन्हें जलाकृष्ट (Positively hydrotropic) कहते हैं। स्तम्भ जल से दूर बढ़ने की प्रवृत्ति रखते हैं, इसलिए उन्हें जलापवर्ती (Negatively hydrotropic) कहते हैं। अतः जलावर्तन के दो भेद—**जलाकृष्ट और जलापवर्ती** हुए।

पौधों की लम्बाई में वृद्धि की नाप—पौधों की लम्बाई में वृद्धि होती है। इसके लिए ज्ञात समय में लम्बाई को वृद्धि नाप लेते हैं तथा समय के भाग से भाग देकर इसकी गति निकाल लेते हैं। लम्बाई की वृद्धि नापने के

लिए एक औजार से काम लेते हैं; जिसे चाप-दर्शक (Arc indicator) कहते हैं। सूई चाप पर चलती है, जिससे कोण नाप लेते हैं। कोणों की जानकारी से लम्बाई का भी पता चल जाता है।



वृद्धि नापने का आर्क इनडिकेटर उपकरण

चित्र ६१

संक्षिप्त वर्णन—

१. पौधों की दैहिक क्रियाओं में अवशोषण (Absorption), उत्स्वेदन, प्रकाश-संश्लेषण, श्वसन और वृद्धि मुख्य हैं।

२. मूलरोम मिट्टी से लवणों के घोल का अवशोषण रसाकर्षण द्वारा करते हैं। अवशोषण के समय अन्तःरसाकर्षण (Endosmosis) की गति वाह्य रसाकर्षण (Exosmosis) से अधिक होती है।

३. रसाकर्षण के फलस्वरूप जड़ की अन्तस्त्वचिका (Cortex) पर एक दाब (Pressure) उत्पन्न होती है, जिसे मूल चाप (Root-pressure) कहते हैं।

४. रसारोहण (Ascent of sap) मुख्यतः रसाकर्षण, मूल-चाप तथा उत्स्वेदन क्रियाओं से प्राप्त बल द्वारा होता है।

५. उत्स्वेदन पौधों की सतह से भीतरी जल का भाप बनकर उड़ना है। यह वाष्पीकरण (Evaporation) से भिन्न है, क्योंकि इस क्रिया का नियन्त्रण सजीव कोशिकाओं से होता है।

६. उत्स्वेदन, प्रकाश-संश्लेषण या श्वसन में गैसों का निष्कासन तथा प्रवेश रंध्रों द्वारा होता है।

७. उत्स्वेदन की गति की माप गेनौंग के उत्स्वेदन-मापक यन्त्र से कर सकते हैं।

८. सभी अवशोषित जल उत्स्वेदित नहीं होता, बल्कि उसका कुछ अंश शरीर की तथा चयापचय की क्रियाओं में खर्च होता है। उत्स्वेदन तथा अवशोषण का सम्बन्ध प्रयोग द्वारा निकाल सकते हैं।

९. सूर्य की रोशनी की मौजूदगी में वायुमंडल के कार्बन डाइऑक्साइड तथा अवशोषित लवणों से भोज्य-पदार्थों के बनने की क्रिया को प्रकाश-संश्लेषण कहते हैं।

१०. इसके लिए आवश्यक कारक CO_2, O_2, पर्णहरिम तथा प्रकाश है।

११. इसमें ऑक्सिजन गैस बाहर निकलता है। हम इसे प्रयोग द्वारा दिखा सकते हैं।

१२. किसी एक भी कारक की अनुपस्थिति में प्रकाश-संश्लेषण नहीं होता।

१३. श्वसन में प्रकाश-संश्लेषण का उल्टा होता है। इसमें पौधे ऑक्सिजन लेते तथा कार्बन डाइऑक्साइड बाहर निकालते हैं। श्वसन सभी सजीव कोशिकाओं के लिए आवश्यक है।

१४. श्वसन की नाप हम श्वसन-मापक यन्त्र (Respiroscope) से कर सकते हैं।

१५. श्वसन एक अपचयी तथा प्रकाश-संश्लेषण चयी क्रिया है।

१६. वृद्धि एक चयी क्रिया है। इसमें वजन में वृद्धि तथा आकार में स्थायी परिवर्त्तन होता है।

१७. लम्बाई की वृद्धि की गति को हम आर्क-इनडिकेटर द्वारा नाप सकते हैं।

अभ्यास

१. पौधों के किस भाग से अवशोषण होता है ? अवशोषण कैसे होता है ? समझाएँ ।

1. What part of the plant is concerned in absorption ? Briefly point out the mechanism of this process.

२. रसारोहण का क्या तात्पर्य है ? इसके लिए आवश्यक बल पौधों के किस भाग से और कैसे प्राप्त होते हैं ? समझाएँ ।

2. What is meant by Ascent of Sap ? Wherefrom and how are the necessary forces involved in it derived ?

३. उत्स्वेदन तथा वाष्पीकरण में क्या अन्तर है ? उत्स्वेदन में रन्ध्रों का क्या हाथ है ? बताएँ ।

3. What is difference between Evaporation and Transpiration ? Point out the role of stomata in Transpiration.

४. उत्स्वेदन की रफ्तार नापनेवाले किसी प्रयोग का वर्णन करें और बताएँ कि इससे उत्स्वेदन की नाप कैसे की जाती है ।

4. Describe an experiment to measure the rate of transpiration and point out how the rate is measured ?

५. प्रकाश-संश्लेषण तथा उत्स्वेदन में पौधे के किस भाग का मुख्य हाथ है ? यह अंग इन क्रियाओं के लिए विशेष उपयुक्त क्यों है ?

5. What part of the plant is mainly concerned with Photosynthesis and Transpiration ? How is this part specially adapted for this ?

६. प्रकाश-संश्लेषण के कारकों का उल्लेख करें । प्रयोग द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड की आवश्यकता का उल्लेख करें ।

6. Mention the various factors of Photosynthesis. Describe an experiment to illustrate the necessity of CO_2 in this process.

७. प्रकाश-संश्लेषण तथा श्वसन क्रिया की तुलना संक्षेप में करें।

7. Briefly compare the processes Photosynthesis and Respiration.

८. तनों तथा पत्तों के मुख्य कार्यों का उल्लेख करें।

8. Write down the important functions of stem and leaf.

९. वृद्धि का क्या अर्थ है? लम्बाई में वृद्धि नापने के किसी प्रयोग का उल्लेख करें।

9. What is growth ? Describe an experiment to measure the rate of growth in length.

छठा अध्याय

औतिकी

(Histology)

सजीवों का शरीर कोशिकाओं से बना होता है। समान कार्य तथा बनावट की कोशिकाओं को ऊतक (Tissues) कहते हैं। ऊतकों को समझने के पहले सजीव कोशिका की बनावट तथा उसमें पायेजानेवाले पदार्थों का ज्ञान आवश्यक है।

पौधे की कोशिका की बनावट—इसमें निम्नलिखित भाग पाये जाते हैं—

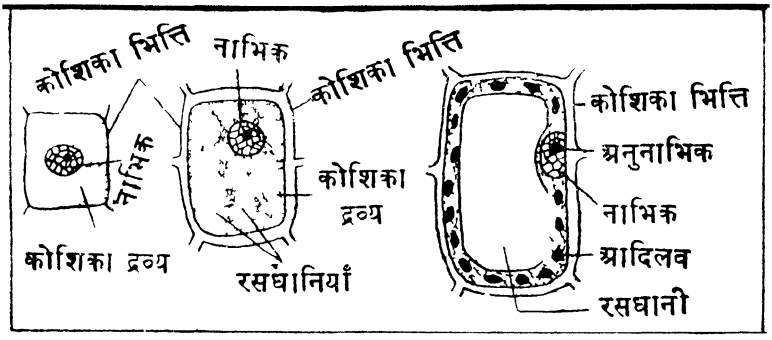
(१) कोशा-भित्ति (Cell-Wall)—यह मुख्यत: सेलुलोज नामक पदार्थ का बना होता है। यह जीव-द्रव्य की बाहरी आघात से रक्षा करता है।

(२) कोशिका द्रव्य (Cytoplasm)—यह तरल तथा गैसीय पदार्थों से बना हुआ निरंग, झागिल (foamy), दानादार (granular) तथा जटिल (Complex) पदार्थ है। यह जीवन का भौतिक आधार है।

(३) नाभिक या न्यष्टि (Nucleus)—यह कोशिका-द्रव्य से अधिक गाढ़ा तथा इससे घिरा रहता है। कोशिका की सारी क्रियाओं का नियंत्रण इसी के द्वारा होता है। यह विशेषत: एक विशेष प्रकार के प्रोटीन क्रोमेटिन से बनी होती है।

इसमें धागे की तरह पतले तथा लम्बे पित्र्यसूत्र (Chromosomes) होते हैं। पैतृक गुणों का वाहन इन्हीं के द्वारा होता है। पुष्पधारी पौधों में अधिकतर

एक कोशिका मे एक नाभिक होती है। लेकिन फफूँदी तथा शैवालो की कोशाएँ बहुनाभिक (Multinucleate) होती है।



(अ) (ब) (स)

चित्र ६२—पादप कोशिका की बनावट

(अ) नवजात छोटी कोशिका, (ब) कोशिका रस मे रसधानियो की उत्पत्ति, (स) बडी रसधानीवाली वयस्क कोशिका।

(४) **नाभिक आवरण** (Nuclear membrane)—यह नाभिक का आवरण है। इसके भीतर नाभिकीय द्रव्य (Nucleoplasm) होता है।

(५) **अणु नाभिक** (Nucleolus)—नाभिक के भीतर अधिक ठोस एक या एक से अधिक संरचना पायी जाती है। नई कोशिकाओ के निर्माण मे नाभिक का महत्वपूर्ण हाथ है। पित्र्यगुणो का वाहन तथा प्रजनन भी इन्ही के द्वारा होता है।

(६) **रसधानियाँ** (Vacuoles)—नवजात कोशिकाओ मे कोशिका-द्रव्य पूरी कोशिका को भरे रहता है। जैसे-जैसे इनका आकार बढता है, इसमे खाली स्थान छूट जाते है, क्योकि जितनी तेजी से कोशिका-भित्ति बढती है, उतनी तेजी से कोशिका-द्रव्य का निर्माण नही होता। इन्ही खाली स्थानो को रसधानी कहते है। वयस्क कोशिकाओ में छोटी रसधानियाँ मिलकर एक बड़ी रसधानी बनाती है। इनमे कोशिका-रस (Cell-sap) भरा रहता है, जो कार्बनिक अम्लो तथा खनिज लवणों का घोल है।

(७) **आदिलव** (Plastids)—नाभिक के अलावा कोशिका-द्रव्य में छोटे-छोटे जीवित कण पाये जाते है, जिन्हें आदिलव कहते है। इनका निर्माण

नाभिक की तरह स्वयं नहीं, वरन् पूर्व आदिलवों से होता है। ये तीन प्रकार के होते हैं :—

(अ) हरिमकणक (Chloroplast)—जो एक रंग द्रव्य से बना है, जिसे पर्णहरिम (Chlorophyll) कहा जाता है। पौधों का हरा रंग इन्हीं के कारण होता है। प्रकाश-संश्लेषण के आवश्यक कारकों मे यह एक है।

(ब) रंगकणक (Chromoplast)—यह पुष्पों के दल या अन्य रंगीन भागों में पाया जाता है।

(स) श्वेतकणक—ये रंगहीन होते है तथा भूमिगत भागो में पाये जाते है।

प्राणी तथा वनस्पति-कोशिकाओं में अन्तर

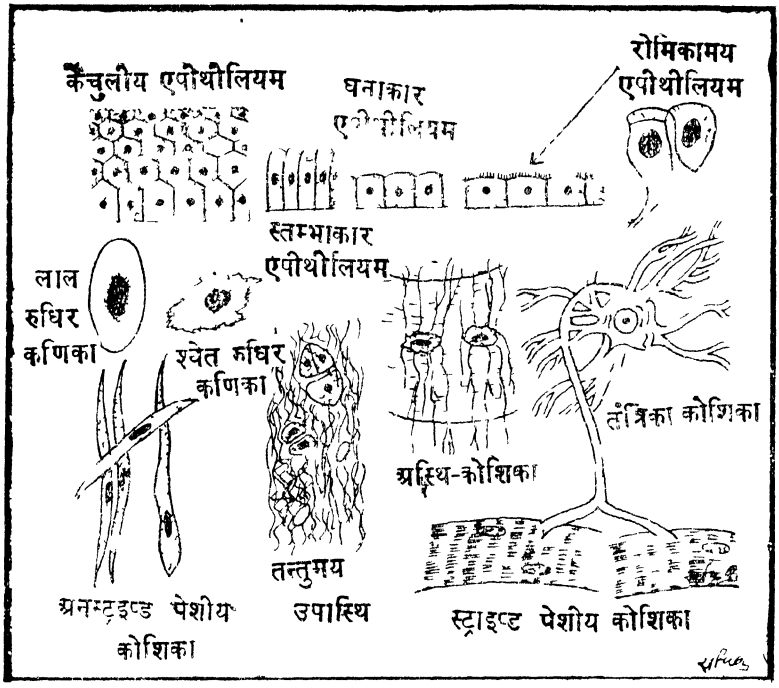
यों तो मोटे तौर पर प्राणी-कोशिकाएँ भी पौधों की कोशिका की भाँति होती है, लेकिन ये कुछ बातों में उनसे भिन्न है। इन्हें सारणिक रूप में नीचे देखें—

पौधे की कोशिका	जन्तु की कोशिका
१. सदैव स्पष्ट कोशिका-भित्ति से घिरी होती है।	१. इसमें भित्ति नहीं वरन् एक आवरण होता है, जो कोशिका-द्रव्य का बना होता है और सेलूलोज उसमें नहीं होता है।
२. इसमें सेन्ट्रोजोम, कौण्ड्रियोजोम तथा गोल्जी बडीज वगैरह नहीं पाये जाते।	२. इसमें ये सभी पाये जाते है।
३. इसमें आदिलव हमेशा होते है।	३. इसमें आदिलव नहीं होते।

विभिन्न प्रकार के ऊत्तक
(Different kinds of tissues)

प्राणियों में पाये जानेवाले ऊत्तकों को चित्र में देखें। त्वचा, मुख-गह्वर, रक्त, हड्डी तथा मांसपेशियों में पायी जानेवाली ऊत्तकों को देखें। केचुलीय एपीथीलियम शरीर के चर्म के बाहरी स्तर में पाये जाते हैं, स्तम्भाकार आंत की

भीतरी सतह में, घनाकार यकृत में तथा रोमिकामय वृक्क (Kidney) की नलिकाओं में पाये जाते है। श्वेत तथा लाल रक्त कोशिकाएँ खून के ऊतक में पायी जाती हैं। मांसपेशी में पाये जानेवाले ऊतक स्ट्राइप्ड या अनस्ट्राइप्ड होते है। तन्तुमय ऊतक उपास्थि (Cartilage) मे तथा अस्थि ऊतक



चित्र ६३— विभिन्न प्रकार की प्राणी-कोशिकाएँ

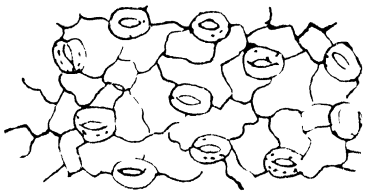
अस्थियो (Bones) मे पाये जाते है। तंत्रिका कोशिकाएँ स्नायविक भागो में पायी जाती है। इन्हे चित्र द्वारा समझे। पौधो मे पाये जानेवाले ऊतको का अध्ययन तने तथा मूल की आयाम-काटो से करे।

तने, मूल तथा पत्तों की आन्तरिक रचना

तने की भीतरी बनावट के अध्ययन के लिए द्विबीजपत्री तने की काट काटें और उसे अणवीक्ष में देखें। काट के लिए सूर्यमुखी या जेन्थियम

(Xanthium) के तने लें। उनमें निम्नलिखित ऊतक पायेंगे—(देखें चित्र ६५)।

१. वाह्य त्वचा (Epidermis)—यह कोशिकाओं का सबसे बाहरी स्तर है। ये कोशाएँ मृदूतक (Parenchyma) है। आयाम काट मे ये एक दूसरी से सटी हुई तथा चिपटी मालूम पड़ती है। इनमें कई रंध्र भी पाये जाते है। प्रत्येक रंध्र के दोनो ओर दो द्वार-कोशिकाएँ होती है।



चित्र ६४—वाह्य त्वचा का तल दृश्य

२. स्थूलकोणक (Collenchyma)—यह भी मृदूतक ही है, लेकिन कोशाएँ गोल न होकर कोणीय होती है, तथा कोणो पर स्थूलन होता है। वाह्य-त्वचा के ठीक नीचे होने के कारण इसे अधोत्वचा (Hypodermis) भी कहते है।

३. दृढ़ोतक (Sclerenchyma)—कोशा-भित्ति दृढ़ तथा मोटी होती है।

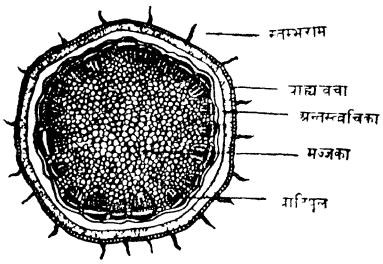
४. अंतस्त्वचा (Eudodermis)—कोशाएँ ढोल की तरह होती हैं तथा उनकी त्रिज्यक भित्ति (Radial wall) के मध्य में स्थूलन होता है।

वाह्यत्वचा तथा अन्तस्त्वचा के बीच के स्तरो को अंतस्त्वचिका (Cortex) कहते है।

५. वाहिनी बंडल के ऊतक (Tissues of the vascular bundles)—वाहिनी बंडल विशेष प्रकार के ऊतको से बने होते है तथा अंडाकार होते हैं। चौड़ा भाग परिधि की ओर तथा पतला भाग केन्द्र की ओर होता है। वाहिनी वडल वलय (Ring) में स्थित है। इनके निम्नलिखित भाग है। **फ्लोयेम** तने की परिधि की ओर होते है। इनका काम पकाये हुए भोजन को शरीर के भिन्न भागों मे पहुँचाना है।

(ब) दारु (Xylem cells)—केन्द्र की ओर पाये जाते हैं। भित्ति मोटी तथा आकार गोल होता है। ये साधारणतया पुरानी होने पर निर्जीव

हो जाती है। अनुदारु परिधि की ओर और आदि दारु केन्द्र की ओर होते है। आदि दारु की कोशाएँ छोटी तथा अनुदारु की बडी होती हैं।



द्विबीजपत्री तने का आयाम कार

चित्र ६१

(स) एधा (Cambium)—फ्लोयेम तथा जाइलेम के बीच प्रविभाजी काशिकाओ की एक पट्टी होती है। ये आयताकार होती हैं। इन्ही काशाओ के कारण पेडो की मोटाई बढ़ती है। काष्ठ का निर्माण इन्ही द्वारा हाता है, जिससे लकड़ी के अनेक प्रकार के सामान बनते है।

६. **मज्जका या मेड़यूला**—यह तने का मध्य या केन्द्रीय भाग है, जो मृदूतको से बना होता है।

७—मज्जका की ऊतक आयाम काट मे वाहिनी वंडलो के बीच किरणो की तरह छिटकते हुए प्रतीत होते है। इसलिए इन्हे मध्यक रश्मि (Medullary ray) कहते है। सभी ऊतको की शकल का वर्णन आयाम काट मे किया गया है।

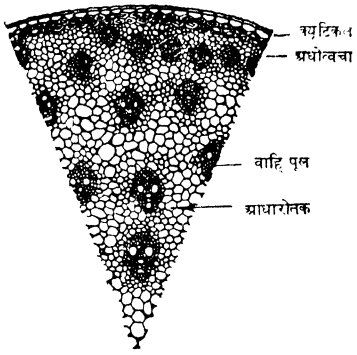
एकबीजपत्री पौधे के तने की भीतरी बनावट

इसके लिए किसी एक सामान्य बीजपत्र पौधे के तने की आयाम काट काट लें। मक्के, सतावर या दूब का तना इस कार्य के लिए उत्तम है। मक्के के तने की आयाम-काट मे निम्नलिखित ऊतक पाये जाते है :—

१. **वाह्य त्वचा** (Epidermis)—यह सबसे बाहर का स्तर है। यह मृदूतक है। इसके ऊपर वाह्य चर्म (Cuticle) होता है।

२. **दृढ़ोतकीय स्तर** (Sclerenchymatous layer)—इसे अधः-त्वचा (Hypodermis) भी कहते हैं। इसमें दो-तीन दृढ़ोतकीय स्तर होते हैं।

३. आधारीय ऊतक—वाहिनी वंडलों को छोड़कर दृढ़ोतकीय स्तर के भीतर मृदूतक पाया जाता है, जिसे आधारीय ऊतक कहते है। इसमें अन्तर कोशिकीय स्थान काफी रहता है।



एकबीजी तने का आयाम काट

चित्र ६६

४. वाहिनी वंडल—ये सूर्यमुखी के वंडलों से कुछ भिन्न है। ये वलय में न होकर अनियमित रूप से चारों ओर विखरे रहते हैं। इनको संख्या भी अधिक होती है। ये वंडल परिधि की ओर छोटे होते जाते है और केन्द्र की ओर बड़े। प्रत्येक वंडल दृढ़ोतकीय कोशिकाओं से घिरा रहता है। इन वंडलों में एधा नहीं होते। दारु अंग्रेजी के "y" अक्षर की भाँति दीख पड़ता है। अनुदारु y के दोनों बाँहों की ओर तथा आदि दारु y की पूँछ की तरफ होता है। फ्लोयेम y के दोनों बाँहों के बीच में होता है। आदिदारु में एक जल विवर (Water Cavity) पाया जाता है।

५. मज्जका (Pith or Medulla)—एकबीजपत्रकों में स्पष्ट मज्जका नहीं होती।

द्विबीजपत्रक तथा एकबीजपत्रक तनों में अन्तर

द्विबीजपत्रक तना	एकबीजपत्रक तना
१. वाह्य-त्वचा के नीचे अन्तस्त्वचिका (Cortex) होती है।	१. उनमे अन्तस्त्वचिका स्पष्ट नहीं होती।
२. वंडलों के बाहर फ्लोयेम, मध्य में एधा तथा भीतर में दारु होते हैं। अतः, ये वंडल खुले (open) होते हैं।	२. वंडलो म एधा नही होता। अतः, ये बन्द (closed) कहलाते है। दारु y के बाँहो पर तथा फ्लोयेम उसके बीच मे होता है। आदि दारु मे जल-विवर (Water Cavity) होता है।
३. वंडल वलय में होते है।	३. वंडल विखरे होते हैं।
४. वंडल अंडाकार होते हे तथा इनके चौड़े भाग परिधि की ओर होते हैं।	४. वंडल वर्तुलाकार होते है।
५. वंडलों के बाहर मध्य परिचक्र (Pericycle) की एक पट्टी होती है।	५. वंडल मध्य परिचक्र से घिरे रहते है।

मूलों की आन्तरिक रचना

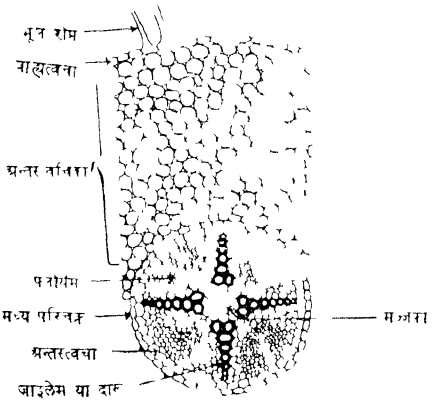
मूलो में द्विबीजपत्रक तथा एकपत्रक दोनो की आयाम काट काटें और उनका अध्ययन करे। द्विबीजपत्री मूलो क निम्नलिखित भाग है :—

१. वाह्य मूल-त्वचा (Epiblema)—मूल की वाह्यत्वचा को वाह्य मूल--त्वचा कहते है। इस स्तर की कुछ कोशाएँ मूल रोमो मे परिणत हो जाती हैं।

२. अन्तस्त्वचिका (Cortex)—यह मूल वाह्य त्वचा के नीचे कई स्तरों की होती है। कोशाओ के बीच खाली स्थान होता है।

३. अन्तस्त्वचा (Endodermis)—यह अन्तस्त्वचिका का सबसे भीतरी या आखिरी स्तर है। कोशाओ की बनावट तने की अन्तस्त्वचा की तरह होती है।

४. वाहिनी वंडल—इनमे दारु तथा फ्लायेम एक ही त्रिज्या मे नही, वरन् अलग-अलग होते है। यहाँ इनकी सजावट त्रिजयक (Radial) होती है। आदिदारु परिधि की ओर तथा अनुदारु केन्द्र की ओर होते है। वंडलो की संख्या २ से ५ तक होती है।



द्विबीजपत्री मूल का आयाम काट

चित्र ६७

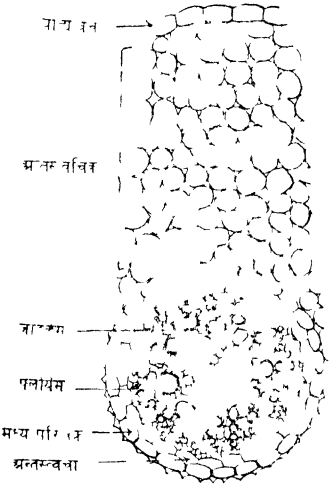
५. मध्य परिचक्र (Pericycle)—अन्तस्त्वचा के भीतर मृदूतक का एक स्तर है।

६. मज्जक कम परिवर्द्धित होता है। (देखे चित्र ६७)।

एकबीजपत्री पौधे का मूल—इसमे ऊतको की सजावट की योजना द्विबीजपत्रक मूल की ही तरह होती है। इसमे वाहिनी वंडलो का सख्या आठ या आठ से अधिक होती है तथा मज्जक विशेष परिवर्द्धित होती है।

पत्ते की औतिकी -

किसी द्विबीजपत्रक के फलक की आयाम काट को अण्वीक्ष में देखें,



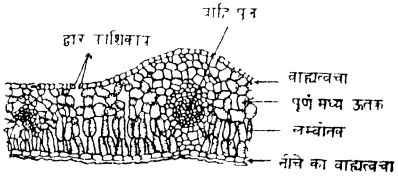
एकबीजपत्री मूल का आयाम काट

चित्र ६८

निम्नलिखित भाग दिखाई पड़ेंगे, (जिसे चित्र ६९ में देखें)। इसमें निम्नलिखित ऊतक दिखाई देंगे :—

१. ऊपर की वाह्य-त्वचा—यह कोशिकाओं की सबसे ऊपरी एक स्तर है। इसके ऊपर वाह्य-चर्म (Cuticle) की एक पतली तह है। इस ऊपरी स्तर पर सूर्य की किरणें प्रत्यक्ष पड़ती हैं, इसलिए स्तर में रन्ध्र (Stomata) नहीं है।

२. मध्यपर्णोति (Mesophyll)—इसमें दो तरह की कोशिकाएँ पायी जाती है। वाह्य-त्वचा के ठीक नीचे लम्ब ऊतक (Palisade) के दो स्तर हैं। ये कोशाएँ मृदूतक के ही प्रकार है, क्योंकि इनकी भित्ति पतली होती है। इसके नीचे स्पंजी मृदूतक होते हैं, जिनमें दो कोशाओं के बीच रिक्त स्थान रहता है।



पृष्ठाक्षीय पत्ते का आयाम काट

चित्र ६९

३. नीचे की वाह्य-त्वचा—यह ऊपर की ही तरह होती है। लेकिन इनमें रन्ध्र होते हैं। प्रत्येक रन्ध्र के दोनो ओर दो द्वार-कोशिकाएँ होती है, जो आवश्यकतानुसार खुलती है। इनके नीचे श्वसन-विवर (Respiratory cavity) होती है।

संक्षिप्त वर्णन—

१. पौधों में पायेजानेवाले विभिन्न ऊतकों के नाम मृदूतक (Parenchyma), स्थूल कोणक (Callenchyma), दृढ़ोतक (Sclerenchyma) तथा वाहिनीक ऊतक (Vascular tissues) है।

२. मृदूतक की भित्ति पतली होती है तथा इसकी लम्बाई-चौड़ाई में कोई विशेष अन्तर नहीं होता। यह तनों की वाह्य-त्वचा तथा मज्जका तथा पत्तों की मध्यपर्णोति में पाया जाता है।

३. दृढ़ोतक बीजपत्रकों के मध्य-परिचक्र (Pericycle) में पाया जाता है। इसकी भित्तियाँ दृढ़ होती हैं।

४. वाहिनीक ऊतकों में दारु तथा फ्लोयेम हैं। ये संवाहन तथा भोजन के वितरण का काम करती हैं।

५. तने के वंडल संयुक्त (Conjoint) होते हैं, अर्थात् दारु तथा फ्लोयेम एक ही त्रिज्या पर होते हैं। द्विपत्रकों के वंडल में एधा होता है, पर एकपत्रकों में नहीं, अर्थात् वंडल क्रमशः खुले तथा बन्द होते हैं।

६. एकबीजपत्रक तनों में वंडल बिखरे होते है और स्पष्ट अन्तस्त्वचिका नहीं होती।

७. द्विबीजपत्रक तनों में वंडल वलय में होते है तथा अन्तस्त्वचिका (Cortex) स्पष्ट होती है।

८. मूल के दारु तथा फ्लोयेम त्रिज्यक (Radial) होते है।

९. द्विबीजपत्रक मूलों में दारु की पट्टियों की संख्या आठ से कम तथा एकबीजपत्रकों में आठ से अधिक होती है। मज्जका क्रमशः अधिक तथा कम होती है।

१०. पत्रों में रन्ध्र होते हैं, जिससे गैसों का आदान-प्रदान होता है। रन्ध्र के नीचे श्वसन विवर (Respiratory Cavity) होती है।

अभ्यास

१. पौधों के विभिन्न ऊतकों की पहचान तथा उनके पाये जानेवाले भागों के नाम बताएं।

1. Describe the diagnostic features and place of occurrence of different kinds of tissues in plants.

२. वाहिनी बंडलों के क्या कार्य हैं ? उनके ऊतकों का वर्णन करें।

2. What are the functions of Vascular bundles ? Describe the different kinds of tissues found therein.

३. किसी तने की आन्तरिक रचना का वर्णन सचित्र करें। एकबीजपत्रक तथा द्विबीजपत्रक तनों की आन्तरिक रचना में क्या भेद है ?

3. Describe diagramatically the internal structure of a stem. What are the differences between the internal structure of a Dicot & Monocot stem.

४. मूल तथा तनों की आन्तरिक रचनाओं में भेद बताएँ।

4. Point out the difference between the internal structure of a stem and a root.

५. एक पृष्ठोत्तरीय फलक की आन्तरिक रचना का सचित्र वर्णन करें। इसकी रचना इसके कार्यों के लिये उपयुक्त है सिद्ध करें।

5. Describe the internal structure of a dorsiventral blade (leaf) as seen in T. S. and prove that there is structural adaptation for the performance of its functions.

६. पत्ते पतले तथा फैले हुए होते हैं, लेकिन तने अधिकांश मोटे तथा गोल ऐसा क्यों ?

6. How is it that leaves are thin and flattened where as stems are thick and cylindrical.

७. एक सजीव कोशिका के विभिन्न भाग तथा उनके कार्य बताएँ।

7. Describe the contents of a living cell and their important functions.

८. जन्तु तथा वनस्पति कोशाओं में क्या अन्तर है ?

8. What are the differences between animal and plant cells.

सातवाँ अध्याय

पौधों के कुछ आर्थिक महत्त्व

पौधों पर ही मानव जीवन आश्रित है। ये हमें खाद्यान्न, दलहन, कन्द-मूल, फल, साग-सब्जी, काष्ठ, रंग, औषधियाँ वगैरह देते हैं। वनस्पति विज्ञान का वह भाग जिसमें पौधों के आर्थिक महत्व का अध्ययन किया जाता है, आर्थिक वनस्पति विज्ञान कहलाता है। इनके आर्थिक महत्वों को नीचे दिया जा रहा है :—

१. हमारा आहार मुख्यत: पौधो से प्राप्त पदार्थ ही है। चावल, गेहूँ तथा अन्य धान्य; मटर, चना तथा अन्य दलहन; आलू, शकरकन्द, कच्चू और ओल जैसी कन्दिल सब्जियाँ, सेव, नासपाती, नारंगी, अंजीर, अखरोट, काजू, मखाना, सिंघाड़ा वगैरह फल तथा साग-सब्जियाँ पौधों से मिलती है।

२. काष्ठ प्रदान करनेवाले पौधे—इनमें शीशम, साल, सागवान, महोगनी, कटहल, महुआ तथा आम वगैरह हैं। हमारे प्रान्त के काष्ठीय पौधों में निम्नलिखित प्रधान हैं :—

(अ) **शीशम**—यह समतल भूमि में विशेषत: उत्तर बिहार में उगता है। इसमें विशेष छाया नहीं होती। इसका पेड़ बीस पच्चीस फुट तक लम्बा होता है। इसकी छाया अधिक नहीं होने से यह खेतों के किनारे उगाया जाता है। इसकी पत्तियाँ खेतों में गिरकर खाद का काम करती है। यह शिम्बीकुल का पौधा है। इसके धड़ को मोटा होने के लिए हर साल शाखाओं को काट देते हैं। इससे पेड़ सीधा बढ़ता है और काष्ठ अच्छी किस्म का होता है।

(ब) **साल** (Shorea robusta)—यह सालकुल (Dipterocarpaceae) का पौधा है। यह दक्षिण बिहार विशेषत:

हजारीबाग की पथरीली भूमि में उगता है। इसका धड़ भी सीधा होता है। यह नेपाल की सीमा पर चम्पारण जिले की सोमेश्वर पहाड़ियो पर भी होता है। इसकी लकड़ी शीशम से अच्छी तथा मजबूत होती है। यह २००० फुट से अधिक ऊँचाईवाली पहाड़ियो पर नही उगता। इसकी लकड़ी से दरवाजे तथा घरो में लगाये जाने के लिये शहतीर बनाये जाते है।

(स) कटहल का पेड़ शीतोष्ण कटिबन्ध मे पाया जाता है। यह फलो के लिए उगाया जाता है। लेकिन इसकी लकड़ी भी पीले रंग की तथा अच्छी होती है। यह अनेक काम मे आती है। इसमें प्रधान धड़ के अलावा शाखाओं में भी काष्ठ होता है। इसका धड़ शीशम या साल से अधिक मोटा होता है। यह समतल भूमि में विशेषत: उत्तर बिहार में उगता है।

(द) आम का पेड़ भी फल के लिए ही उगाया जाता है, लेकिन इसकी लकड़ी भी काम मे आती है। यह भी समतल भूमि मे गंगा की तलहटी में उगता है। इसकी लकड़ी हल्की होती है। अधिकतर इससे तख्ते बनते हैं।

(इ) महुआ अधिकतर दक्षिण बिहार में होता है। इसके बीज से तेल निकलता है, जिसे कोईन का तेल कहते हैं। इसके फूल को सुखाकर उससे देशी शराब बनाते है। यह सपोटेसी (Sapotaceae) कुल का पौधा है। इसकी लकड़ी आम से कुछ अच्छी होती है, जो घर बनाने के काम में आती है।

(ई) नीम का पेड़ अधिकतर छाया के लिए उगाया जाता है। इसकी लकड़ी से कुएँ की जमौटी बनती है। नीम का पेड़ वायु को शुद्ध करनेवाला समझा जाता है। इसकी लकड़ी मे कीड़े नही लगते। बीज से तेल निकलता है, जिसे साबुन बनाने तथा दवाइयों के काम में लाते हैं। इसे मार्गोसा नीम भी कहते है। मार्गो साबुन मे व्यवहार किया जाता है। यह मेलीयेसी (Meliaceae) कुल का पौधा है।

इनके अलावा बहुआरी तथा गम्भार वगैरह की भी लकड़ियाँ अनेक काम में आती है।

३. **वनौषधियाँ**—हमारे देश के जंगल वनौषधियों के भंडार समझे गये है। हिमालय के जंगल इनकी खान हैं। इनमें से कुछ निम्नलिखित पौधे हैं :—

(अ) **वाकस या अरूस** (*Adhatoda vasica*)—यह एकेन्थेसी कुल का एक झाड़ीदार पौधा है। यह गाँवों की झाड़ियों तथा जंगलों में उगता है। इसकी पत्तियाँ केला पकाने के काम में आती हैं। इसकी पत्ती से काढ़ा या अर्क निकलता है, जो कफनाशक है। यह बलगम को निकाल कर खाँसी को आराम करता है। आयुर्वेद में इसके अनेक गुणों का वर्णन किया गया है। एलोपैथिक चिकित्सा में इसके मेल से खाँसी की अनेक दवाइयाँ बनती हैं।

(ब) **सर्पगन्धा या चन्द्र** (*Rauvolfia serpentina*)—इसे बहुत-सी जगहों के लोग साँप के काटने की दवा के रूप में व्यवहार करते हैं, इसलिए इसका नाम सर्पगन्धा है। यह एपोसाइनेसी कुल का एक पौधा है। यह एक वर्षानुवर्षी शाकीय पौधा है। इसकी जड़ों में कुछ अल्काल्वायड (Alkaloids) पाये जाते हैं। अल्काल्वायड वास्तव में दवाइयों की सक्रियता के निर्णायक हैं। अमेरिका में पागलपन तथा मस्तिष्क रोगों की अनेक दवाएँ बनी हैं। इसकी जड़ों का निर्यात अमेरिका में इतनी तेजी से हो रहा था कि इस पर रोक लगानी पड़ी। यह गाँवों के बगीचों, पुराने गढ़ों तथा नदी के किनारे के जंगलों का जंगली पौधा है।

(स) **गुरुच या गिलोय** (*Tinospora cordifolia*)—यह एक लता है, जो पेड़ों पर चढ़ती है। यह जंगली पेड़ों पर तथा झाड़ियों में पायी जाती है। इसकी वायवीय जड़ें पेड़ों से लटकती रहती हैं। जड़े हरी होती हैं तथा प्रकाश-संश्लेषण भी करती हैं। इन जड़ों से अर्क निकलता है, जो ज्वर की दवा है। इसके तनों और पुरानी जड़ों को सुखाकर पन्सारी अपनी दूकानों में बेचते हैं।

(द) **कंघी** (*Abutilon indicum*)—यह मालवेसी कुल का एक जंगली तथा वर्षानुवर्षी शाकीय पौधा है। इसके फूल पीले रंग के होते हैं। इसके फल में कंघी की तरह के दाँत होते हैं। इसलिए इस पौधे को कंघी या कंघिया कहते हैं। इसकी जड़ें श्वेत कुष्ट की

दवा है। इसकी ताजी जड़ों को पीसकर ताजे मधु तथा चलमुंगड़ा के तेल में मिलाकर मलहम बनाते हैं, जिसे लगाने से चरक (Leucoderma) या सफेद कोढ़ आराम होता है।

(य) **घृतकुमारिका या घेकुआर** (*Aloe vera*)—यह लीलीयेसी कुल का एक शुष्कोद्भिद है। यह झाड़ियों में उगनेवाला पौधा है। इसकी पत्तियाँ मांसल (Fleshy) होती है। इनको तोड़ने से एक लसलसा पदार्थ निकलता है, जिनमें कई-एक खनिज तत्व हैं। दवाइयों में इसका व्यवहार करने से उन खनिज तत्त्वों की कमी पूरी हो जाती है। रक्त-स्वल्पता तथा अन्य रोगों में इसका व्यवहार किया जाता है।

(इ) **गुम्मा या श्वेत द्रोण** (*Leucas aspera*)—यह एकवर्षीय तथा शाकीय पौधा है। इसका भ्रमि-युग्म पुष्पक्रम (Verticillaster inflorescence) गोल होता है। इसके फूल तथा पत्तों या तने के रस से अनेक दवाइयाँ बनती हैं। कटे हुए अंगो में खून बन्द करने के लिए इसके रस का व्यवहार करते है। ज्वर के लिए इसके फूलों का व्यवहार होता है।

(ई) **नक्सवमिका या कुचिला** (*Strychnos nuxvomica*)—यह एक छोटा-सा वृक्ष है। इसके फल में "स्ट्रीकनीन" नामक एक अल्कालवायड पाया जाता है। इसे खा लेने से आदमी या दूसरा जानवर मर जाता है। इससे दवाइयाँ भी बनती हैं।

(ह) **बेलाडोना** (*Atropa belladona*)—यह एक धतूर कुल का शाकीय पौधा है। इसमें एट्रोपीन पाया जाता है। इससे आँख की अनेक दवाइयाँ बनती हैं।

धतूर तथा पोस्ता के फलों में भी अनेक दवाइयों के तत्त्व पाये जाते है।

४. कुछ पौधों से जैसे नील, कुसुम, हरसिंगार वगैरह से रंग निकाले जाते हैं।

५. कपास तथा जूट, पटवा, सीजल हेम्प वगैरह के रेशों से कपड़ा तैयार होता है।

पुष्पधारी पौधों के कुछ मुख्य कुल तथा उनका आर्थिक महत्व :—

वनस्पति-जगत में पौधों की लाखों प्रजातियाँ हैं, जिनके वर्गीकरण के बारे में पहले अध्याय में बताया जा चुका है। इनका वर्गीकरण कई दृष्टिकोण से किया गया है। कृषि की दृष्टि से इनको हम दो भागों में बाँट सकते हैं :—

(अ) वन्य (Wild) पौधे जो प्रकृति में स्वयं उगते हैं। इनमें से कुछ तो आर्थिक महत्त्व के हैं, लेकिन अधिकांश तृणको (Weeds) के रूप में उगते हैं।

(ब) वे पौधे जिनकी हम खेती करते हैं, फसलों (Crops) की कोटि में आते है। यों तो केवल पुष्पधारी पौधों के करीब तीन सौ से अधिक कुल हैं और प्रत्येक कुल में कुछ आर्थिक महत्व के पौधे हैं, लेकिन खेती की दृष्टि से इनमे से निम्नलिखित मुख्य हैं :—

शिम्बी कुल (Leguminosae) :—इस कुल के पौधे खेती के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। दलहन के सभी पौधे इसी कुल में आते है। इस कुल की कुछ खास पहचानें निम्नलिखित है :—

(१) इनमें शिम्बी फल पाया जाता है, इसीलिए इस कुल का नाम शिम्बी कुल है।

(२) इनके फूलों के जायांग में सीमान्त जरायु-विन्यास (Marginal-placentation) होता है।

(३) इनकी जड़ों में मूल-ग्रन्थाएँ (Root-nodules) पायी जाती है। ये ग्रन्थाएँ जड़ के फूले हुए भाग है, जिनमें शाकाणु (Bacteria) पाये जाते है। ये शाकाणु वायुमंडल के नाईट्रोजन का स्थिरीकरण कर उसे नाईट्रेट में परिणत कर देते हैं। अतः ये पौधे हमें अन्न ही नहीं देते बल्कि मिट्टी में नाइट्रेट की मात्रा को भी बढ़ाते है। इसीलिए शस्यावर्त्तन (Rotation of crops) में इनका महत्व है।

इस कुल के कुछ सामान्य तथा मुख्य पौधे निम्नलिखित हैं :—

(अ) दलहन के पौधे, जैसे—मटर, मूंग, उड़द, मसूर, चना, बकला वगैरह।

(ग) कुछ पौधे हरी खाद के रूप में व्यवहार किये जाते हैं, जैसे सनई, कुलथी वगैरह।

(घ) कुछ पौधे हमें लकड़ी का बोटा देते हैं, जैसे शीशम और सिरिस।

(च) नील के पौधे से नील निकाला जाता है।

(ब) सोयाबीन के बीज से तेल निकाला जाता है।

(स) सनई (Rattlewort—*Crotalaria juncea*) से सन निकाला जाता है।

२. सूर्यमुखी कुल (Family compositae) :—यह द्विबीजपत्री पौधो का शाकीय (Herbaceous) कुल है। इसकी सबसे मुख्य पहचान इसका **मुण्डक** (Capitulum) पुष्पक्रम है। इसमें फल **सूर्यमुखी फल** (Cypsela), जरायु-विन्यास आधारलग्न तथा वाह्य-दल-पुंज रोमीय होते हैं। इसके कुछ मुख्य पौधो के नाम तथा आर्थिक महत्व निम्नलिखित हैं :—

(अ) कुसुम (Safflower) :—यह रबी के पौधो के साथ बोया जाता है और मार्च में काटा जाता है। इसके बीज से तेल निकाला जाता है और फूल से पीला रंग बनता है।

(द) स्वीट सुलतान, कॉर्न फ्लावर, कॉसमॉस तथा जीनिया जाड़े में सुन्दर फूलों के लिए उद्यानो मे उगाये जाते हे।

(ब) भृंगराज का पौधा दवाई के काम में आता है तथा इससे तेल भी निकलता है।

(स) सल्लाद के पौधो के पत्ते साग के रूप मे व्यवहार किये जाते है।

३. कपास कुल (Malvaceae) :—यह द्विबीजपत्री पौधो का कुल है। आर्थिक दृष्टिकोण से यह भी एक महत्वपूर्ण कुल है। इसकी निम्नलिखित मुख्य पहचानें हैं :—

(१) इसके नवीन अंगो मे एक लसलसा पदार्थ (Mucilage) होता है। (२) पराग-कोश वृक्काकार (Kidney shaped) होता है। (३) जायांग बहुअंडपी तथा युक्ताडपी होता है। (४) पुंकेसर संलग (Adelphous) होते हैं। इस कुल के कुछ प्रधान पौधे निम्नलिखित हैं :—

(अ) भिंडी के फल की तरकारी बनती है।

(ब) पटुआ के रेशे से बोरे बनते हैं।

(स) कुतरूम (Rozelle) के फूल का वाह्य दलपुंज चटनी बनाने के काम में आता है।

(द) गुड़हल (Shoe flower or China Rose) बगीचों में सुन्दर फूल के लिए लगाया जाता है। इसके दलपत्र से जूते को पॉलिस भी बनती है।

४. राजिका या सरसों कुल (Cruciferae) :—

मुख्य पहचान—(१) फल कूटपटीक (Siliqua) होता है (२) शाकीय प्रकृति (३) पुष्प चतुष्भागीय (४) पुमंग चतुर्दीर्घक (Tetradynamous) अर्थात् चार पुंकेसर बड़े तथा दो छोटे होते हैं (५) दलपत्र स्वस्तिकाकार (Cruciform) होते हैं। इस कुल के मुख्य पौधे सरसों, मूली, सलजम वगैरह हैं।

५. धतूर कुल (Salanaceae) :—(१) शाकीय (२) दलपत्र धतूराकार तथा वाह्य दलपत्र घंटिकाकार होता है। (३) जरायु फूला हुआ (४) पुंकेसर दललग्न (Epipetalous) (५) फल कैप्सूल (उदाहरण—धतूर) या बदरी (उदाहरण—बैंगन, टमाटर, रसभरी वगैरह)।

इस कुल के मुख्य पौधे तम्बाकू, टमाटर, आलू, बैंगन धतूर, बेलाडोना वगैरह हैं।

६. धान्य कुल (Gramineae) यह एकबीजपत्री पौधों का कुल है। इसके पत्तों में समानान्तर नाड़ी-विन्यास, बीजों में एक बीजपत्र (Cotyledon) तथा तनों में वाहि-पूल (Vascular bundles) बिखरे होते हैं। द्विबीजपत्रियों में वाहि-पूल वलय में स्थित होते हैं। इस कुल की निम्नलिखित पहचानें हैं—

(१) पुष्पक्रम शूकी (Spike) (२) तने बेलनाकार और अधिकांशतः खोखले होते हैं। (३) फल धान्यफल (Caryopsis) होता है। जिसे हमलोग साधारण बोलचाल में बीज कहते हैं, वह वास्तव में फल है। (४) फूल काफी छोटे तथा उनमें रक्षात्मक चक्र नहीं होते हैं।

इस कुल के कुछ प्रधान पौधे तथा उनके आर्थिक महत्व नीचे दिये जाते हैं।

(अ) शस्य (Cereals) से प्राप्त अन्न हमारे भोजन के मुख्य अंग है। शस्यों में धान, मकई, गेहूँ, जौ तथा जई प्रधान हैं। दुनिया के अधिकांश मनुष्य इन्हीं फसलों पर जीते हैं।

(इ) सेवई तथा अन्य प्रकार की घास कागज बनाने के काम में आती हैं।

(द) कास, बाँस तथा अन्य प्रकार के पौधे झोपड़ी तथा घर की छान बनाने के काम में आते हैं। बाँस से टोकरी तथा गृह-कार्य की अनेक वस्तुएं बनती हैं।

(ब) रूसा घास से रूसा तेल बनता है, जो दवा के काम में आता है।

(स) खस की जड़ों से खस की टट्टी बनती है तथा इससे सुगन्धित तेल भी निकलता है।

हमारी फसल

हमारा देश एक कृषि-प्रधान देश है। आर्थिक उन्नति के लिए खेती का विकास आवश्यक है। खेती के लिए मिट्टी की पहचान, उत्तम बीज, उत्तम खाद तथा फसलों का आवर्त्तन आवश्यक है। टिड्डी तथा हानिकारक कीड़ों से फसलों की रक्षा भी कृषि का एक प्रधान अंग है। कुछ फसलों की खेती के बारे में नीचे दिया जा रहा है।

धान (Paddy)

भारतवर्ष में उपजाये जानेवाले खाद्यान्नों में धान मुख्य है। भारत के अलावा चीन और बर्मा में इसकी खेती होती है। दुनिया की आधी से अधिक आबादी चावल पर ही निर्भर करती है। इसकी खेती दुनिया के शीतोष्ण भागों में होती है। इसकी खेती के लिए पंकवाली मिट्टी या अधिक चिकनी केवाल मिट्टी (heavy loam) उपयुक्त है।

इस खेती के लिए सबसे पहले बीजों का चुनाव करना पड़ता है। बीज शुद्ध और स्वस्थ होने चाहिए। शुद्धता के लिए इस बात का ध्यान रखना पड़ता है कि दूसरी किस्म के धान के बीजों का मिश्रण न हो। स्वस्थ बीज चुनने के लिए बीज को खेतों में देने के पहले पानी से भरे नाद में डाल देते हैं। अस्वस्थ बीज हल्के होने के कारण ऊपर आ जाते हैं और उन्हें छानकर निकाल देते हैं। मई और जून के महीनों में किसान वर्षा होने पर या सिंचाई से जल प्राप्त कर इन्हें बीचड़ों (क्यारियों) में बो देते हैं। इसे "बीज गिराना" कहते हैं। धान के खेतों को किसान जोतकर तैयार रखते हैं। वर्षा होने के

बाद जब खेतों में पानी लग जाता है, तब उसे पुनः जोतते हैं जिसे "कादा निकालना" या लेई लगाना कहते हैं। बीचड़ों से धान के नन्हें पौधों को सावधानी से उखाड़ा जाता है, ताकि उनकी जड़ें टूटने न पावें और वे जड़ों सहित उखड़ आवें। जड़ें आसानी से निकल आवें इसके लिए बीज गिराने के पहले ही बीचड़ो की मिट्टी को खूब जोतते हैं, जिसे मिट्टी को हल्का करना कहते हैं।

लेई लगाने के चौबीस घंटे के भीतर बीचड़ों को छः से लेकर आठ इञ्च की दूरी पर जमीन में गाड़ देते है। एक जगह दो से पाँच बीचड़ों को एक में मिलाकर रोपते हैं। इसे धान का रोपा कहते हैं। धान की रोपनी जून-जुलाई से लेकर अगस्त-सितम्बर तक होती है। रोपनी के बाद खेतों में पानी रोक दिया जाता है। धान के बीचड़ों को तैयार होने में चार से छः सप्ताह समय लगता है तथा रोपनी के बाद फसल को तैयार होने में बारह-चौदह सप्ताह लगते हैं।

रोपनी के बाद इस बात का हमेशा ध्यान रक्खा जाता है कि खेत का पानी कभी न सूखे। पौधों की ऊँचाई खेत की उर्वराशक्ति तथा बीज की किस्म पर निर्भर है। धान के पौधे छः-सात फुट तक ऊँचे हो सकते है। अक्टूबर-नवम्बर तक इसका पुष्पक्रम निकल आता है। इस समय पौधे अपनी वृद्धि की चरम सीमा पर रहते हैं। परागण तथा निषेचन के बाद फूल दानों में तथा पुष्पक्रम धान की बाली में परिणत हो जाते हैं। इसके बाद पत्ते सूखने लगते हैं। धान की कटनी दिसम्बर या अगहन के महीने में होती है, इसीलिए इस फसल को अगहनी भी कहते है।

वावग तथा रोप धान—बड़े तथा गहरे चवरों (खेतों) में वर्षा आरम्भ होते ही पानी की गहराई इतनी अधिक हो जाती है कि रोपनी करना मुश्किल होता है। ऐसे खेतों वा चवरों में मार्च के ही महीने में खेतों में सीधे बीज बो देते हैं। इन्हें बीचड़े नहीं बनाते। यदि पौधे घने निकलते है, तो उन्हे वाछ दिया जाता है अर्थात् पौधों के बीच की दूरी को कुछ पौधों को उखाड़ कर बढ़ा देते हैं। धान बोने की इस विधि को छीटान कहते हैं।

भदई धान—बंगाल या पूर्णिया के कुछ भागों में वर्षा ऋतु कुछ पहले ही आरम्भ हो जाती है। इसलिए यहाँ पर मई में ही धान की खेती आरम्भ हो जाती है तथा जुलाई-अगस्त तक तैयार हो जाती है। अतः यह भादों में काट लिया जाता है। इसलिए इस धान को भदई धान कहते हैं।

भदई के कट जाने पर पुनः उस खेत में अगहनी रोप देते हैं। अतः एक ही खेत में धान की दो फसलें निकल आती हैं। बिहार में मुख्यतः अगहनी की खेती होती है। भदई की भी कुछ खेती होती है जिसे "सारो धान" कहते हैं। धान का वैज्ञानिक नाम (*Oryza sativa*) है। इसकी अनेक किस्में (Varieties) हैं, जिनका गुण तथा आकार प्रकार अलग-अलग है। धान की किस्मों में लॉजी, सेल्हा, कटारीभोग, बासमती, मेधी, कलमी, तुलसीभोग, लक्ष्मीविलास, पानी कमला, श्यामजीरा और केसौर मुख्य है। श्यामजीरा तथा बासमती का चावल बहुत महीन दाने का होता है। इसे भात के अलावा खीर तथा पुलाव बनाने के काम में लाते हैं। इस चावल में सुगन्ध होती है।

जापानी ढंग से धान की खेती—इस खेती में कुछ मौलिक विशेषता है। इसमें बिचड़े ऐसी नर्सरी मे गिराये जाते है, जिसकी सतह कुछ ऊँची हो। इसमे गोबर तथा कम्पोष्ट वगैरह की खाद देते हैं। बिचड़े कतार में रोपे जाते हैं, ताकि निकौनी में काफी आसानी हो सके। रोपने के पहले खेतों में हरी खाद देकर उसे अच्छी तरह सड़ा देते हैं। इस विधि से अपेक्षाकृत बीज कम लगता है तथा उपज काफी होती है।

धान के कीड़े (Rice pests)—धान के कीड़ों में, गंधी तथा टिड्डा (Rice grasshopper) प्रधान हैं। गंधी कीड़े से एक प्रकार की गंध आती है, इसीलिए इसे गंधी कहते हैं। दाना तैयार होने के पहले ही गंधी रस चूस लेता है और समूचा पुष्पक्रम इसी तरह खड़ा और उजला हो जाता है। इससे बचने के लिए ऐसा धान बोना चाहिए, जिसमे पुष्पक्रम के निकलने के पहले ही दूध बननेवाली अवस्था बीत जाय।

टिड्डा के बच्चे और तरुण दोनों ही पौधो को खा जाते हैं। केवल डंठल शेष रह जाता है। ये जमीन में अंडे देते है। इनसे बचने के लिए आसपास के घासफूस को नष्ट कर देना चाहिए तथा खेत को गर्मी में मिट्टी पलटनेवाले हल से जोत देना चाहिए ताकि अंडे मर जायँ। रात में खेत के पास आग जलाने से भी खेत के कीड़े आकर मर जाते हे। ये कीड़े जाल मे भी पकड़कर मारे जाते हैं।

गेहूँ की खेती

खाद्यानों में हमारे देश के लिए धान के बाद इसी का स्थान आता है। धान का उत्पत्ति-केन्द्र चीन तथा गेहूँ का एशिया-माइनर है। इसके लिए शीतल जलवायु, थोड़ी वर्षा तथा मुलायम मिट्टी की आवश्यकता होती है।

पंजाब तथा उत्तर प्रदेश में इसकी खेती सबसे अधिक होती है। हमारे प्रान्त में इसकी खेती, उत्तरी बिहार में होती है। इसकी उपज बाँगर मिट्टी (Clayey soil) में होती है, जिसमें बालू की अपेक्षा चिकनी मिट्टी की मात्रा अधिक होती है। इस मिट्टी में पानी पचाने की क्षमता मध्यम से कुछ अधिक होती है। गंगा-सिन्धु के मैदान में इस तरह की मिट्टी पायी जाती है, जहाँ इसकी खेती प्रचुर मात्रा में की जाती है।

अक्टूबर-नवम्बर के महीनों तक खेत जोतकर तैयार रखते हैं। इसके लिए काफी जुताई करके मिट्टी को खूब हल्की करना पड़ता है। गेहूँ जाड़ा आरम्भ होते ही बोया जाता है। दो सप्ताह के अन्दर नवांकुर निकल आते हैं। अंकुरण के लिए नमी, आक्सिजन तथा उचित तापक्रम आवश्यक है। गेहूँ की खेती में निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना चाहिए :—

१. बीज पुष्ट तथा रोग रहित हों।

२. मिट्टी काफी गहराई तक जोतनी चाहिए, क्योंकि इस पौधे के जड़ और खाद्यान्नों की अपेक्षा गहराई तक जाती है।

३. गेहूँ बोने के पहले मूँग, कुलथी, जौ या ज्वार बोना चाहिए ताकि वे मिट्टी की गहराई के पोषकतत्वों को न ले सकें। अतः गेहूँ की खेती लिए फसलों का आवर्त्तन होना चाहिए। इसकी जड़ें मिट्टी की निचली तह (Sub-soil) से खाद लेती हैं।

४. गेहूँ की खेती के लिए नाइट्रोजन युक्त खाद की जरूरत होती है, जिसमें एमोनियम सल्फेट तथा पोटाशियम नाइट्रेट मुख्य हैं। इस खाद को डेढ़ मन प्रति एकड़ के हिसाब से देना चाहिए।

५. जाड़ा आरम्भ होने के पहले बीज जमीन में नहीं डालना चाहिए।

६. वर्षा की कमी हो, तो सिंचाई का प्रबन्ध करना चाहिए।

७. बालें जब खूब पक जाय तब कटनी होनी चाहिए।

धान की तरह इसकी भी कई किस्में होती हैं, जिनमें दुधिया, जमाली, खेरी पीसा, ननवीया और गाना गेहूँ मुख्य हैं।

गेहूँ की फसल के कुछ रोग और उनसे बचाव

गेहूँ की बीमारियों में फफूँदीजनित रोग मुख्य है। गेहूँ का "रस्ट (Rust)" या गेरुआ रोग सबसे प्रधान है। गेरुआ रोग एक फफूँदी पक्सिनिया

ग्रामीनीस (*Puccinia graminis*) द्वारा होता है। इस रोग की रोक-थाम एक राष्ट्रीय प्रश्न है। इसके लिए फफूँदी प्रतिरोधी (Rust resistant) बीजों को ही बोना चाहिए। कुछ फफूँदी नाशक रासायनिक घोलों को रोग-ग्रसित पौधों पर छिड़ककर भी इस रोग को नियंत्रित कर सकते हैं। "कर्नाल बन्ट" (Karnal bunt) इसका दूसरा फफूँदी-जनित रोग है।

गेहूँ मे कृमि रोग (Nematode disease) भी होता है, जो एक कृमि "टाईलेन्कस ट्रीटीसाई" (*Tylenchus tritici*) द्वारा होता है। गेहूँ के सभी रोग बीज के साथ चलते हे। इसलिए, बीज को धूप में सुखाकर साफ कर लेना चाहिए।

मकई

बिहार के सभी जिलों में इसकी खेती होती है। इसके लिए गर्म जलवायु और सूर्य के प्रकाश की आवश्यकता होती है। इसका उत्पत्ति-केन्द्र अमेरिका है, वहीं से इसकी खेती चारों तरफ धीरे-धीरे फैली है। हमारे देश की जलवायु और मिट्टी भिन्न होने के कारण यहाँ का भुट्टा अमेरिका से भिन्न होता है। इसकी खेती के लिए दोमट मिट्टी की जरूरत है, जिसमें बालू की मात्रा कुछ अधिक हो। उत्तरबिहार में इसकी खेती विशेषकर होती हैं। भीठ खेत इसके लिए अधिक उपयुक्त हैं, क्योंकि इनमें कार्बनिक पदार्थ अधिक पाये जाते है।

इसकी खेती के तरीके—रब्बी की फसल के बाद खेतों को जोतकर तैयार रखते हैं। जून के अन्त मे या जुलाई के आरम्भ में वर्षा होते ही बीजो को खेत में डाल देते है। बीज एक-डेढ़ इंच की गहराई तथा डेढ़-दो फुट की दूरी पर डाले जाते हैं। प्रति एकड़ ढ़ाई-तीन सेर बीज लगता है। बोने के एक सप्ताह बाद नवांकुर निकल आते हैं। जब इनमें तीन-चार पत्ते निकल आते है, तब पहली निकौनी होती है। निकौनी से मिट्टी हल्की हो जाती है और फसल के पौधों के बचाव के लिए घास-फूस निकाल दिये जाते हैं। पौधे जब एक-डेढ़ फुट की ऊँचाई तक आ जाते है, तो दूसरी निकौनी होती है। लगातार वर्षा इस फसल के लिए हानिकारक है। जुलाई के महीनों में भुट्टे निकल आते हैं। भुट्टे के दानों को मकई कहते है। अगस्त के आखिर तक भुट्टे तैयार हो जाते हैं और पत्ते सूखने लगते हैं। इस समय इनकी कटनी की जाती है।

वर्धी रचना (Vegetative structure)—पौधों में धान्य कुल के सभी गुण पाये जाते हैं। इसके तने ठोस होते है और गाँठें स्पष्ट होती हैं। पौधों की लम्बाई चार से लेकर आठ फुट तक होती है। अच्छी फसल में प्रत्येक पौधे में दो या कभी-कभी तीन तक भुट्टे लगते हैं और एक भुट्टे से आधे सेर तक मकई निकल सकती है।

इसमें नर और मादा पुष्पक्रम अलग-अलग होते है। नर पुष्पक्रम शूकियों का समूह (Panicle of spikes) तथा मादा पुष्पक्रम स्थूल-मंजरी (Spadix) होता है। मादा पुष्पक्रम अनेक पृथु पर्णों (Spathes) से ढँका होता है। इसके अग्रक भाग से वर्तिकाएँ दाढ़ी की तरह लटकती रहती है। इसमें वायु-परागण होता है।

खाद—इस फसल के लिए फासफेट, चूना, पोटाश तथा नाइट्रोजन की खादें फायदेमन्द हैं। मवेशी को खाद भी दी जाती है।

खाद्यान्नों में मकई एक प्रधान अन्न है। इसमें स्टार्च प्रचुर मात्रा में होता है। अमेरिका जैसे धनी देशों में यह अधिकतर पशुओं के खिलाने के काम में आता है। लेकिन गरीब देशों में इसे मनुष्य भी खाते हैं। इसके दानों में चर्बी भी होती है, इसलिए अच्छी तरह सिद्ध न होने पर पचाना जरा कठिन है। इसका पौधा मवेशियों का मुख्य भोजन है।

मकई के रोगों में फफूँदी-जनित रोग (Fungal diseases) तथा दैहिक रोग (Physiological diseases) मुख्य हैं।

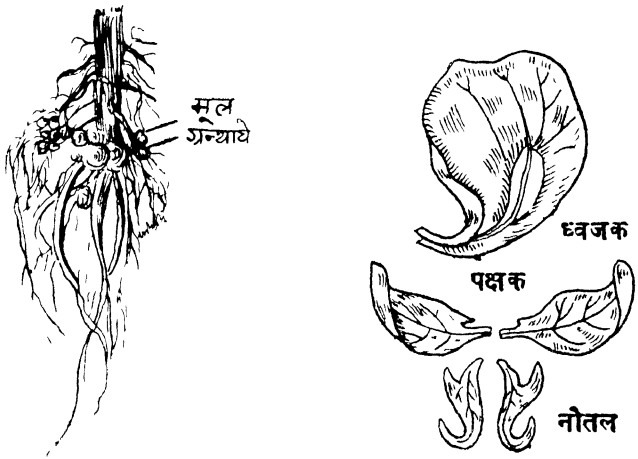
जौ की खेती

हमारे देश में गेहूँ से पहले जौ की खेती की जाती थी। वैदिक युगों में भी जौ का उल्लेख किया गया है। इसकी खेती देश के करीब-करीब सभी भागों में की जाती है। किसी-किसी भाग में जौ की खेती गेहूँ या चने के साथ की जाती है। गेहूँ के साथ बोने से लाभ यह है कि गेहूँ उपमिट्टी (Sub soil) से भोजन के तत्त्व लेता है और जौ ऊपरी मिट्टी से। अतः, खेतों की उर्वराशक्ति घटने नहीं पाती। जौ की खेती के लिए हल्की मिट्टी उपयुक्त है। जौ गेहूँ की अपेक्षा पहले बोया जाता है और इसकी कटनी भी कुछ पहले होती है।

इसकी बालें गेहूँ की ही तरह होती हैं, लेकिन इस पौधे के भाग रुखड़े होते हैं। इसकी बालियों में लम्बे और खड़े टुंड़ (शूक) (Awn) होते हैं।

दलहन या शिम्बी (Leguminous) पौधों की खेती

धान्यों के बाद खाद्य-पदार्थों में दलहन का स्थान है। दलहनों में अरहर, चना, मूँग, ऊरद, मटर और मसूर मुख्य हैं। ये सभी पौधे शिम्बीकुल के अगस्त उपकुल (Sub family Papilionaceae) में आते हैं। इनका दलचक्र देखने में तितली की तरह मालूम होता है। इनकी जड़ों में शाकाणु-ग्रंथाएँ होती हैं; जिनमें शाकाणु रहते हैं। ये शाकाणु वायुमण्डल के नाइट्रोजन गैस को लेकर नाइट्रेट लवण में परिवर्तित कर देते हैं। इसलिए दलहन की खेती से खेतों में नाइट्रेट की मात्रा में वृद्धि होती है। इसीलिए फसलों के आवर्त्तन में दलहनों का महत्त्वपूर्ण स्थान है।



(अ) मूलग्रन्थाएँ चित्र ७० (ब) मटर का फूल

अरहर—यह बिहार के प्रधान दलहनों में है। इसकी खेती मई और जून के महीनों में शुरू होती है और इसकी कटनी मार्च के महीनों में। इसके लिए लाल खिरनी मिट्टी (Red loam) सबसे उत्तम है। ऊसर खेतों में इसकी खेती ज्वार के साथ की जाती है।

मूँग—इसकी खेती के लिए भी लाल खिरनी मिट्टी ही उपयुक्त है। दक्षिण बिहार में इसकी खेती ज्वार के साथ की जाती है। यह फसल ऊँची

तथा सूखी भूमि में जून में तथा गीली भूमि में अक्टूबर में शुरू होती है। कटनी क्रमशः सितम्बर और फरवरी महीनों में होती है।

मटर—इस फसल की दो किस्में होती हैं—विलायती तथा देशी मटर। देशी मटर की खेती केवाल या खिरनी मिट्टी में होती है। इसकी कटनी मार्च-अप्रिल में होती है। विलायती मटर की खेती दिसम्बर के महीनों में शुरू होती है और कटनी फरवरी में होती है।

चना—बिहार में इसकी खेती दो प्रकार से होती है। धान के खेत में पानी सूख जाने पर अक्टूबर या नवम्बर के महीनों में आध सेर प्रति कट्ठे के हिसाब से बीज ऐसे ही छींट दिये जाते हैं। बीज डालने के पहले इस बात का खयाल रखना चाहिए कि मिट्टी काफी नम तथा चिपचिपी रहे, ताकि बीज मिट्टी को पकड़ ले और उनका अंकुरण शीघ्र ही हो जाय। खेतों में यदि दरारें पड़ गई हों तो बीजों को छींटने के बाद हाथ से उन्हें दरारों में डाल देते है ताकि दरार की नमी से बीजांकुरण हो सके। ऐसी फसल को छींटा फसल या "पैरा" कहते हैं।

गेहूँ या जौ के साथ खेतों को जोतकर भी इसको बोते हैं। चूंकि इसके बीज खेतों को हल से जोतने के बाद डालते हैं; इसलिए इसे "हलौत या हलफोड़" फसल कहते हैं। कई जगह इसकी खेती गेहूँ या तेलहन के साथ की जाती है। इसके लिए केवाली खिरनी मिट्टी उपयुक्त है। इसकी कटनी मार्च में होती है।

शाक-भाजी (Vegetables) की खेती

खाद्यान्न और दलहनों के अलावे शाक-सब्जी की खेती हमारे देश के लिए प्रमुख है। हमारे प्रान्त की सब्जियों में आलू, गोभी, बैगन, हरी मिरचाई, टमाटर, प्याज, लहसुन, परबल, लौकी, कुम्हड़ा, झींगा, नेनुआ, करैला, मूली, शलजम, चुकन्दर, गाजर, सोआबीन वगैरह मुख्य हैं। ये सभी पौधे पुष्पधारियों के अनेक कुलों में आते हैं।

अधिकांश के तो फल ही खाये जाते हैं लेकिन कुछ पौधों के कन्द, कुछ के पुष्पक्रम, मूल या पत्ते खाये जाते हैं। नीचे प्रधान सब्जियों के नाम, उनके खाद्यांशों की प्रकृति तथा कुल सारणिक रूप में दिये जाते हैं।

क्र० सं०	सब्जियों के नाम	खाद्यांशों की प्रकृति	कुल
१.	आलू (Potato)	स्तम्भ-कन्द (Stem-tuber)	बेंगन कुल (Solanaceae)
२.	शकर-कंद (Sweet-potato)	कन्दिल-मूल (Tuberous-root)	(Convolvulaceae)
३.	मूली (Radish)	तकुं रूप मूसला जड़ (Fusiform-root)	सरसों कुल (Cruciferae)
४.	गाजर (Carrot)	शंकुरूप मूसला जड़ (Conicial-root)	धनियाँ कुल (Umbelliferae)
५.	शलजम (Turnip)	कुम्भीरूप मूसला जड (Napiform-root)	सरसों कुल (Cruciferae)
६.	रतालू (Dioscoria)	कन्दिल-मूल-गुच्छ	रतालू कुल (Dioscoriaceae)
७.	अरवी (कच्चू) या कन्दा	भूमिगत तने का घनकन्द (Corm)	(Araceae)
८.	अदरक तथा हल्दी	तने का प्रकन्द (Rhizome)	(Zingiberaceae)
९.	प्याज (Onion) या लहसुन (Garlic)	तने का बल्ब (Bulb)	(Liliaceae)
१०.	बेंगन (Brinjal)	फल (Fruit)–बदरी (Berry)	बेंगन कुल (Solanaceae)

११.	टमाटर (Tomato)	फल (Fruit)—बदरी (Berry)	बैंगन कुल (Solanaceae)
१२.	हरी मिरचाई	फल (Fruit) — Capsular कैप्सुलर	बैंगन कुल (Solanaceae)
१३.	परवल, लौकी, झींगा, नेनुआ, करैला, खीरा, ककड़ी ।	फल (Fruit) मांसल कुष्माण्ड फल	कुष्माण्ड कुल (Cucurbitaceae)
१४.	भिण्डी (Lady's finger)	फल (Fruit)—(Capsular) कैप्सुलर	कपास कुल (Malvaceae)
१५.	कुतरूम (Rozelle)	मांसल वाह्य दलपुंज	,,
१६.	सेम, कवाछ, बोरा, छीमी वगैरह	शिम्बी फल (Legumes)	शिम्बी कुल (Leguminosal)
१७.	पालक	पत्तियाँ और नरम तने	पालक कुल (Chenopodiaceae)
१८.	गेंधारी और चौलाई शाक	तने और पत्ते	(Amarntaceae)
१९.	पात गोभी	वर्धी कलिका के मांसल पत्र	सरसों कुल (Cruciferae)
२०.	फूल गोभी	तरुण पुष्पक्रम (Young Inflorescence)	,,

सब्जी-उत्पादन के लिए उपयुक्त मिट्टियाँ

सब्जी उत्पादन के लिए कुछ विशेष आवश्यकताएँ हैं, जिनके अभाव में या मिट्टी उपयुक्त न होने के कारण कृषकों को घाटा उठाना पड़ता है। आवश्यकताएँ निम्नलिखित हैं—(१) उपयुक्त मिट्टी (२) उपयुक्त बीज (३) खाद (४) सिंचाई की व्यवस्था (५) निकाई-गुराई (६) बीमारी तथा कीड़ा का दमन एवं (७) क्रय-विक्रय की सुविधा। इन सभी आवश्यकताओं में उपयुक्त मिट्टी मुख्य है। सब्जी उगाने के पहले मिट्टी की पहचान आवश्यक है। किसान के लिए सम्भव नहीं है कि वह मिट्टी की वैज्ञानिक जाँच कर सके इसलिए उसे चन्द जाँच-पड़ताल के निष्कर्षों पर काम चलाना पड़ता है। साधारणतः सब्जी-उत्पादन के लिए उपयुक्त मिट्टी में निम्नांकित चीजें होनी चाहिए—

(१) बालू के बड़े-बड़े कण १५%, (२) पतला बालू का कण ४०%, (३) चिकनी मिट्टी तथा लोहा का अंश १५% (४) चूना ५%, (५) ह्यूमस अंश तथा पानी १५% (६) पोटाश, सोडा, मैगनिशियम, कार्बोलिक अम्ल गन्धकाम्ल, फौसफोरस, नाइट्रोजन वगैरह उचित मिश्रण में १% । सब्जी-उत्पादन के लिए जमीन में नाइट्रोजन, पोटाश तथा स्फुर तीनों का उचित सम्मिश्रण होना चाहिए। नाइट्रोजन की अधिकता तथा पोटाश और स्फुर के अभाव होने से पौधे भले ही बढ़ें, परन्तु उनमें उचित आकार प्रकार के फूल फल नहीं लग सकेंगे। किसान मोटा-मोटी तौरपर निम्नलिखित ढंग पर अपनी मिट्टी का कुछ ज्ञान प्राप्त कर सकता है—(१) साधारणतः बलुआही और चिकनी मिट्टी का ज्ञान देखने से ही किसान को हो जाता है। जाड़े के दिनों में जमीन पर उजला क्षार जैसी परत पड़ जाती है, जो ऊसर जमीन का द्योतक है। ऊसर जमीन सब्जी के लिए उपयुक्त नहीं। मिट्टी को ऊपर से छह से बारह इंच गहरी खोदकर चार छँटाक मिट्टी लें, इसे धूप में सावधानी से सुखा दें और फिर तौलें। पानी के अंश की कमी हो जाने के कारण इसकी तौल में कमी पड़ जायगी। इससे जमीन में पानी रोककर रखने की शक्ति का अनुमान होगा।

इस मिट्टी को कड़ाही में लाल होने तक गरम करें। इसे ठंढा होने दें और बाद में तौलें। यदि वजन में कमी हो, तो यह अनुमान करते हैं कि जमीन में आंगारिक पदार्थ (Organic matter) है। गर्म करते समय मिट्टी से गंध आवे, तो इससे भी यही अनुमान निकलता है। यदि गंध खराब न हो,

तो समझना चाहिए कि मिट्टी में हरित अंश उपस्थित है। चूना का पता लगाने के लिए गर्म मिट्टी को खूब चूर्ण करके इसके वजन से चार गुना पानी मिलाकर रखना चाहिए, इस पानी में थोड़ा-सा हल्दी का चूर्ण मिलाने पर यदि पानी लाल हो जाय, तो चूना की उपस्थिति का प्रमाण मिल जायगा। लाल रंग की अधिकता या न्यूनता से चूना की उपस्थिति का मात्रिक अन्दाज मिलता है। बालू का अंश मालूम करने के लिए इसी मिट्टी को पानी में मिलाकर लकड़ी से अच्छी तरह घोलना चाहिए। फिर इसके ऊपरवाले पानी को धीरे-धीरे गिराना चाहिए, ताकि कुछ मिट्टी पानी के साथ बाहर निकल जाय और कुछ पेंदे में रह जाय। पेंदे में सटी मिट्टी को बलुआही तथा पानी के साथ निकल जानेवाली मिट्टी को चिकनी समझते है। इस क्रिया को कई बार दुहराते है ताकि अन्त में सिर्फ बालू रह जाय। कुछ सब्जियों की खेती के बारे में नीचे दिया जा रहा है।

आलू की खेती

आलू की खेती बलूही खिरनी (Sandy loam) में होती है। कार्बनिक पदार्थों का अंश मिट्टी में रहे, तो इसे और उत्तम समझा जाता है। इस फसल के लिए सिचाई आवश्यक है। आलू बोने के पहले खेत को चौमास (Fallow) रखते हैं। आलू की खेती में फसलों के आवर्त्तन का सिद्धान्त अपनाया जाय, तो अच्छा हो। खेतों की जुताई गहरी और महीन होनी चाहिए। खेत तैयार होने के बाद छह वर्गफुट की क्यारियाँ बनाई जाती है। आलू के "बीज" चार छह इंच की दूरी पर एक सीध में रख दिये जाते हैं।

दो कतारों के बीच एक फुट का फासला रखते है। इसके बाद बीजों की कतारों पर चार इंच ऊँची मिट्टी खड़ी कर दी जाती है। पन्द्रह दिनों के भीतर पहली सिचाई करनी पड़ती है। दूसरी सिचाई के बाद वायवीय तनों को मिट्टी के नीचे दाब देते हैं ताकि उनमें कन्द लग सकें।

आलू एक वर्धी-प्रजननवाली (Vegetatively propagated) फसल है। इसके बीज नहीं बोये जाते बल्कि आलू, जो तनों का भूमिगत रूपान्तर है, कई टुकड़ों में काट कर बोया जाता है। स्तम्भ-कन्द के टुकड़ों द्वारा इसे उगाया जाता है। पटना और भागलपुर जिलों में आलू की खेती बड़े पैमाने पर होती है। इसका उत्पत्ति-केन्द्र दक्षिणी अमेरिका है। इसकी खेती के लिए ठंढी

जलवायु की आवश्यकता होती है। इसीलिए ऊँचे पहाड़ों पर तथा यूरोप के देशों में इसकी खेती काफी होती है। आलू के रोगों में "लेट-ब्लाईट" "अर्ली-ब्लाईट" और "वलय-गलन (Ring rot)" मुख्य है। पहले दो फफूँदी-जनित तथा तीसरा शाकाणु जनित रोग है। इसके लिए कुछ कीटाणु-नाशक घोलों को पौधों पर छिड़का जाता है। इन घोलों में बोर्डो मिश्रण (Bordeaux mixture) तथा बर्गण्डी मिश्रण (Burgandy mixture) मुख्य है। बोर्डो मिश्रण बनाने के लिए पचास गैलन पानी में तूतिया तथा भड़के हुए चूने ५-५ या ४-४ पौंड दिये जाते है। यह देखा गया है कि ५-५ पचास से तैयार घोल ही उपयागी होता है। नवांकुरों पर छिड़कने के लिए ४-४ पचास का घोल काम में लाना चाहिए। बर्गण्डी मिश्रण भी बोर्डो मिश्रण की ही तरह बनता है। अन्तर केवल इतना ही है कि चूना के जगह कपड़ा धोनेवाला सोडा काम में लाते हैं। १½—३ पैरोनोक्स को १०० गैलन पानी में मिलाकर छिड़कते हैं। पैरोनोक्स, क्यूप्रस आक्साइड के घोल से बना होता है। गंधक या गंधक चूने की धूल-से भी फफूँदी रोग नियन्त्रित किये जाते है।

साग-भाजी की खेती—इस खेती को ओलेरिकल्चर (Olericulture) कहते हैं। फलों की खेती को फलोद्यान या (Pomology) कहते है और फूलों की खेती को पुष्पोद्यान या (Floriculture) कहते हैं। शाकोद्यान (Olericulture) में निम्नलिखित बातों का ध्यान रखा जाता है—

१. जिन बीजों के बीज-चोल मोटे हों, उन्हें पहले ठंढे जल में भिगोकर तब बीचड़ों में बोना चाहिए। बीज बोने के बाद बीचड़ों को पुआल या सूखी पत्ती से ढँक देना चाहिए। बीज कितनी गहराई में बोये जायँ, इसका ध्यान रखना चाहिए।

२. बीचड़ों में कार्बनिक खाद अवश्य देनी चाहिए। मिट्टी बलूही खिरनी होनी चाहिए।

३. बीजों के अंकुरण के बाद पुआल या सूखी पत्ती को हटा देना चाहिए। ऐसा करने से नवांकुरों को प्रकाश-संश्लेषण के लिए उचित प्रकाश मिलता है। बीचड़ों में समय-समय पर पानी छिड़कते रहना चाहिए।

४. जमीन के अन्दर बैठनेवाली सब्जियाँ जैसे—आलू, प्याज, गाजर, मूली, शलजम वगैरह के बीज बीचड़ों में न डालकर सीधे खेत ही में डाले जाते है।

५. बीचड़ों से नवजात पौधों को उखाड़ने के पहले पानी पटा देना चाहिए ताकि उनके साथ काफी जड़ें आ जायँ। ऐसा करने से पौधों के लगने में आसानी होती है।

६. गोभी, टमाटर और आलू की खेती खिरनी मिट्टी में अच्छी होती है। गोभी की खेती में पोटाशियम नाइट्रेट की खाद अवश्य देनी चाहिए।

७. गोभी, शलजम, गाजर और टमाटर में गोबर, राख और जिप्सम बराबर अनुपात में देना चाहिए।

फलों की खेती

फलों में आम, लीची, केला, सेब, अंगूर, नासपाती, अनानास, कटहल वगैरह मुख्य है।

आम—शीतोष्ण कटिबन्ध का फल है। हमारे देश में इसकी सैकड़ों किस्में (Varieties) हैं। हमारे प्रान्त में इसकी खेती मुजफ्फरपुर तथा दरभंगा जिले में काफी होती है। इसकी दो फसलें होती हैं। कुछ आम तो सालों भर फलते हैं, लेकिन कुछ अप्रैल से लेकर जुलाई से अगस्त तक फलते हैं। मिठुआ, मालदह, बम्बई मालदह, कृष्णभोग, सीपिया, शुक्ल आदि कलमी आमों की प्रधान किस्में है। कलमी के अलावे बीजू आम की भी खेती होती है, जो बीजों द्वारा उगाये जाते हैं। बीजू आम की फसल में फल अधिक लगते हैं, लेकिन छोटे होते हैं। इनकी गुठली भी बड़ी होती है।

केला—आर्द्र तथा शीतोष्ण जलवायु का फल है। इसके तने भूमिगत तथा प्रकन्दी (Rhizomatous) होते हैं। मुजफ्फरपुर में इसकी खेती विशेषत: होती है। यह एक प्रकन्द (Rhizome) प्रसारित पौधा है। इसका तथा-कथित तना वास्तव में कूट तना है। यह मुड़े हुए पत्र-वृन्तों के मेल से बनता है। परिपक्व होने पर इसका भूमिगत तना कूट तने के केन्द्र से होकर ऊपर जाकर शीर्ष पर निकलता है और इसके अग्रक भाग में पुष्पक्रम लगता है। पुष्पक्रम स्थूल मंजरी (Spadix) होता है। केले के फल में कैल्सियम के लवणों तथा शर्करों की मात्रा काफी होती है।

लीची—हमारे प्रान्त का एक प्रधान फल है। इसे भी कलम द्वारा तथा बीज से उगाते हैं। इसका खाद्यांश बीजोपांग (Aril) का बढ़ा हुआ भाग है। यह फल भित्ति नहीं, वरन् बीज-कवच का परिवर्द्धित भाग है।

खाद (Manures)

जिस तरह से मनुष्य के लिए संतुलित भोजन की आवश्यकता है, उसी तरह पौधों के लिए भी संतुलित भोजन मिलना चाहिए। ऐसा न होने से पौधे कमजोर और अस्वस्थ हो जाते है। सालो-साल खाद न देने से खेतों की उर्वरा-शक्ति ही का ह्रास नही होता है, वरन् उपजाई गई फसलों मे श्वेतसार, प्रोटीन, तेल, खनिज तथा विटामिन आदि की भी कमी हो जाती है। अतः पैदावार के लिए स्वस्थ और उन्नत बीज के अलावे उत्तम खाद भी आवश्यक है।

खादों के भेद—खादों को मुख्यत: दो भागों में बाँटा गया है—(१) कार्बनिक तथा (२) रासायनिक।

कार्बनिक खाद—ये जीवांश पदार्थों से बनते है और प्राप्ति-साधन के अनुसार कई भागों में बाँटे गये है—

(अ) पशु-जनित खाद—इसमें गोबर, टाउन कम्पोस्ट, सूखे रक्त की खाद, हड्डी का चूर्ण, सूखी मछली की खाद तथा मुर्गीखाने की खाद है।

(ब) पौधा-जनित खाद—इस श्रेणी मे वे खादें आती है, जो पौधों के विभिन्न अंगो से निर्मित होती है। इनको दो उपश्रेणियों में बाँटा गया है।

(i) **हरित खाद**—फसल को उगाकर उन्हें हरी अवस्था में जोतकर मिट्टी के नीचे दबा देते है। इसे हरित खाद डालना (green manuring) कहते हैं। कुछ छीमीदार पौधों का इस काम के लिए व्यवहार करते है, जैसे—सनई, ढैंचा, मेंथ, मूंग, कलाय वगैरह। नाईट्रोजन की मात्रा अधिक होने के कारण कुछ फसलों की हरी पत्तियों को भी हरी खाद के रूप में व्यवहार करते हैं, जैसे—पलास, मदार, करंज वगैरह की पत्तियाँ।

(ii) **खल्ली**—सरसों, अंडी, नीम, बिनौला, महुआ की खल्ली तथा हरी खाद वर्षात् में दी जाती है, ताकि अच्छी तरह सड़कर पौधों को मिल सके।

(स) मिश्रित खाद—इस श्रेणी में वे खादें आती है, जो पौधे तथा पशु-जनित पदार्थों के मिश्रण से बनायी जाती है। खेती के लिए यह केवल गोबर की खाद से अधिक लाभदायक है। केवल गोबर की खाद अधिक मात्रा में फसलों के लिए हानिकारक होती है।

यह खाद गोबर, कूड़ा, घास-पात तथा सड़े हुए पानी के मेल से तैयार की जाती है। इसके लिए २० फुट × १० फुट × १ फुट आकार के गढ़े

बनाकर उसमें कार्बनिक पदार्थ डाले जाते हैं। पहली सतह घास-फूस वगैरह की होती है। इसके ऊपर सड़ानेवाला पदार्थ (Starter) जैसे—गोबर, राख वगैरह दिया जाता है। नमी की कमी हो तो पानी छिड़क देना चाहिए। एक परत के बाद दूसरी, तीसरी परतें भी आवश्यकतानुसार डाली जाती हैं। दो-तीन महीनों के बाद उसे उलट-पुलट देना चाहिए। उलटने के साथ पानी भी छिड़कते रहना चाहिए। यह क्रिया जबतक खाद न तैयार हो जाय, तबतक दुहराई जानी चाहिए। इस गढ़े में करीब ८० मन कम्पोस्ट तैयार होता है, जिसमें एक-डेढ़ आना मन खर्च बैठता है।

रासायनिक खाद—ये खास तौर पर निर्जीव पदार्थों से बनती हैं। इनसे प्रमुख खाद्य-तत्व प्राप्त हो सकते हैं। रासायनिक खादों में निम्नलिखित मुख्य हैं :—

(अ) **नाईट्रोजन पूरक खाद**—इस श्रेणी में वे खाद हैं, जिनसे पौधों को केवल नाईट्रोजन प्राप्त होता है, जैसे—एमोनियम सल्फेट, एमोनियम नाइट्रेट, पोटाशियम नाईट्रेट, कालसियम सिनामाइड, एमोनियम फॉस्फेट इत्यादि।

(ब) **फॉस्फोरस-पूरक खाद**—इनसे पौधों को फास्फोरस मिलता है। उदाहरण—सुपर फॉस्फेट, एमोनियम फॉस्फेट, पोटाशियम फास्फेट, निसीफास, हड्डी का चूर्ण आदि।

(स) **पोटाश-पूरक खाद**—ये पौधों को पोटाश देती हैं। उदाहरण—पोटाशियम सल्फेट, लकड़ी की राख आदि।

रासायनिक खादों से फसलों को शीघ्र लाभ होता है, क्योंकि इनमें खाद्य-तत्वों की प्रचुरता होती है और ये शीघ्र ही पौधों को मिल जाते हैं। मिट्टी की भौतिक दशा में कोई सुधार नहीं होता। कार्बनिक खादों से मिट्टी भुर-भुरी बनी रहती है, जिससे मिट्टी में हवा उचित मात्रा में प्रवेश करती है। कार्बनिक खादों के संयोग के बिना रासायनिक खाद तत्काल भले कुछ लाभ दिखायें, अन्ततोगत्वा लाभदायक नहीं हैं।

रासायनिक खादों के व्यवहार में सावधानी—(१) रासायनिक खाद डालने के पहले उसकी उचित मात्रा का ज्ञान आवश्यक है। इसके अभाव में लाभ के बदले हानि हो सकती है। प्रत्येक फसल के लिए रासायनिक खादों की मात्रा का एक हिसाब है। इसमें कमी-बेशी होने से नुकसान हो सकता है।

२. खाद की आवश्यक मात्रा एक ही बार न डालकर आवश्यकतानुसार फसल लगाने के पहले तथा निकाई, गुड़ाई के समय डालना चाहिए।

३. खाद डालते समय सावधानी रक्खी जाय कि यह पत्ते या डंठलों पर न पड़े, नहीं तो इन्हें हानि पहुँच सकती है।

४. कभी-कभी खाद्य-तत्वों की उपयुक्त मात्रा प्रदान करने के लिए कई रासायनिक खादों को आपस में मिश्रितकर डालते हैं। इसे भी काफी सफलता-पूर्वक करना चाहिए। कुछ मुख्य खादों की तालिका तथा उनमें खाद्य-तत्वों की प्रतिशत मात्रा नीचे दी जाती है—

कार्बनिक खाद

खाद	नाईट्रोजन%	फास्फोरस%	पोटाश%
१. गोबर की सड़ी खाद	०·६०	०·५०	०·३०
२. कम्पोस्ट	०·५०	०·६०	०·३०
३. सरसो की खल्ली	५·२१	१·८४	१·१९
४. अंडी की खल्ली	४·३७	१·८५	१·३९
५. नीम ,, ,,	५·२२	१·०८	१·४८
६. तीसी ,, ,,	५·५६	१·४४	१·२८

रासायनिक खाद

१. एमोनियम सल्फेट	२०·६	—	—
२. सोडियम नाईट्रेट	१५·५	—	—
३. एमोन्यिम फॉस्फेट १३/४६	११·०	४८·०	—
४. ,, ,, २०/२	१६·०	२०·०	—
५. सुपर फॉस्फेट (सिंगल)	—	१८·२०	—
६. ,, ,, (डबल)	—	३९·४५	—
७. निसी फाम	१४	४५	—
८. हड्डी का चूर्ण	३·४	२०·२२	—
९. पोटाशियम सल्फेट	—	—	४८
१०. ,, नाईट्रेट	१३	—	४६

फसलों का एकान्तरण (शस्यावर्त्तन)
(Rotation of crops)

सभी मनुष्यों की प्रकृति तथा भोजन की रुचि एक-सी नहीं होती। उसी प्रकार पौधों की भी हालत है। कुछ पौधे यदि नाइट्रोजन-पूरक खाद अधिक मात्रा में चाहते हैं, तो कुछ को अन्य लवणों की अपेक्षा इसकी कम आवश्यकता

होती है। कुछ पौधों की जड़ें अधिक गहराई तक जाती हैं तथा कुछ की जड़ें कम गहराई तक।

एक खेत में एक ही फसल सालों-साल यदि उपजाई जाय, तो उस मिट्टी में उस पौधे के पोषक-तत्व क्रमशः कम होते जायेंगे और ऐसा समय भी आ सकता है, जब वह खेत उस फसल के लिए पूर्णतः बेकार हो जाय। इस कठिनाई से बचने का एक सहल तरीका यह है कि हर साल फसलों को बदलकर उगाये। इस साल अगर गेहूँ की खेती है, तो अगले साल जौ की या चने की और इस तरह इनको बदलते रहते हैं, ताकि एक फसल को पुनः खेत में उगने का कई वर्षों के बाद मौका मिलता है। इस प्रकार बदल-बदलकर फसलों के उगाने को **फसलों का एकान्तरण** (*Rotation of crops*) या शस्यावर्त्तन कहते हैं।

हमारे देश में धान्यों और छीमीदार फसलों का, तथा फलीदार और कन्दिल फसलों का एकान्तरण किसान अधिकतर करते हैं। शकरकन्द की खेती के बाद अगर उसी खेत में मकई की खेती करते है, तो ऊपज खूब होती है, क्योंकि दोनों को अलग-अलग पोषक-तत्त्वों की आवश्यकताएँ है। मटर, अरहर या अन्य छीमीदार फसलों की खेती के बाद उसी खेत में धान्यों की अच्छी फसल (Bumper crop) होती है। छीमीवाले पौधे मिट्टी में नाइट्रोजन की मात्रा बढ़ा देते हैं, इसलिए इसके बाद ऐसी फसलें, जिन्हें नाईट्रोजन की अधिक आवश्यकता है, खूब उगेंगी।

फसलों के आवर्त्तन में पहले ऐसी फसलें उगायें जिनकी जड़ें कम गहराई तक जायँ तथा उसके बाद अधिक गहराई तक जानेवालों की खेती करें। उदाहरण के लिए जिस खेत में इस साल रब्बी की फसल में गेहूँ बोयें, उसमें अगले साल जौ बोयें। मान लिया किसी किसान के पास छोटे-छोटे खेत है, तो उन्हें तीन श्रेणियों में बाँट देना चाहिए। जाड़े की फसलों में एक श्रेणी के खेतों में आलू या साग-सब्जी तथा दूसरी श्रेणी के खेतों में छीमीदार फसल तथा तीसरी श्रेणी में धान्य बोना चाहिए। इस तरह जिस खेत मे इस साल धान्य है, उसमें तीसरे साल पुनः धान्य की बारी आयेगी।

साग-सब्जी (गोभी)
या
कन्दिल फसल (आलू)
↑ ↓
छीमीवाली फसल←धान्य (गेहूँ, जौ वगैरह)

फसलों के आवर्त्तन से खेतों की उर्वराशक्ति बनी रहती है और उपज अधिक होती है। अतः किसानों को इसका ज्ञान अवश्य होना चाहिए।

संक्षिप्त वर्णन—

१. काष्ठीय पौधों में सीसम, शाल, आम, कटहल, महुआ तथा बहुआरी वगैरह मुख्य हैं।

२. वनौषधियों में गुरूच, वाकस, घृतकुमारिया, बेलाडोना तथा कूचिला वगैरह हैं।

३. धान्य फसलों में धान, गेहूँ, मकई, जौ तथा जई मुख्य हैं।

४. छीमीदार फसलों या दलहनों में अरहर, मटर, चना, उड़द, मसूर तथा मूंग मुख्य हैं।

५. फलों में आम, कटहल, केला तथा लीची मुख्य हैं।

६. साग-सब्जियों में आलू, बैंगन, टमाटर, मूली, सलजम, गाजर, भिंडी, सेम, मटर की छीमी, लौकी, कुम्हड़ा वगैरह मुख्य हैं।

७. छीमीवाले पौधे मिट्टी में नाइट्रेट की मात्रा बढ़ाते हैं। अतः फसलों के एकान्तरण में इनका मुख्य स्थान है।

८. खेतों में ऋतु के अनुसार फसलों को बदल-बदलकर बोने को फसलों का आवर्त्तन (Rotation of crops) कहते हैं। अच्छी उपज के लिए यह अति आवश्यक है।

९. खाद दो तरह की होती है, (१) प्राकृतिक खाद तथा (२) रासायनिक खाद। प्राकृतिक खादों में हरी खाद, मवेशियों का गोबर तथा कूड़े की खाद और कम्पोस्ट है।

१०. रासायनिक खादों में एमोनिया का सल्फेट, फोस्फेट और सुपर फौस्फेट, हड्डी का चूर्ण, निसीफॉस, चीली साल्टपीटर (पोटाशिम नाइट्रेट) वगैरह है।

११. उत्तम बीज, उपयुक्त मिट्टी, खाद, सिंचाई तथा रोगों पर नियंत्रण खेती के लिए आवश्यक हैं।

अभ्यास

१. अपने प्रान्त की तीन धान्य फसलों के नाम बताएँ। प्रत्येक की खेती के बारे में एक संक्षेप टिप्पणी लिखें।

1. Name three important cereal crops of your state and add a brief note on the cultivation of each.

२. धान तथा गेहूँ के मुख्य रोगों तथा उनके नियंत्रण की विधियों का संक्षेप में वर्णन करें।

2. Briefly describe the important diseases of paddy and wheat and the methods of their control.

३. अच्छी उपज के लिए खेतों की जुताई और निकौनी क्यों जरूरी है? इससे फसलों को क्या लाभ है।

3. Ploughing and removal of weeds is neccessary for good yield of crops ? What are its advantages to crops ?

४. अपने प्रान्त के पाँच प्रधान काष्ठ प्रदान करनेवाले पौधों के नाम उल्लेख करें। उनके कुल तथा आर्थिक महत्व का भी जिक्र करें।

4. Name five important timber yielding plants of your state. Assign them to their respective natural orders and point out their economic importance.

५. अपने राज्य में पायी जानेवाली पाँच वनौषधियों के नाम बताएँ; उनके कुल का निर्धारण करें तथा उनका आर्थिक महत्व समझाएँ।

5. Name five medicinal plants of your state. Assign them to their respective families and pointout their economic importance.

६. आलू किस तरह की फसल है? इसकी खेती कैसे की जाती है?

6. In what class of crops do you class potato ? How is this cultivated ?

७. फसलों के आवर्त्तन का क्या तात्पर्य है? इससे क्या लाभ है, सोदाहरण समझाएँ।

7. What do you mean by rotation of crops ? Illustrate the advantages of it.

८. अपने पास-पड़ोस की प्रधान पाँच सब्जियों के नाम बताएँ। उनका कुल-निर्धारण करें तथा उनमें खाद्यांशों की प्रकृति बताएँ।

8. Name five important vegetables of your locality. Assign them to their respective families and mention the morphological nature of edible parts in them.

९. दलहन या छीमीदार पौधे वनस्पतियों के किस कुल में आते हैं ? इस कुल के पाँच आर्थिक महत्व के पौधों के नाम बताएँ। कुल की पहचान कैसे करेंगे ?

9. In which family are leguminous plants included ? Name five plants of economic importance of this family. How do you identify this family.

१०. शस्य या धान्य पुष्पधारियों के किस वर्ग तथा कुल में आते हैं ? इस कुल की मुख्य पहचानों का उल्लेख करें ।

10. In what group and family of Angiosperms are cereals included ? Mention some diagnostic features of this family.

११. मुण्डक पुष्पक्रम पुष्पधारियों के किस कुल में होता है ? इस कुल की पहचान कैसे करेंगे ?

11. In what family of Angiosperms is capitulum inflorescence found ? How do you recognise this family ?

१२. दलहनों की फसल से मिट्टी की उर्वरता का क्या सम्बन्ध है ? ऐसा क्यों होता है समझाएँ ।

12. What is the relation of leguminous crops to fertility of soils ? Explain briefly the cause of this relationship.

आठवाँ अध्याय

प्राणियों का वर्गीकरण तथा कुछ प्रजीवों का अध्ययन

(Classification of animals and study of some Protozoa)

प्राणियों को संरचना और विकास के अनुसार ग्रूप या समुदायों (Phyla) में विभक्त किया गया है। वर्गीकरण की पद्धति मे सामान्य नाम या निवास-स्थान पर जोर नहीं दिया जाता है। प्रॉन (Prawn), कार्प (Carps) या अनेकानेक जलीय जीवों को हम साधारणतया मत्स्य या मछली की श्रेणी में रखते हैं, लेकिन वे सभी मत्स्य नहीं हैं। मछली को रीढ़ होती है, इसलिए उसकी समता झींगा (Prawn) से अधिक मेढक से है। झींगा एक अपृष्ठवंशी (Invertebrate) प्राणी है।

मछली को पूँछें होती हैं, इसलिए फाईलम वरटीब्रेटा के एक वर्ग में आती है, जो मेंढक के वर्ग से भिन्न है। शशक, पंखवाला चमगादड़ और मछली के आकार का ह्वेल सभी को रीढ़ होती है; इसलिए ये एक ही समुदाय (Phylum) में आते हैं। ये एक ही वर्ग मैमेलिया (Mammalia) में आते हैं। यद्यपि इनके निवास-स्थान और जीवन-यापन भिन्न हैं। इन सभी के शरीर में रोएँ होते हैं तथा ये अपने बच्चों को दूध पिलानेवाले प्राणी है। जिन प्राणियों में कशेरूक दंड (Vertebral Column) नहीं होता, उन्हें अपृष्ठवंशी (Invertebrates) कहते हैं।

समस्त एक कोशिकीय जीवों को एक ही समुदाय "प्रोटोजोआ" तथा बहुकोशिकीय जीवों को "मेटाजोआ" में रक्खा गया है। मेटाजोआ को पुनः दो भागों में बाँटा गया है। जिन प्राणियों के शरीर में दो स्तर होते हैं, वे

द्विस्तरी (Diploblastic) तथा तीन स्तरवाले त्रिस्तरीय (Triploblastic) कहलाते हैं। त्रिस्तरीय प्राणियों को पुनः विभक्त किया गया है। जिनमें शरीर-गुहा होती है, उन्हें गुही (Coelomates) तथा जिनमें शरीर-गुहा नहीं होती, उन्हें अगुही (Acoelomates) कहते हैं।

वर्गीकरण का उद्देश्य प्राणि-जगत के विभिन्न प्राणियों में समता तथा आनुवंशिक सम्बन्ध दिखलाना है। प्राणियों के मुख्य समुदाय निम्नलिखित है।

१. प्रजीव: (Protozoa)—इनका शरीर एककोशीय होता है, जिसके अन्दर सभी जीवन-क्रियाएँ होती हैं। इनमें अधिकांश स्वतन्त्रजीवी तथा जलीय है, कुछ परजीवी है तथा कुछ नम भूमि के अन्दर रहते हैं। उदाहरण—अमीबा, मौनोसिसटीस, पारामेसियम, मलेरिया परजीवी वगैरह।

२. रन्ध्रिण: (Porifera)—स्थिर, जलीय तथा अधिकांश समुद्र में रहनेवाले जीव हैं। इनके शरीर के ऊपर अनेक रंध्र या बारीक छेद होते हैं और इनकी "हड्डी" चूनेवाली (Calcareous) पदार्थों का बना होता है। उदाहरण—अन्य प्रकार के स्पंज।

३. आन्तरगुहिन: (Coelentrata)—ये प्राणी जलीय होते है। स्थिर या तैरनेवाले तथा समुद्र के खारे पानी या मीठे जल के जलाशयों में पाये जाते हैं। इनके शरीर के अन्दर केवल एक ही गुहा होती है। आन्तर गुहा का सम्बन्ध बाहर के मुख द्वार से होता है। इनके शरीर की बनावट ऐसी होती है कि किसी भी सतह से काटने पर दो बराबर हिस्से मे बँट जाता है। उदाहरण—हाइड्रा, ओबेलिया, जेली फिश, मूँगा वगैरह।

४. प्लेटिहेल मिन्थेस (Platyhelminthes)—ये कृमिवत, चिपटे, अखंड (unsegmented) तथा एक युग्म (bilaterally symmetrical) प्राणी होते हैं। इनमें अधिकतर परजीवी तथा कुछ स्वतन्त्रजीवी होते हैं। उदाहरण—लीवर फ्लूक, टेपवर्म वगैरह।

५. नीमेथेल मिन्थेस (Nemethelminthes)—ये कृमिवत, गोल, अखंड (unsegmented) और एक युग्म जीव होते हैं। इनमें अधिकांश परजीवी तथा कुछ जलीय होते हैं। उदाहरण—राउन्ड-वर्म, हूक-वर्म, थ्रेड-वर्म वगैरह।

६. इकीनोडर्मेटा (Echinodermata)—इनके चर्म पर चूर्णिय (Calcareous) शल्य (Spines) या प्लेट (Plates) होते हैं। इनका शरीर बहुयुग्म होता है। उदाहरण—स्टार फिश, सी-कुकुम्बर, सी-अर्चीन वगैरह।

७. एनेलिडा (Annelida)—इनका शरीर लम्बा, चिकना और दोनों किनारों पर पतला होता है। इनका शरीर पटीकों (Septa) द्वारा कई खंडों में बँटा होता है। उदाहरण—अर्थवर्म (चाली) जोंक, नेरिज वगैरह।

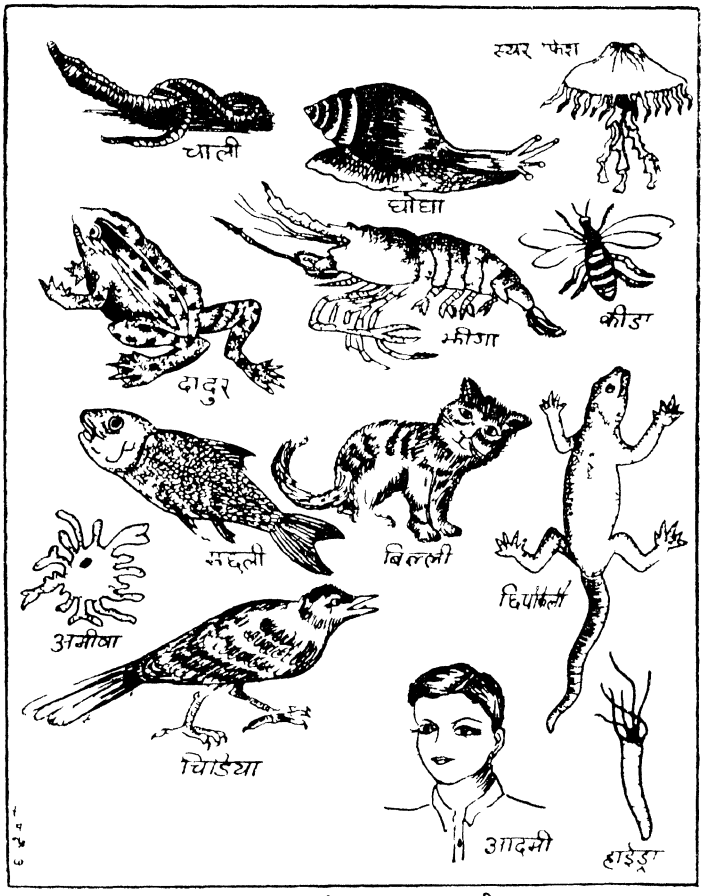
८. आर्थ्रोपोडा (Arthropoda)—इन प्राणियों के शरीर खंडीय और उपांग (Appendages) जुड़े हुए (Jointed) होते हैं। इनका शरीर कठिनिय (Chitinous) वाह्यपंजर (exoskeleton) से ढँका होता है। उदाहरण—केकड़ा, झींगा, मक्खी तथा मच्छड़, मधुमक्खी, चींटी, रेशम का कीड़ा तथा अन्य कीड़े-मकोड़े।

९. मौलस्का (Mollusca) इनका शरीर एक सख्त प्रस्तरीय शेल से घिरा होता है। जैसे सितुही, घोघा, कट्लफिश वगैरह।

१०. पृष्ठवंशी (Chordata)—इस समुदाय (Phylum) के सभी प्राणियों को पृष्ठमेरु (Notochord) गलफड़ की दरारें (Pharyngial slits), पीठ की ओर खोखला चेता-संहति होता है। कुछ निम्न कोर्डेट्स (Chordates) को छोड़कर सभी को पृष्ठवंश (back-bone) होता है। उदाहरण—एमफीआक्सस, मछली, मेढक, चूहा, गाय, बैल आदमी वगैरह। यह एक बड़ा समुदाय है, जिसे पुनः कई वर्गों में विभाजित किया गया है। इन वर्गों में निम्नलिखित मुख्य हैं, जिनके अन्तर्गत हमारे इर्द-गिर्द के अधिकांश पशु-पक्षी शामिल है—

(अ) द्विचर (Amphibia)—इस वर्ग के प्राणियों में मेढक, या इस तरह के जन्तु मुख्य है। इनके शरीर की रचना तथा आन्तरिक बनावट इस तरह की है कि ये जमीन तथा पानी दोनों के अन्दर रह सकत है। इनके पीठ और सिर की हड्डियाँ स्थिर रूप से जुटी होती हैं, जिनके कारण ये अपना सिर इच्छानुसार आगे-पीछे या अगल-बगल नहीं घुमा सकते। अतः इनको गर्दन नहीं होती है। फेफड़े के अलावा चमड़ी के द्वारा भी इनमें श्वसन होता है। इनके शरीर का तापक्रम वायुमंडल के तापक्रम से नियंत्रित होता है

इसलिए इन्हे शीत रक्तीय (Cold blooded) जन्तु कहते हैं। शीत-काल मे ये जमीन के अन्दर छिपकर रहते है।



विभिन्न समुदाय के कुछ सामान्य प्राणी

चित्र ७१

(ब) **मत्स्य** (Pisces)—इस वर्ग मे मछलियाँ आती हैं। ये गलफड़ से साँस लेती है तथा इन्हे पूँछ होती है।

(ख) **रेंगनेवाले प्राणी** (Reptilia)—ये पेट के बल रेंगकर चलनेवाले जीव है। छिपकिली, साँप, मगर वगैरह इसके सामान्य उदाहरण है। ये भी शीत रक्तवाले जीव हैं। इनको चमड़ी पर चोइटा (Scales) पाये जाते हैं। ये अंडे से पैदा होनेवाले जीव है।

(द) **पक्षी वर्ग** (Aves) इस वर्ग में सब प्रकार के पक्षी आते है। जैसे कोयल, कौआ, गौरैया, शुतुरमुर्ग, बतख वगैरह।

(द) **स्तनधारी वर्ग** (Mammals)—ये सबसे विकसित प्राणी हैं। इनकी मादायें बच्चों को दूध पिलाती हैं और ये अंडे से पैदा न होकर माँ के गर्भ से पैदा होते हैं। उदाहरण—मनुष्य, गाय, घोड़ा, खच्चर, गधा, बंदर वगैरह।

प्रजीव: (Protozoa)

ये एक कोशिकीय प्राणी हैं। एक कोशिका ही इनके पूरे शरीर का निर्माण करती है। यही कोशिका प्रचलन, श्वसन, पाचन, मलोत्सर्जन और प्रजनन आदि सभी कार्य करती है। अमीबा, प्लाज्मोडियम (मलेरिया परजीवी) मोनोसिसटिस वगैरह इसके सामान्य उदाहरण हैं। अमीबा का जीवन-वृतान्त नीचे दिया जाता है।

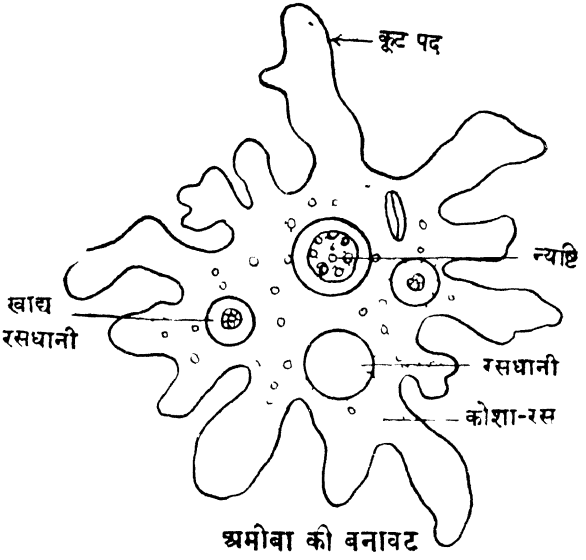
अमीबा (Amoeba)

बनावट—यह एक कोशिकीय प्राणी है। इस प्रजाति में कई जातियाँ होती हैं। यह पाँक या पानी में सड़ती हुई वनस्पतियों के ऊपर पाया जाता है। प्रयोगशाला में इसको सम्बर्ध (Culture) में उत्पन्न किया जा सकता है। एक बीकर में पानी लेंगे। उसमें सड़ने के लिए कुछ सूखी पत्तियाँ और पुआल वगैरह के टुकड़े रख देंगे। अणवीक्ष द्वारा देखने पर उस पर अमीबा नजर आयगा।

इसका आकार अनियमित होता है। अणवीक्ष के अन्दर इसकी कृमिवत्-गति (Gliding movement) के द्वारा हम इसे पहचान ले सकते है। इसकी शक्ल हमेशा बदलती रहती है। इसके शरीर का व्यास मुश्किल से $\frac{१}{१००}$ इञ्च

होता है। इसके शरीर के तट से अनेक अंगुली की तरह की संरचनाएँ, जिन्हे हमलोग कूटपद (Pseadopodia) कहते हं, निकलती रहती हैं। इसके शरीर का कोई रंग नहीं होता है, लेकिन खाद्यान्य के कई कणको से मिले रहने के कारण रंगीन दीखता है। इसका शरीर झागिल प्ररस से बना होता है, जिसके निम्नलिखित भाग होते हैं :—

(अ) नाभिक (न्यष्टि)—शरीर के मध्य में होता है, जो इसके सारे कार्यों का नियंत्रण करता है।



अमीबा की बनावट

चित्र ७२

(ब) नाभिक के चारो ओर **कोशारस** (Cytoplasm) होता है। कोशारस मे दो भाग जान पडते है। बाहर मे एक स्पष्ट भाग मालूम पड़ता है, जिसे वहिरंस (Ectoplasm) तथा उसके भीतर एक दानादार (Granular) भाग होता है, जिसे अन्तररस (Endoplasm) कहते हैं। वहिरंस के बाहर मे एक झिल्लीदार आवरण होता है, जिसे ररस-झिल्ली (Plasma membrane) कहते हैं।

(स रसधानियाँ (Vacuoles)—अन्तःप्ररस के भीतर कुछ गुहाएँ होती हैं जिन्हें धानियाँ कहते हैं। ये धानियाँ (Vacuoles) दो प्रकार की होती हैं। जो संकोची (Contractile) है, उन्हें संकोची रस-धानियाँ तथा जो असंकोची हैं उन्हें खाद्य-धानियाँ (Food vacuoles) कहते हैं।

इस प्राणी की विभिन्न जीवन-क्रियाएँ :—

प्रचलन (Locomotion)

प्रचलन कूटपदों द्वारा होता है, जो शरीर तट की अनेक जगहों से निकलते तथा अवलोपित होते हैं। इनका आकार और संख्या बराबर बदलती रहती है। एक घंटे में ये १-३ मि० मि० तक चल सकते हैं। इन पदों को बाहर निकालने तथा भीतर खींचने में प्ररस की स्रोत-गति (Streaming movement) होती है। इस तरह की गति को अमीबावत् गति (Amoeboid movement) कहते हैं।

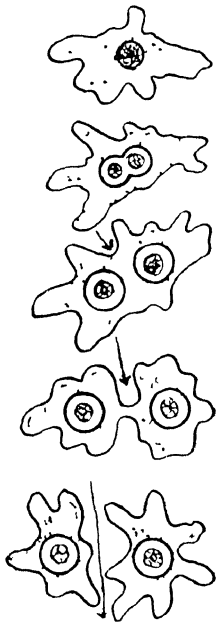
पोषाहार (Nutrition)

इनके भोजन पानी के अंदर के सूक्ष्म जीव हैं। ये अपने भोजन को दो कूटपदों के भीतर लपेटकर निगल जाते हैं। ये अन्तर्रस के अन्दर भोजन की धानियाँ (Food vacuoles) बनाते हैं। भोजन के भीतर जाते ही प्ररस से नमकाम्ल निकलता है और पाचन-क्रिया प्रारम्भ हो जाती है। फिर प्ररस से अनेक विकर (Enzymes) पैदा होते हैं, जिससे भोजन साधारण घुलनशील यौगिकों में परिणत हो जाता है। यह ध्यान देने योग्य बात है कि भोजन के आम्लिक भाग भी वोकरों की क्रिया से क्षारीय हो जाते हैं। भोजन के अपाचित कण शरीर के बाहर निकल जाते हैं। अमीबा के शरीर में एक या एक से अधिक भोजन की धानियाँ हो सकती हैं।

श्वसन (Respiration)

यह क्रिया शरीर के प्रत्येक भाग से होती है। ऑक्सिजन पानी में घुली हुई हवा से उपलब्ध होता है। कार्बन डाइऑक्साइड, जो कि प्ररस के ऑक्सिकरण से बनता है, शरीर के बाहर निकाल दिया जाता है।

प्रजनन (Reproduction)



अमीबा में खंडन विधि
चित्र ७३

(१) प्रजनन मुख्यतः इनके शरीर के खण्डन से होता है। न्यष्टि दो भागों में खंडित हो जाती है। धातृ न्यष्टियाँ कोशा के दोनों सिरों की ओर चली जाती हैं। कोशारस बीच में सकुचित हो जाता है और अन्ततः एक से दो अमीबा बन जाते हैं।

(२) बहुखंडन या बीजाणु-निर्माण (Sporulation)—वेष्ठित अमीबा मे कभी-कभी एक न्यष्टि से अनेक न्यष्टियाँ बन जाती हैं। कोशारस भी उतने ही भागों मे बंट जाता है और प्रत्येक न्यष्टि से एक अमीबा बन जाता है। अनुकूल ऋतु के आते ही वेष्ठन फट जाता है और एक अमीबा से अनेक अमीबे निकल आते हैं।

वाह्य संवेदनाओं से प्रतिक्रिया (Response to stimuli)

इस प्राणी मे स्नायु नही होता है। फिर भी स्पर्श, ताप, प्रकाश तथा अन्य प्रकार की संवेदनाओ की इसपर प्रतिक्रिया होती है। यदि इसके शरीर की एक बगल मे सूई चुभाई जाय, तो दूसरी ओर भागने का प्रयास करता है। २५° से० पर अधिक से अधिक क्रियाशील तथा ३५° से० पर निष्क्रिय और ४०° से० पर प्रस जम जाता है।

रोग-जनक प्रजीव (Disease causing Protozoa)

कुछ परजीवी प्रजीव मनुष्यों में रोग पैदा करते हैं, इसलिए उन्हे रोग-जनक (Pathogenic) कहते हैं। यहाँ मुख्य रोग-जनक प्रजीवो का वर्णन दिया जाता है।

१. एन्टामीबा हिस्टोलिटिका (Entamoeba histolytica)— यह अमीबा की तरह का एक प्रजीव है, जो आदमी की आँत में रहता है और परजीवी है। इसके आँत में रहने के कारण पेट में आँव पड़ जाती है, जिसे अमीबा-जनित आँव (Amoeboid dysentry) कहते हैं। भोजन की सामग्रियों तथा मिट्टी के द्वारा इसका संसर्ग होता है। बीमारी बहुत पुरानी (Chronic) हो जाने पर यह यकृत (Liver) में पहुँच जाता है और वैसी दशा में रोग घातक सिद्ध हो सकता है।

२. ट्राईपेनोसोमा गैम्बीयेंस (Trypanosoma gambiense) के द्वारा मनुष्यों में एक बीमारी होती है, जिसे 'नींद का रोग' (Sleeping sickness) कहते हैं। इस रोग में सिर में मीठा दर्द, काम में अरुचि, दिन मे नींद तथा रात में बेचैनी होती है। अन्ततः यह रोग घातक होता है। इस रोग को मनुष्यों तक वाहन करने में सी-सी (Tsetse fly) मक्खी का हाथ है। यह मक्खी जब काटती है तब यह परजीवी मनुष्य के खून में पहुँच जाता है। खून से फिर रीढ़ के भीतर पहुँचकर 'नींद की बीमारी' या 'कामा' (Comma) पैदा करता है।

३. लीशमानिया डोनोवेनाई (Leishmania donovani)—यह परजीवी है। मनुष्य को रक्त कोशिकाओं पर जीता है। इसके कारण 'कालाजर' (Kalazaar) नामक बीमारी होती है, जो भारत के सामान्य रोगों में है।

४. प्लाज्मोडियम (Plasmodium) या मलेरिया परजीवी (Malarial parasite)— प्रजीवों की एक जाति है, जो प्रजीव-समुदाय के स्पोरोजोआ (Sporozroa) वर्ग में आता है। इसके कारण मनुष्यों में मलेरिया ज्वर या मौसमा बुखार होता है। इस प्रजाति की कई जातियाँ (Species) हैं। मलेरिया परजीवी के दो पोषक हैं—(अ) अनोफिल जाति की मादा मच्छड़ तथा (ब) मनुष्य। मच्छड़ों के लार (saliva) से मनुष्य के शरीर में इनके काटने के समय ये प्रवेश कर जाते हैं। इस परजीवी का पूरा जीवन-चक्र दोनों पोषकों के शरीर में पूर्ण होता है। इसका संक्षिप्त वर्णन आगे किया जा रहा है।

मलेरिया परजीवी का जीवन-चक्र

(Life cycle of Malarial parasite)

प्लाज्मोडियम नामक कीटाणु का पता सबसे पहले एक फ्रान्सीसी डाक्टर लावेरन (Lavaran) ने लगाया था। पहले समझा जाता था कि यह बीमारी

हवा की गन्दगी के कारण होती है। इसीलिए इसका नाम मलेरिया रक्खा गया। "मलेरिया" शब्द का अर्थ गंदी हवा है। प्रयोगों द्वारा उपर्युक्त डाक्टर ने साबित किया कि मलेरिया का संसर्ग किसी खून चूसनेवाले कीट के द्वारा होता है।

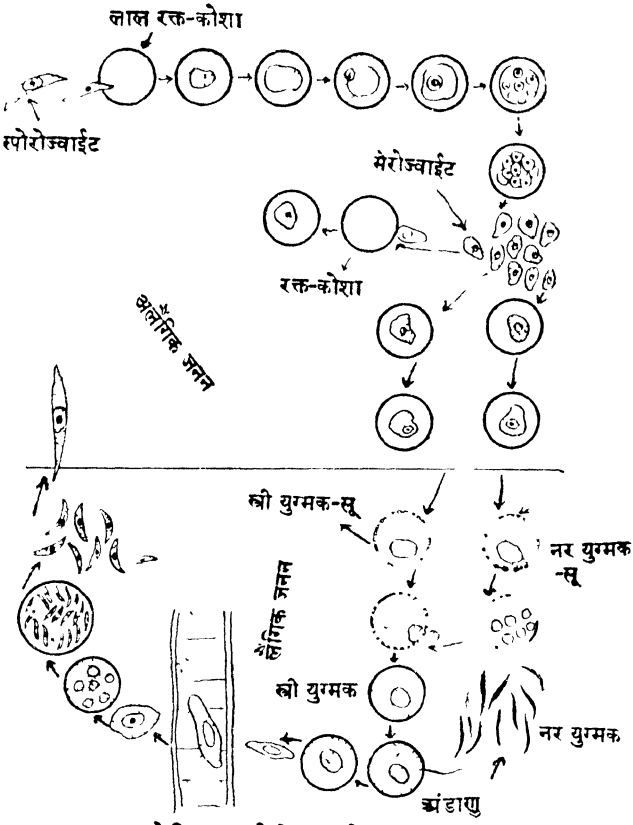
फाईलेरिया रोग पर शोध करते समय पैट्रिक मैन्सन ने मंत्रणा की कि मलेरिया का सम्बन्ध मच्छड़ों से हो सकता है। २६ अगस्त सन् १८६७ को रोनाल्ड रॉस ने मलेरिया परजीवी की एक अवस्था की खोज मादा एनोफिल मच्छड़ के पेट से की। आगे चलकर रॉस के काम को ग्रासी (Grassi) ने पूरा किया।

मलेरिया परजीवी के पूर्ण जीवन-चक्र की निम्नलिखित अवस्थाएँ है :—

१. मनुष्य इसका प्रधान या प्राथमिक पोषक (Principal or Primary host) है। मच्छड़ जब मनुष्य को काटता है, तब उसकी लार ग्रन्थि से स्पोरोज्वायट (sporozoites) निकलकर उसके रक्त-स्रोत (Blood stream) में चले जाते है। स्पोरोज्वायट सूई की तरह पतला और लम्बा होता है। रक्त में जाने पर ये लाल-रक्त-कोशिकाओ (Red blood-corpuscles) में घुस जाते है। वहाँ जाने पर इनका खण्डन होता है, जिसके फलस्वरूप प्रत्येक रक्त-कोशा में कई मेरोज्वायट बन जाते है। कोशाएँ जब इनसे भर जाती हैं तब फटती है और प्रत्येक कोशा से मेरोज्वायट का समूह निकलकर रक्त-स्रोत मे फैल जाता है। रक्त-कोशाओ की कमी के कारण रोगी कमजोर हो जाता है और उसमें मलेरिया ज्वर के लक्षण दिखाई पड़ने लगते हैं। अलैङ्गिक विधि से इस संख्या-वृद्धि को साइजोगोनी (Schizogony) कहते है।

२. जब मच्छड़ रोगी को काटता है, उस समय अपने सूँड़ो से उसका खून चूसता है। इस खून के साथ यह कीटाणु (Merozoites) मच्छड़ के पेट में चला जाता है। इससे नर तथा मादा गेमिटोसाइट (Gametocyte) का निर्माण होता है, जो आपस मे मिलकर बीजाणु बनाते है। इन बीजाणुओ से पुनः स्पोरोज्वायट का निर्माण होता है, जो मच्छड़ के पेट से लार ग्रन्थि में पहुँच जाते है। बीजाणुओं तथा उनसे स्पोरोज्वायट के इस निर्माण को स्पोरागोनी (Sporogony) कहते हैं। अतः मलेरिया परजीवी की लैङ्गिक अवस्था मच्छड़ मे और अलैङ्गिक अवस्था रोगी मनुष्य में पायी जाती है। दोनो

अस्वयाओं को मिलाकर इसका जीवन-चक्र पूर्ण होता है, इसे चित्र संख्या ७४ में देखें और समझने की कोशिश करें :—



मलेरिया परजीवी का जीवन-चक्र

चित्र ७४

मलेरिया परजीवी की अन्य जातियाँ :—इस परजीवी की तीन जातियाँ प्रमुख है (अ) प्लाजमोडियम वाईवेक्स (Plasmodium vivax) (ब) प्लाजमोडियम ओवेल (P. ovale.) (स) प्लाजमोडियम फाल्सीपेरम (P. falciparum) प्ला० वाइवेक्स और प्ला० ओवेल के कारण जड़िया बुखार होता है। इसमें ज्वर का आक्रमण प्रत्येक तीसरे दिन या

४८ घंटे के बाद होता है। इसमे ऊँचा तापक्रम और कँपकपी दोनो साथ होते है। यह घातक नही है। प्ला० फाल्सीपेरम के द्वारा घातक मलेरिया (Malignant Malaria) हाता है। इस रोग से रोगियो की मृत्यु की संख्या अधिक होती है। क्वार्टन मलेरिया प्ला० मलेरिया (P. Malaria) के कारण होता है। इसमे ज्वर के प्रकोप की पुनरावृत्ति प्रत्येक चौथे दिन अर्थात ७२ घंटे के बाद होती है। क्योटोडियन मलेरिया मिश्रित संसर्ग (Mixed Infection) के कारण होता है। इसमे ऊँचा तापक्रम हमेशा बना रहता है।

मलेरिया के रोगी का प्लीहा (spleen) बढ जाता है। रोगी दुर्बल हो जाता है, छाती धँस जाती है और पेट निकल जाता है। मलेरिया परजीवी मे सबसे विचित्र बात यह है कि यह अपने माध्यमिक पोषक मच्छड को कोई नुकसान नही पहुँचाता है। यह प्लेग दण्डाणु (Plague Bacillus) वहन करनेवाले पिस्सुओ (Fleas) से अधिक भाग्यशाली है। पिस्सुओ का पेट तेजी से संख्या वृद्धि करनेवाले इन दण्डाणुओ के कारण भर जाता है जिसके कारण ये कुछ चूस या खा नही सकते और भूख तथा प्यास के मारे मर जाते हैं।

एनाफिल मच्छड़ मे ऐसा नही होता। इनमें भी संख्या-वृद्धि के कारण पोषक तत्वो की कुछ कमी अवश्य होती है; लेकिन इसकी सहिष्णुता मच्छड़ो मे एक पैतृक गुण सा बन गया है।

मलेरिया की रोक-थाम या निरोध
(Prevention of Malaria)

मलेरिया का निरोध एक राष्ट्रीय प्रश्न रहा है, लेकिन विश्व-स्वास्थ्य-संघ (World Health Organisation) के सहयोग से डाक्टरो ने इसे बहुत हद तक नियन्त्रित कर लिया है। इस रोग से बचने के लिए मलेरिया निर्मूलन कार्य-क्रम (Malaria Eradication Programme) के अन्तर्गत भारत मे एक केन्द्रीय संस्था नेशनल मलेरिया इन्स्टीट्यूट स्थापित की गई है।

इस योजना मे कुछ कुशल डाक्टर देश के प्रत्येक भाग मे काम कर रहे है। अत: सात वर्षों के अन्दर इन लोगो ने भारत मे मलेरिया से मृत्यु की संख्या ९८·७५ प्रतिशत कम कर दी है। मलेरिया से बचने के कुछ उपाय यहाँ दिये जाते है।

(१) स्थिर तथा गंदे पानीवाले जलाशयों को भर देना चाहिए, ताकि मच्छड़ों का प्रजनन और उनकी वृद्धि रुक जाय। नालों को खुला नहीं रखना चाहिए। भारत के अधिक शहरों के नाले खुले हुए रहते हैं जिनपर मच्छड़ अपना निवास स्थान बना लेते हैं। यदि नाले खुले हों तो समय-समय पर बराबर डी० डी० टी० छिड़कते रहना चाहिए।

(२) रोग हो जाने पर मलेरिया-विरोधी भैषजों (Drugs) का प्रयोग करना चाहिए। कुनैन इसके लिए सबसे अच्छा भैषज है। यह सिनकोना नामक पेड़ की छाल से निकलता है। इसके मेल से कई दवाइयाँ बनी हैं, जिनसे इस बीमारी में बहुत फायदा होता है। इन संश्लेष-भैषजों (Synthetic drugs) के व्यावसायिक नाम प्लाज्मोचिन, एटेब्रिन, पैल्यूड्रिन, तथा पामाक्वीन वगैरह हैं। इन सबमें पैल्यूड्रिन सबसे अधिक फायदेमन्द है क्योंकि यह कीटाणु की प्रत्येक अवस्था का नाश कर देता है।

(३) यथासम्भव मच्छड़ों के काटने से बचें। इसके लिए मच्छड़दानी का प्रयोग अच्छा होता है।

संक्षिप्त वर्णन —

१. प्राणियों के दो मुख्य वर्ग हैं (अ) अपृष्ठवंशी (जिनमें रीढ़ नहीं होती) तथा (ब) पृष्ठवंशी (जिनमें) रीढ़ होती है।

२. अपृष्ठवंशियों के मुख्य समुदाय प्रजीव, आन्तरगुही, एनेलिडा, प्लेटीहेल-मीन्थेस तथा आर्थ्रोपोडा हैं।

३. बिना रीढ़वाले जन्तुओं में प्रजीव तथा कीड़े-मकोड़े मुख्य हैं, जिनका वर्णन यहाँ किया गया है।

४. पृष्ठवंशियों में द्विचर, मत्स्य, रेप्टीलीया, पक्षी तथा स्तनधारी मुख्य हैं। मनुष्य पिछले वर्ग में है।

५. अमीबा एककोशिकीय जीव अर्थात् प्रजीव है। इसी कोशा के भीतर जीवन की सभी क्रियाएँ जैसे श्वसन, पाचन, प्रचलन तथा प्रजननादि होते हैं।

६. अमीबा एक अमर जीव है, क्योंकि इसका प्रजनन खंडन विधि से होता है।

७. मलेरिया परजीवी के जीवन-चक्र के दो पोषक मनुष्य तथा मच्छड़ हैं। मच्छड़ को यह कोई नुकसान नहीं करता, लेकिन मनुष्य में मलेरिया रोग पैदा

करता है। मनुष्य के शरीर में अलैंगिक-चक्र तथा मच्छड़ में इसका लैंगिक चक्र होता है।

८. इन चक्रों को साइजोगोनी तथा स्पोरोगोनी भी कहते है।

९. मलेरिया की रोक (Prevention) के लिए मच्छड़ों का विनाश तथा उनके जनन स्थानों को खतम करना है।

१०. रोग के आराम (Cure) के लिए कुनैन मिश्रित भैषजो का व्यवहार करते है, जिनमें पैल्युड्रीन तथा प्लाज्मोक्वीन वगैरह मुख्य हैं।

११. मलेरिया के अलावा कालाजार, आँव तथा नींद रोग आदि प्रजीव जनित रोग है।

अभ्यास

१. अपृष्ठवंशी प्राणियों के मुख्य समुदायों के नाम सोदाहरण लिखें।

1. Name with examples the defferent phyla of the Invertabrates.

२. प्रजीवों की मुख्य पहचान बताएँ ? चार प्रजीव-जनित रोगों तथा उनके रोगाणुओं के नाम दें।

2. What are the diagnostic featurs of Protozoa ? Name four pathogens of this group and the diseases caused by them.

३. मलेरिया रोग क्यों होता है ? इसके रोगाणु का संक्षेप में सचित्र जीवन-वृत्तान्त लिखें ?

3. How is Malaria caused ? Briefly illustrate the life-cycle of its pathogen ?

४. क्या मलेरिया रोगाणु-जनित रोग है ? यदि हाँ, तो इसके रोगाणु की अवस्थाओं का वर्णन करें।

4. Is Malaria a pathogenic disease ? If so, describe the different stages of the life cycle of the pathogen.

५. कालाजार तथा आँव क्यों होते हैं ? इनके रोगाणुओं के नाम बताएँ तथा इनसे संसर्ग की विधि बताएँ ?

5. Why are Kalazaar and Dysentry caused ? Name their pathogens and mention the mode of infection by them.

६. क्या अमीबा एक अमर जीव है ? यदि हाँ, तो क्यों ?

6. Is Amoeba immortal ? If so, why ?

७. क्या आँव से बचने के लिए कच्चे खाये जानेवाले कन्द-मूलों की मिट्टी को अच्छी तरह धोकर खाना तथा गन्दे होटलों में भोजन नहीं करना जरूरी है ? यदि हाँ, तो क्यों ?

7. Is it necessory for Invention from Dysantry to clean well the edible tubers before they are eaten and refrain from taking meals in dirty hotels ? If so, why.

८. मलेरिया से बचने के लिए कौन-कौन से उपाय हैं ?

8. What are the different ways of Control of Maleria ?

नवाँ अध्याय

मानव जीवन से सम्बन्धित कुछ कीट

मच्छड़ और मक्खियों का जीवन-चक्र
(Life cycle of Mosquitoes & Flies)

आर्थ्रोपोडा समुदाय के कीट वर्ग (Class Insecta) में मच्छड़ और मक्खियाँ आती है। इनकी वाह्य त्वचा काइटिन (Chitin) के मोटे स्तर से बनी होती है तथा इनके शरीर के तीन स्पष्ट भाग सिर (Head), वक्ष (Thorax) तथा उदर (Abdomen) है। इनके वक्ष में तीन टाँगें तथा एक जोड़े पंख होते हैं। इनकी टाँगें संधियुक्त (Jointed) होती है। मच्छड़ो या दंश (Gnats) के मुख के अवयव चूसने या चुभाने के लिए उपयुक्त होते है। मच्छड यो तो उष्ण देशो में अधिक पाये जाते है, लेकिन ठढे मुल्क भी इनसे मुक्त नही है। अत: ये दुनिया के सभी भागों में पाये जाते है और उष्ण देशो मे मच्छड़ों की जातियाँ अधिक है। ये ७००० फुट की ऊँचाई तक पाये जाते हैं। मच्छड़ों की दो जातियाँ मुख्य हैं। क्यूलेक्स तथा अनोफेलिस, जिनका उल्लेख मलेरिया के सिलसिले में किया जा चुका है। क्यूलेक्स पाईपेन्स (*Culex pipens*) एक सामान्य मच्छड़ है, जिसका जीवन वृत्तान्त नीचे दिया जाता है—(देखें चित्र ७५)

क्यूलेक्स पाइपेन्स (*Culex pipens*) का जीवन-वृत्तान्त—अन्य कीटो की भाँति इनके शरीर के तीन भाग होते है।

सिर (Head)—यह गोल होता है। इसके ऊपर आगे की ओर दो संयुक्त नेत्र (Compound-eyes) होते हैं। नेत्रों के आगे उनके बगल में दो स्पर्श-सूत्र (Antennae or feelers) होते है। प्रत्येक सूत्र १३ खंडो का बना होता है। नर में यह बहुत झबरेदार (Bushy) होता है, क्योकि उसमें बालों का गुच्छा बहुत अधिक होता है। मादा मे बालों के गुच्छे इतने नही होते। इसके अलावा मुख-भाग (Mouth parts) होते है, जो चूसने और चुभाने के लिए काफी उपयुक्त होते हैं।

वक्ष (Thorax)—इसके तीन खंड होते है लेकिन एक खंड इतना बड़ा होता है कि बाकी दो खंड दिखाई ही नही पड़ते। प्रत्येक खंड में एक जोड़ा संधियुक्त टाँगें होती है। बीचवाले खंड के ऊपर एक जोड़ा पंख होता है। मच्छड़ को केवल एक जोड़ा पंख होता है। दूसरा जोड़ा पिछले खंड में मुद्गर के आकार के अवयवों के रूप में पाया जाता है, जो मच्छड़ों के उड़ते या उतरते समय संतुलक (Balancers) का काम करते है।

इन्हीं पंखों तथा संतुलको की सहायता से मच्छड़ भन-भन की आवाज करते हैं। वक्ष के पिरामिड जैसे भाग के अगले हिस्से से दो जोड़ी पतली टाँगें निकलती हैं, जो संधियुक्त होती है।

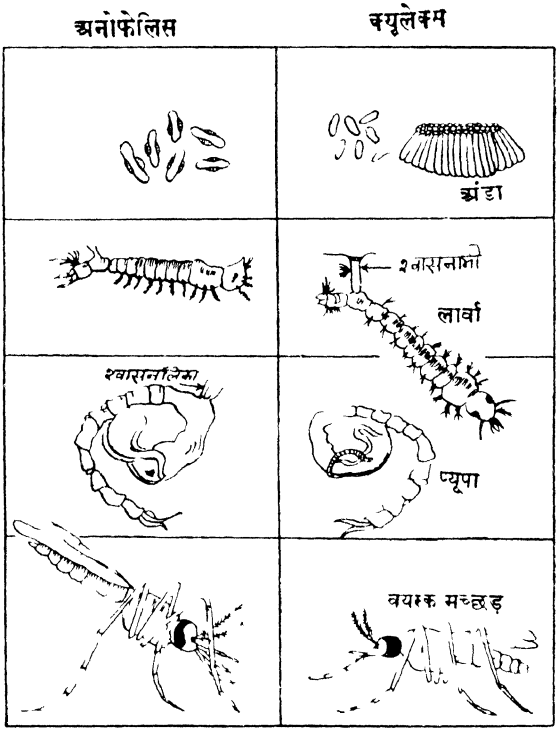
उदर (Abdomen)—यह लम्बा तथा पतला होता है। खून चूसने के तुरन्त बाद यह काफी फूला हुआ रहता है। उस समय इसके खंड (segments) स्पष्ट दीख पड़ते है। उदर के अन्त में दो मुण्ड (Knobs) होते हैं जो मादाओं में अण्डा देने से सम्बन्धित है। आठवें खंड के अन्त में मल-द्वार तथा नवें के अन्त में जनन रंध्र (Genital aperture) होता है। क्यूलेक्स मच्छड़ के जीवन-चक्र में निम्नलिखित अवस्थाएँ होती हैं।

(१) अंडा—मादा मच्छड़ निरामिष होती है, लेकिन अंडा देने के पूर्व उसे खून पीने की आवश्यकता होती है। मैथुन के बाद मादा मच्छड़ २००-३०० या इससे भी अधिक अंडे एक बार देती है। अंडा पानी के ऊपर देती है। अंडा देने का समय सुबह होता है। ये सभी अडे आपस में जुट कर नाव के आकार के हो जाते हैं। अंडों का नुकीला भाग ऊपर की ओर होता है। नुकीले भागों के बीच में हवा के बुलबुले होते है इसलिए अंडों की नाव यदि डूब या उलट जाती है तो पुनः सीधी हो जाती है और तैरने लगती है। अंडे के उत्तर परिवर्द्धन (Further development) के लिए हवा की काफी मात्रा में आवश्यकता होती है।

(२) लार्वा अवस्था (Larval stage)—अंडा लार्वा में परिणत हो जाता है। इसकी लम्बाई करीब-करीब एक मिलीमिटर होती है। वयस्कों की तरह इसके शरीर के भी तीन भाग होते हैं। यह सूक्ष्म जीवो तथा वनस्पतियों को खाने लगता है। उदर के आठवें खंड में एक शंक्वाकार (Conical) श्वास नली (Respiratory siphon) होती है। यह नली हमेशा पानी की सतह के ऊपर रहती है और समय-समय पर हवा शरीर में भरने के

लिए खुलती है। लार्वा का शरीर पानी की सतह से तिरछे नीचे की ओर लटका रहता है। बरसात के सड़े और गन्दे पानी से भरे जलाशयों में लार्वा सक्रिय जीवन बिताती है। अंडा के निकलने के बाद यह छोटी होती है, लेकिन तेजी से भोजन करके यह जल्दी ही बड़ी हो जाती है। यह पूर्ण आकार प्राप्त करने तक तीन बार केचुल छाड़ती है। सात से दस दिन के अन्त में यह काफी बड़ी हो जाती है और इसकी लम्बाई आधा इंच हो जाती है।

३. प्यूपा (Pupa) :—पूर्ण विकसित लार्वा पानी की सतह से नीचे की ओर चली जाती है और अपने को प्यूपा में परिणत कर देती है। प्यूपा की शकल लार्वा से बिलकुल भिन्न होती है। लार्वा की तरह प्यूपा भी काफी तेजी से



अनोफेलिस तथा क्यूलेक्स मच्छड़ों के जीवन-चक्र का तुलनात्मक चित्र

चित्र ७५

चल-फिर सकता है। यह भोजन नहीं करता है। लार्वा की भाँति इसमें भी वायु-नलिकाएँ (Air tubes) होती हैं लेकिन लार्वा की तरह की श्वसन-नली (Respiratory Siphon) इसमें नहीं होती। उसके बदले में वक्ष के ऊपर दो श्वास-तुरही (Respiratory trumpets) होती हैं। पानी के भीतर जाने पर इनका मुँह सूक्ष्म बालों से सुरक्षित होता है, ताकि इनमें पानी न घुसने पावे। संयुक्त नेत्र तथा संतुलक भी नजर आने लगते हैं।

४. वयस्क (Adult or Imago) :—प्यूपा बदलकर वयस्क मच्छड़ का रूप धारण कर लेता है, जिसका वर्णन ऊपर किया जा चुका है। और मच्छड़ों का जीवन-चक्र भी क्यूलेक्स से ही मिलता-जुलता है। सभी में यही चार अवस्थाएँ पायी जाती हैं।

भारतवर्ष में मुख्यतः चार प्रकार के मच्छड़ पाये जाते हैं :—**एनोफेलिस क्यूलेक्स, स्टेगोमीया** (Stegomyia) तथा **निस्सोरिक्स** (Nysorhynchus)। इनमें एनोफेलिस तथा निस्सोरिकस के मादाओं पर अनेक प्रकार के मलेरिया परजीवी वास करते हैं। केवल एनोफेलिस की ४८ जातियाँ हैं, जिनमें से २० तो मलेरिया परजीवी के वाहक हैं। वयस्क एनोफेलिस को बड़ी आसानी से हम पहचान ले सकते हैं। यह पतला और $\frac{1}{2}$ इ० ल० मच्छड़ होता है। जब यह बैठता है तो इसका शरीर सतह से ४५° का कोण बनता है और इसका शुण्ड शरीर के सीध में आगे रहता है। इसके पंख में चार धब्बे होते हैं।

क्यूलेक्स या सामान्य डोंस की पीठ पर एक कूबड़ होती है। बैठने के समय इसका शरीर सतह से समानान्तर होता है। इसका शुण्ड नीचे की ओर झुका रहता है और मादाओं में स्पर्श शृङ्ग (Palps) शुण्ड (Proboscis) से छोटा होता है।

स्टेगोमिया (Stegomyia) पीत ज्वर (Yellow fever) का वाहक है। यह मच्छड़ों की एक घरेलू जाति है और आकार में बहुत छोटा होता है।

मच्छड़ों में क्यूलेक्स तथा एनोफेलिस मुख्य हैं और यही हमारे यहाँ अधिक पाये जाते हैं। इनके जीवन-चक्र की तुलना चित्र ७५ में देखें। इनमें निम्नलिखित मुख्य अन्तर हैं—

	एनोफेलिस (धब्बेदार पंखवाला मच्छड़)	क्यूलेक्स (डाँस)
(क) अंडा	१. अंडे नाव के आकार के तथा अलग-अलग होते हैं। एक बार ४०-४०० अंडे दिये जाते हैं। २. अंडों के बगल में 'एयर फ्लोट' (Air float) होता है, जिसमें हवा भरी रहती है, जिसके कारण ये पानी की सतह पर आसानी से तैर सके।	१. सिगार के आकार के तथा झुण्ड में रहते हैं। एक बार में २००-४०० अंडे दिये जाते हैं। २. इनमे 'एयर फ्लोट' नही होता।
(ख) लार्वा	३. पानी पर क्षैतिज रूप से तैरते रहते हैं। ४. इनकी श्वास-नली (Respiratory siphon) बहुत छोटी होती है।	३. ये पानी की सतह से नीचे की ओर लटके रहते हैं। ४. इनकी श्वास-नली लम्बी होती है।
(ग) प्यूपा	५. इनका रंग हरा तथा श्वास-नली छोटी होती है।	५. इनकी श्वास-नली बड़ी तथा उसका कोई रंग नही होता।
(घ) तरुण	६. इनके शरीर तथा टाँगें पतली होती है। ७. इनके पंखो पर धब्बे होते हैं। ८. बैठने पर इनका शरीर सतह से ९०° से कम का कोण बनाता है। ९. स्पर्श शृंग (Palps) तथा शुण्ड की लम्बाई बराबर होती है।	६. इनके शरीर तथा टाँगें एनोफेलिस की तुलना मे लम्बी होती है। ७. इनके पंख एक रंग के होते है तथा उनपर धब्बे नहीं पाये जाते। ८. बैठने पर इनका शरीर सतह से समानान्तर होता है। ९. स्पर्श शृंग (Palps) शुण्ड (Proboscis) की तुलना में काफी छोटे होते है।

मच्छड़ों से हानि

मच्छड़ों के काटने से तात्कालिक तकलीफ के अलावा अन्य प्रकार के रोगों के कीटाणु भी शरीर में प्रवेश कर जाते हैं। इनके काटने से चार प्रकार के रोग होते है।

१. मलेरिया :—यह प्रधान बीमारी है, जिससे प्रति वर्ष लाखों मनुष्य काल-कवलित होते हैं और जो बीमारी से बच जाते है, उनमें काम करने की शक्ति कम हो जाती है। हमारे देश में यह बीमारी उन्हीं भागों में है, जहाँ बरसात बहुत अधिक और जलवायु नम होती है। बंगाल तथा आसाम में यह बीमारी सबसे अधिक होती है।

२. पीत ज्वर (Yellow fever) :—उन्नीसवीं सदी के अन्त तक यह भयायक रोग था। इसका कारण लोगों को पता नहीं था। यह महामारी के रूप में फैलता था और लाखों की तायदाद में इससे मृत्यु होती थी। इस बीमारी का कारण एक सूक्ष्मातिसूक्ष्म प्रकार का विषाणु (Virus) है; जो अपने जीवन का एक भाग मच्छड़ तथा दूसरा भाग मनुष्य के शरीर में बिताता है।

३. फाईलेरिया या फीलपाँव (Filariasis) :—एक सूक्ष्म कृमि के कारण होता है, जो मनुष्य के खून में निवास करता है। इस बीमारी से मृत्यु नहीं होती, लेकिन हाथ या पैर काफी फूल जाते हैं। इनके लार्वा दिन में फेफड़े में या शरीर के भीतरी वाहिनियों में पाये जाते हैं। रात में शरीर की ऊपरी वाहिनियों में चले आते है और रोगी की सोई हुई अवस्था में जब मच्छड़ काटता है और रोगी का खून पीता है, तो खून के साथ उसके मुँह में चला जाता है। मच्छड़ों की मांस-पेशियों में इनका रूपान्तर होता है और दो-तीन सप्ताह के बाद इनकी लम्बाई करीब-करीब $\frac{1}{16}$ ई० हो जाती है। ऐसी दशा में मच्छड़ के शुण्ड से फिर दूसरे मनुष्य के वदन में चला जाता है, जिससे बीमारी हो जाती है।

४. दूसरी बीमारी जो मच्छड़ों द्वारा फैलती है, वह डेंग (Dengue) या "ह्रास ज्वर" (Break down fever) है। यह घातक रोग नहीं है। अधिकतर उष्ण देशों में पाया जाता है। उच्च ताप तथा हड्डियों में दर्द के साथ बुखार चढ़ता है।

संक्षिप्त वर्णन—

१. सभी कीट-पतंग आर्थोपोडा समुदाय के कीट वर्ग में आते हैं।

२. सभी कीटों के शरीर में सिर, वक्ष तथा उदर तीन भाग होते हैं। इनकी टांगे संधियुक्त नेत्र संयुक्त तथा शरीर कई खंडों का बना होता है। इनका शरीर काईटिन (Chitin) की वाह्य त्वचा से बना होता है।

३. सभी कीटों के जीवन में अंडा (Egg), अभ्रक या लार्वा (Larva), पिल्लू या प्यूपा (Pupa) तथा वयस्क (Adult) चार अवस्थाए होती हैं। एक अवस्था को त्याग कर दूसरी अवस्था को पहुँचने के समय ये कीट केचूल छोड़ते या Skin moulting करते हैं।

४. प्यूपा जब वयस्क में बदलता है, तब उस समय रूप परिवर्त्तन (Metamorphosis) पूर्ण होता है।

५. मच्छड़ की प्रधान जातियाँ चार हैं—(अ) अनोफेलिस (ब) क्यूलेक्स (स) स्टेगोमिया (द) निस्सोरिकस। इनमें (अ) तथा (ब) विशेष महत्व रखती हैं।

६. (अ) और मच्छड़ (स) **मलेरिया** के मनुष्यों तक वाहक है। (ब) के कारण **फीलपांव** तथा (स) के कारण **पीतज्वर** होता है। **डेंग** (Dengue) भी मच्छड़ों द्वारा ही फैलाया जाता है।

७. मलेरिया के मच्छड़ों को अनोफिल या Anopheline कहते हैं। मलेरिया के मच्छड़ों का बिलगाव फीलपांव के मच्छड़ों से निम्नलिखित आधार पर कर सकते हैं—(अ) मलेरिया के मच्छड़ों के पखों में धब्बे होते हैं। (ब) मादाओं के स्पर्श शृंग (Palps) की लम्बाई करीब-करीब शुंड (Proboscis) के बराबर होती है; जब कि क्यूलेक्स मे स्पर्श शृंग शुंड से बहुत छोटा होता है। (स) नर अनोफिल के स्पर्श शृंग के अन्तिम दो खड फूले होते हैं। (द) अनोफिल सतह से ४५° का कोण बनाते हुए तथा क्यूलेक्स समानान्तर बैठते हैं।

८. मच्छड़ो की शुंड (Proboscis) चुभाने तथा चूसने के लिए विशेष उपयुक्त होती है।

घरेलू मक्खी (House fly)

जीवन-चक्र (Life-cycle)—मच्छड़ो की तरह इसके जीवन-चक्र में भी चार अवस्थाएँ होती हैं। मैथुन (Copulation) के एक दो दिन बाद

मादा मक्खी सड़ते हुए पदार्थों या कूड़े-कचरे पर अंडे देती हैं। अंडे देने के लिए ये घोड़े की लीद अधिक पसन्द करती हैं, लेकिन लीद न मिलने पर गाय या भेंड़ के गोबर या चिड़ियों के पाखानों पर अंडे देती हैं। ये अंडे गोबर के नीचे जमा कर दिये जाते हैं। एक मक्खी दिन भर में १००-१५० अंडे दे सकती हैं। अंडे समूह में दिये जाते हैं। समूह में ये अंडे लम्बवत् रहते हैं। इनके जीवन में भी अन्य कीटों की भाँति चार अवस्थाएँ होती हैं, जो निम्नलिखित हैं—

१. अंडा—अंडों का रंग सफेद और मोती की तरह चमकीला होता है। प्रत्येक अंडे के पृष्ठ भाग में वाह्यावरण के दो पसली की तरह मुड़े हुए स्थूलन (thickenings) होते हैं। अंडों के फूटने का समय तापक्रमानुसार बदलता रहता है। साधारणतः निकलने के ८ से २४ घंटे के अन्दर ये फूटते हैं। आगे की ओर पृष्ठीय भाग में एक दरार बनती है, जो पीछे की ओर बढ़ती जाती है और "लार्वा" उससे निकल जाता है।

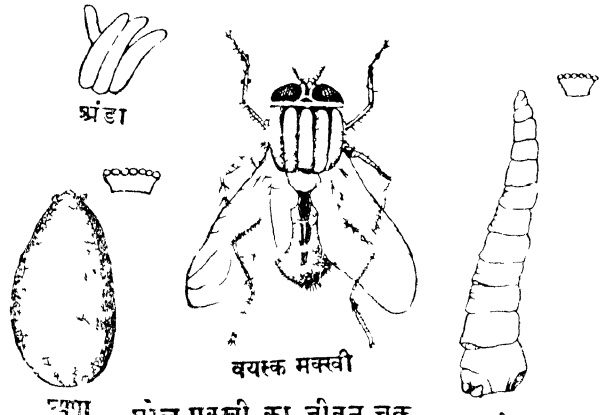
२. लार्वा (Larva)—लार्वा का शरीर काईटिन के बने हुए एक निश्चित आवरण से ढँका रहता है; जिसे यह जैसे-जैसे शरीर बढ़ता है, केंचुल के रूप में छोड़ता जाता है। अंडे से निकलते समय यह सिर तथा पद-हीन सफेद रंग का होता है। इसको ग्रब या मैगोट (Grub or Maggot) कहते हैं। इसकी लम्बाई करीब-करीब दो मिलीमिटर होती है। इसका शरीर बेलनाकार होता है, जो आगे की ओर मोटा और पीछे की ओर पतला होता जाता है। अग्र भाग में ऊपर की ओर अगल-बगल में एक "चक्षु क्षाद" (Optic tubercle) होता है।

एक-दो दिन के भोजन के बाद पहला इनस्टार लार्वा (Instar larva) अपना केंचुल छोड़ कर दूसरे इनस्टार लार्वा में बदल जाता है। इसके अगले भाग में पंखे की तरह दो स्पाईरेक्ल होते हैं; जिनमें पीछेवाला बड़ा होता है। दो-तीन दिनों के बाद तीसरा केंचुल छूटता है। इसकी लम्बाई $\frac{1}{8}$"—$\frac{1}{2}$" तक होती है। लार्वा प्रकाश से दूर भागती है और गोबर या कूड़े के नीचे चली जाती है; क्योंकि वहाँ उपयुक्त तापक्रम मिलता है।

३. प्यूपा—लार्वा का अन्तिम केंचुल उसके शरीर के आवरण के रूप में रह जाता है, जो कि लार्वा के लिए एक रक्षात्मक आवरण का काम करता है। आगेवाले स्पाईरेक्ल बड़े तथा पीछेवाले बटन का रूप धारण कर लेते हैं। आरम्भ में बदन संकुचित होता है और आगेवाले शरीर के खंड भीतर चले

जाते हैं। फलस्वरूप शरीर बेलनाकार हो जाता है और आगे और पीछे दोनों ओर गोल हो जाता है। शरीर क्रीम की तरह पीले से गहरा बादामी रंग तक का हो सकता है।

४. प्यूपा से मक्खी निकलती है। इसके शरीर में भी मच्छड़ों की भाँति तीन भाग होते हैं। (देखें चित्र ७६)। वयस्क मक्खी के शरीर की बनावट और



घरेलू मक्खी का जीवन चक्र

चित्र ७६

कीड़ों की ही तरह होती है। मक्खी के मुख भाग चुभाने नहीं वरन् चाटने के लिये विशेष उपयुक्त होते हैं।

मक्खियों का आर्थिक महत्व :— मक्खी मनुष्य के लिए शेर और नाग से भी अधिक भयानक है क्योंकि मनुष्यों में अनेकों बीमारियाँ फैलाकर उनकी मृत्यु का कारण बन जाती है। मक्खियाँ कराडा शाकाणु और प्रजीवों के वाहक हैं, जो कि निम्नलिखित बीमारियों के कीटाणु हैं—

(१) मोतीझरा या टाईफ्वायड (Typhoid)। (२) दस्त। (३) एशिआई हैजा। (४) अमीबावाला आँव। (५) तपेदिक (Tuberculosis)। (६) काढ़। (७) फोड़ा (Anthrax)। (८) गैंग्रिन (Gangrene)।

मक्खी कभी-कभी फलों पर अंडे दे डालती है और उस फल को जब मनुष्य खा लेता है, तो लार्वा श्लैष्मिक झिल्ली से होकर पेट में घुस जाती है, जिसके कारण खून मिश्रित दस्त होने लगता है।

रोगों का संवाहन :—मक्खियाँ एक ओर तो मनुष्य के खानेवाले पदार्थों पर बैठती हैं और दूसरी ओर रोगियों के थूक, खखार, मल-मूत्र, गोबर और कूड़े पर बैठती है। इस तरह रोग के कीटाणुओं को मनुष्य के शरीर तक पहुँचाती हैं।

मक्खियों के मारने की विधि

मक्खियों की संख्या-वृद्धि रोकने के निम्नलिखित उपाय है—

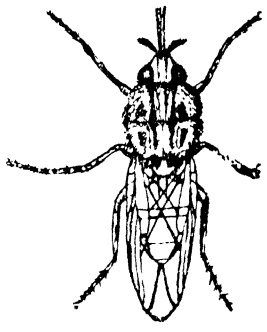
(अ) इनमें प्रजनन बड़ी तेजी से होता है, इसलिए आवश्यक है कि तरुणावस्था पहुँचने के पहले ही इन्हें मार दिया जाय। मक्खियाँ अधिकतर कूड़े-कचरे तथा गन्दे स्थानों में अंडे देती है, इसलिए आवश्यक है कि कूड़ों को जमा न होने दें। सड़कों, नालियों तथा रसोईघरों की पूरी सफाई रखें। सूर्य के प्रकाश मे इनके अंडे मर जाते है। इसलिए खेतों में खाद के ढेरों को बराबर पलटते रहें, ताकि ये अंडे न दे सकें।

(ब) मक्खियों को मारने के लिए कुछ दवाइयाँ व्यवहार की जाती है। इनका घोल बनाकर छिड़कने से गोबरों या कूड़ों पर ये अंडे नहीं दे सकतीं। इसके लिए बोरेक्स तथा हेलबार सबसे अच्छी दवाइयाँ है। १ पौंड बोरेक्स को २५ गैलन पानी मे घोले और इस घोल को छिड़कें।

(स) तरुणावस्था में मक्खियों या इस तरह के हानिकारक कीड़ों को मारने के लिए डी० डी० टी० का घोल सर्वोत्तम है। इससे मक्खियों के अलावा अन्य प्रकार के कीड़े भी मर जाते है।

घरेलू मक्खी (House fly) के अलावा अन्य प्रकार की मक्खियाँ

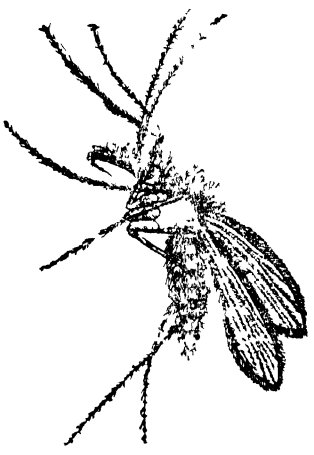
१. सैन्ड मक्खी (Sand fly) :—यह भूमध्यसागर के आसपास के देशों तथा हमारे देश में पायी जाती है, इनका आकार पिन की नोक के बराबर होता है। इनका शरीर अधिक बालों के कारण झबरेदार होता है। ये नम तथा गन्दी जगहों में पायी जाती है।



चित्र ८७ सैन्ड मक्खी

२. वाईटिंग स्टेबुल मक्खी :—इनका आकार घरेलू मक्खी के ही बराबर होता है। इनमें काटने के लिए विशेष यन्त्र होता है।

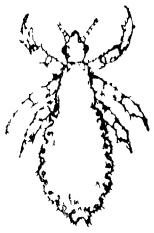
३. सीसी मक्खी (The tsetse fly—*Glossina palpalis*) :—यह अफ्रिका में पाई जाती है। इससे "नींद-रोग" (Sleeping sickness) होता है।



चित्र ७८—सी-सी मक्खी

कुछ रोग-वहन करनेवाले अन्य शत्रु कीड़े (Insect pests of human beings) :—मच्छड़ और मक्खियों के अलावा कुछ और कीट है, जो मनुष्यों तक रोग वहन करते है और फसलों को बर्बाद कर देते है। इन कीटों को शत्रु कीट या Insect pests कहते है। इनमे से रोग वहन करनेवाले कुछ के नाम नीचे दिये जाते है—

(१) जूँ (Lice) :—यह जानवरो की चमड़ी पर उनके बालो से सटा रहता है। यह पंखहीन तथा रक्त चूसनेवाला कीट है। आदमी पर इसकी तीन जातियाँ पाई जाती है। (अ) सिर का जूँ (Head louse—*Pediculus humanus capitis*) यह सिर के बाल मे होता है। (ब) लाही या चिल्लड़—यह अक्सर आदमी के शरीर या कपड़ो में रहता है। इसका वैज्ञानिक नाम *Pediculus humanus corporis* है। इसके कारण बहुत नोचनी होती है। यह बडा खतरनाक होता है। इसके कारण टाईफस, ट्रेन्च तथा रीलेप्सिंग ज्वर होते हैं। (स) यह जननेंद्रिय तथा मल द्वार के पास पाया जाता है इसे crab-Louse (*Phthirius*) कहते है।



चित्र ७९—सिर का जूँ

(२) खटमल या उड़ीस (Bed-bug) ये भी जूँ की तरह के ही पंखहीन कीट हैं लेकिन आकार में कुछ बड़े होते है। ये दिन को खाट की दरारों या बिछावन मे छिपे रहते है और रात को सक्रिय होकर आदमी का खून चूसते है। इनके कारण कई रोगो का वहन होता है। *Cimex rotundatus*) नामक खटमल कालाजर का वाहक है।

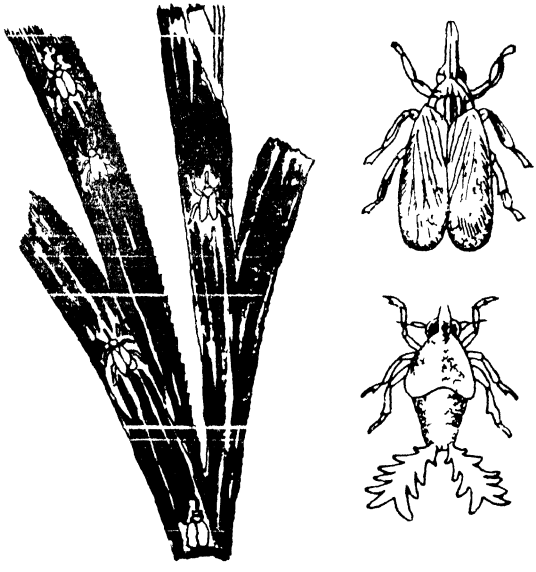
रहने वाला पिस्सू (*Xenopsylla cheapis*) उल्लेखनीय है। यह प्लेग के दंडाणु (*Bacillus pestis*) को चूहो से लेकर मनुष्यो तक पहुँचाता है।

फसलों को बर्बाद करनेवाले कुछ कीड़े (Some important insect pests of crops)—हमारी फसलो के अनेक शत्रु है; जिनमें कीड़ो का भी प्रमुख स्थान है। इन शत्रु कीड़ा में निम्नलिखित मुख्य हैं—

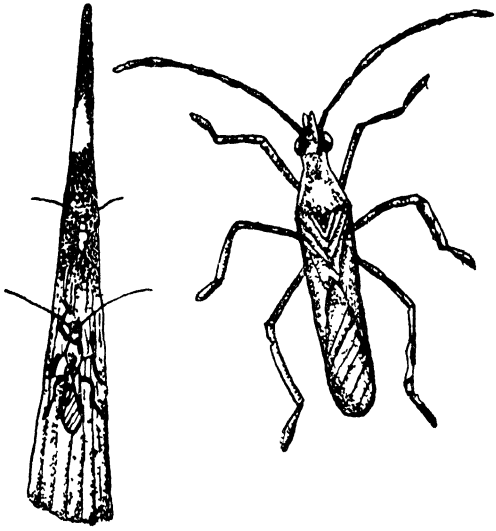
(१) **दीमक** (Termites or white-ants)—ये फसल की जड़ो को काटनेवाले पंखहीन कीट हैं। नमी में इनकी सख्या-वृद्धि तेजी से होती है। ये तनो को भी बर्बाद कर देते है। गन्ने की गुल्लियो को जब जमीन मे बोया जाता है, तब उन्हे बर्बाद कर देते है।

(२) **हेसियन मक्खी** (Hessian fly) :—यह गेहूँ के पौधो की भयानक शत्रु है। यह कीट पत्ते तथा तने के बीच अंडा देती है। अंडो से निकलनेवाले अभ्रक (Larvae) छेदकर तनों के भीतर घुस जाते हैं। इसे छेद करनेवाला कीड़ा कहते है। मकई के तनों में छेद करनेवाले कीट को कॉर्नबोरर (Corn-borer) कहते है।

(३) **गन्ने का पायरिला** :—यह आधा इंच लम्बा भूरे रंग का कीट होता है। यह पत्तो पर अंडा डालता है। इससे अभ्रक निकल कर पत्तो का रस चूस लेते है।



चित्र ८०—गन्ने का कीड़ा पायरिला



चित्र ८१—धान का कीड़ा गंधी



चित्र ८२—सरसों का कीड़ा माहू

(४) **धान का कीड़ा गंधी** :—यह एक रस चूसनेवाला कीट है। जब धान की बालियों में दूध आता है तब यह उसे चूस लेता है और बाली उजली होकर सूख जाती है। यह भूरे रंग का होता है। इसकी टांगे पतली और मुँह सूँढ जैसा होता है। इसे मारने की विधि का उल्लेख धान की खेती में किया जा चुका है।

(५) **माहू**—यह कीड़ा भी रस चूसनेवाला है। यह सरसो, गोभी तथा मूली का रस चूसता है। तम्बाकू और पानी को साबुन के साथ घोल बनाकर छिड़कने से यह मर जाता है।

(६) **कपास का कीड़ा** (Cotton ball weevil)—यह कपास की फली का भयानक शत्रु है। यह तरुण कलियों में अंडे देता है जो अभ्रक (Larvae) के रूप में निकल कर फलियों को बर्बाद कर देते हैं।

(७) टिड्डी या Locusts--ये फसलों के महान शत्रु है। ये झुंड में चलती है।

कीटों के अतिरिक्त चूहे, पक्षी भी फसलों के महान शत्रु है।

कीड़ों से फसलों का बचाव—बीजों को नर्सरी में उगाने के समय से लेकर कटनी तक तथा अनाजों के संचय में भी अनेक शत्रु कीड़ों से बचाना पड़ता है। अतः कीड़ों से फसलों की रक्षा होना आवश्यक है। दीमक जमीन के अन्दर बीज को खत्म कर देती है, गंधी या इस तरह के कीड़े रस चूस लेते है तथा घुन या इस तरह के कीड़े अनाजों को गोदाम में खत्म कर देते है। इनसे बचने के निम्नलिखित उपाय है।

(१) दीमक से बचने के लिए सिंचाई के जल में तारपीन का तेल, फिनाइल, क्रूड या क्रेसाट आयल डाल देते है।

(२) बहुत-से ऐसे कीड़े है, जो रोशनी के पास आते है और जलकर मर जाते है। उनसे बचने के लिए मेड़ों पर प्रकाश जलाकर रख देना चाहिए, ताकि कीड़े जलकर मर जायँ।

(३) पिल्लूओं (लार्वा या प्यूपा) को हाथ से पकड़ कर या जाल में जमाकर मार डालते है।

(४) गन्ने के टुकड़ों को जमीन में बोते समय तूतिया के घोल में डुबा देना चाहिए तथा दोनों किनारों को अलकतरे से रँग देना चाहिए।

(५) खेतों को अच्छी तरह जोतें ताकि जमीन के कीड़े धूप से मर जायँ।

(६) कीड़े कम मात्रा में हों तो, डी० डी० टी०, गैमैक्सीन पाउडर या अन्य कीट-नाशक पदार्थों से उन्हें मार सकते है।

(७) गोदाम में अनाजों को कीड़ों से बचाने के लिए कटनी ऐसे समय पर करें, जब बीज पूरी तरह परिपक्व हो गये हों। दँवनी के बाद गोदाम मे रखने के पहले अनाजों को धूप में अच्छी तरह सुखाएँ, ताकि उनकी आर्द्रता पूरी तरह निकल जाय। धूप बीच-बीच में भी दिखाते रहें, ताकि कीड़े लग न पायें। गोदामों को कार्बन डाइसल्फाइड तथा अन्य कीटनाशक पदार्थों से शुद्ध करते रहें। समय-समय पर कृषि-विभाग के सहायकों की सलाह लें।

संक्षिप्त वर्णन—

(१) हानिकारक कीड़ों में मक्खियों का प्रमुख स्थान है। मक्खियों में घरेलू मक्खी (House fly or *Musca domestica*) सबसे अधिक

भयंकर शत्रु है। घरेलू मक्खी के अतिरिक्त सैंड फ्लाई, सी० सी० मक्खी तथा स्टेबुल फ्लाई वगैरह मुख्य हैं।

(२) सी० सी० मक्खी के कारण अफ्रिका में "स्लीपीग सिकनेस" नामक रोग होता है। इस रोग के कीटाणु ट्राइपेनोजोम नामक प्रजीव का वहन यही मक्खी करती है।

(३) घरेलू मक्खी हैजा, दस्त, तपेदिक, गैंग्रिन, फोड़ा (Anthrax) तथा कोढ़ आदि रोगो के कीटाणुओ के वाहक हैं।

(४) घरेलू मक्खी *Musca* प्रजाति की है, जिसकी मुख्य जातियाँ *M. domestica, M. vicina* तथा *M. nebulo* हैं। सी-सी मक्खी Glosina प्रजाति की तथा स्टेबुल मक्खी *Stomoxys* प्रजाति की है।

(५) मक्खियो के जीवन मे भी अन्य कीटो की भाँति चार अवस्थाएँ हैं।

(६) ये गन्दे तथा नम स्थानो—जैसे गोबर, लीद, कूड़े-कचरे या पाखानों के ढेरो पर अंडे देती है। इनकी संख्या-वृद्धि बड़ी तेजी से होती है। ये दिन-भर मे १५०-२०० तक अंडे दे सकती है।

(७) मक्खियाँ डंक नही मार सकती, क्योकि इनका मुखभाग चुभाने नही, वरन् नम सतहों से तरल पदार्थों के चाटने के लिए उपयुक्त होता है।

(८) मच्छड़ो और मक्खियों के अलावा अन्य रोगवाहक कीटो मे जूँ, खटमल, चीलड़, चूहे के बदन में रहनेवाले पिस्सू आदि हैं।

(९) खटमल कालाजार के रोगाणु तथा चूहे के बदन पर रहनेवाले पिस्सू प्लेग के दंडाणु (*Bacillus pestis*) का वाहक है।

जीवनोपयोगी कीट-पतंग (Predaceous Insects)

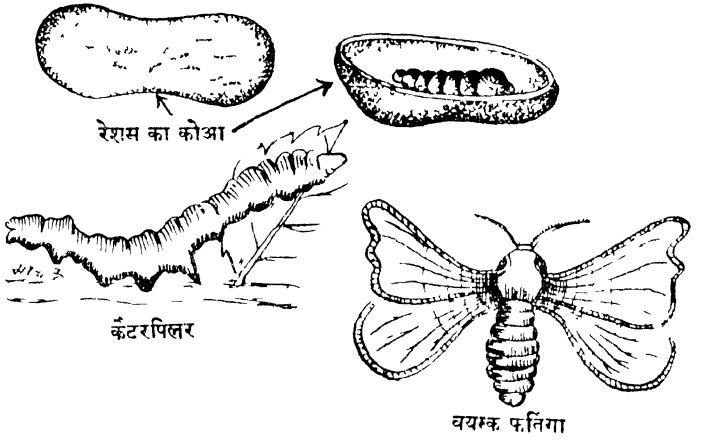
जीवनोपयोगी कीटो मे मधुमक्खी और लाह तथा रेशम के कीड़े मुख्य हैं जिनका संक्षिप्त वर्णन नीचे दिया जा रहा है :—

रेशम के कीड़े का जीवन-चक्र :—यह भी एक प्रकार की मक्खी है। जिसे रेशम का कीडा कहते है। मधुमक्खी और रेशम के कीड़े मनुष्य को लाभ पहुँचानेवाले कीटो मे हैं। रेशम के कीड़े के जीवन की भी चार अवस्थाएँ हैं।

(१) अंडा (Egg) :—इसका जीवन अंडे से आरम्भ होता है। अंडे का आकार पिन के सिर के बराबर होता है। मादाएँ शहतूत या अन्य प्रकार के वृक्षों के पत्तों पर सैकड़ों अंडे देती हैं। एक मादा फतिगा ४०० तक अंडे

देती है। ये अंडे पत्तों पर से गिर न जायँ, इसके लिए ये चिपचिपा पदार्थ पैदा करती हैं, जिसके द्वारा अंडे पत्ती से चिपके रहते हैं।

(२) लार्वा :—वास्तव में रेशम का कीड़ा लार्वा ही है, जिसे पिल्लू (Caterpillar) कहते हैं। इसकी लम्बाई करीब चौथाई इञ्च होती है। यह शहतूत की पत्तियों को इस समय खूब खाता है। चार दिन के बाद यह कीड़ा खाना बन्द कर देता है और केचुल छाड़ता है। एक सप्ताह के बाद फिर केचुल छोड़ता है। इस तरह चार बार केचुल छोड़ने के बाद यह कीड़ा तीन इञ्च लम्बा हो जाता है। यह करवट देकर चलता है और इसके अन्दर रेशम पैदा करनेवाली दो ग्रंथियाँ (Glands) बन जाती हैं। पाँचवीं बार केचुल छोड़ने के पहले कीड़ा वयस्क हो जाता है और ग्रंथियाँ एक लसलसे पदार्थ से भर जाती हैं, जो हवा में आने पर सूख कर कड़ा हो जाता है।



रेशम के कीड़े (Silk-worm) का जीवन-चक्र

चित्र ८२

(३) कोआ (Cocoon) :—यह पाँचवीं बार केचुल छोड़ने के पहले खाना-पीना बन्द कर देता है। इसके मुँह से रेशम निकलना आरम्भ हो जाता है, जो वायु में आकर कड़ा बन जाता है और कीड़े के शरीर को ढँकता जाता है। इसी आवरण को कोआ (Cocoon) कहते हैं (देखें चित्र ८३)। इस अवस्था को प्यूपा कहते हैं।

(४) वयस्क कीट :—प्यूपा जब वयस्क बन जाता है तब कोए से बाहर निकल आता है। इसकी बनावट अन्य कीटों की ही तरह होती है। इसे रेशम का फतिंगा कहते हैं। एक रेशम के कीड़े से हजारों गज रेशम निकल सकता है। रेशम वास्तव में कीड़े के मुँह से लार के रूप में निकलता है, जो बाद में कड़ा हो जाता है। कोओं से फतिंगों के निकलने के पहले ही उन्हें पानी में उबाल देते हैं ताकि उसमें छेद न हो। फतिंगों के छेद कर निकल जाने पर धागा छोटा और रेशम घटिये किस्म का हो जाता है।

मधु-मक्खी (Honey bee) :—इसके जीवन की भी अन्य कीटों की तरह चार अवस्थाएँ अंडा, लार्वा, प्यूपा और वयस्क मक्खी की होती हैं। इसका वैज्ञानिक नाम एपिस मेलिफिका (*Apis mellifica*) है। ये कीट केवल लाभप्रद ही नहीं, बल्कि इनकी जीवन कथा भी विचित्र है। इनकी कई किस्में हैं, जिनमें **सारंग**, खंरा, मुनगा और छोटी मुनगा मुख्य हैं। सारंग सबसे बड़ी तथा मुनगा सबसे छोटी है।

मधुमक्खी का जीवन—इनका प्रत्येक छत्ता एक सुसज्जित तथा सुसंगठित साम्राज्य है। इसमें तीन प्रकार की मधुमक्खियाँ होती है।

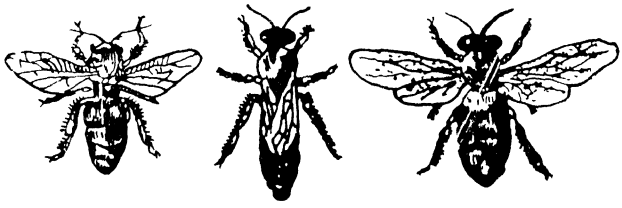


चित्र ८४—मधुमक्खी का छत्ता

(अ) रानी (Queen)—प्रत्येक छत्ते में एक ही रानी होती है, जो छत्ते के बाहर कभी नहीं जाती। इसका आकार और मधुमक्खियों की अपेक्षा बड़ा होता है। यह सारे कुटुम्ब की रानी होती है। प्रतिदिन हजार-दो-हजार अंडे देती है। छत्ते की रखवाली करती है। रानी मक्खी को छोड़कर अन्य मादा मक्खियाँ अंडे नहीं दे सकतीं।

(ब) श्रमिक मधुमक्खियाँ—ये सभी मादा होती है, लेकिन ये अंडे नहीं दे सकतीं। क्योंकि इनका प्रजनन-अंग विकसित नहीं रहता। ६०,००० संख्या वाले छत्ते में केवल २०० नर और एक रानी मक्खी होती है। इनके अलावा सभी श्रमिक मधुमक्खियाँ होती हैं। इनका जीवन छह सप्ताह का होता है। पहले तीन सप्ताह को अंडों तथा भाई-बहनों की सेवा में बिताती है। अन्तिम तीन सप्ताह मधु-संचय में बिताती है। ये छत्ते से फूलों तथा फूलों से छत्ते तक फेरा लगाती हैं। इनका जीवन त्याग, परिश्रम और सेवा का जीवन है। छत्ते को बनाने तथा उसकी सफाई का काम भी इन्हीं को करना पड़ता है।

(स) नर मक्खी—इनका आकार रानी की अपेक्षा कुछ छोटा तथा श्रमिकों की अपेक्षा कुछ बड़ा होता है। ये आलसी होते हैं और आजीवन मादाओं की कमाई पर मौज उड़ाते हैं। इनका काम केवल रानी मधुमक्खी से अंडे पैदा करना है।



अ ब स

चित्र ८१—विभिन्न प्रकार की मधुमक्खियाँ
(अ) आलसी मक्खी (Drone), (ब) श्रमिक मक्खी (Worker),
(स) रानी मक्खी (Queen)

मधुमक्खियों का भोजन—इनका भोजन मुख्यतः फूलों का पराग तथा फूलों का मधु है। पराग तो सभी फूलों में पाये जाते हैं लेकिन मधु किसी-किसी फूल मे मिलता है। मधुमक्खी एक चतुर तथा विवेकशील कीट है।

श्रमिक मक्खियों की पिछली टांग में "तूलिका" (Brush) तथा 'पराग की झोली' (Pollen bag) होती है, जिसके कारण ये पराग-संचय के लिए उपयुक्त होती हैं। मक्खी का सारा शरीर ब्रुश का काम करता है, क्योंकि यह रोओं से ढँका होता है। नर मक्खी डंक नहीं मार सकती, लेकिन रानी तथा श्रमिक डंक मार सकती हैं। रानी डंकों का इस्तेमाल दूसरी रानी के

विरुद्ध ही कर सकती है। श्रमिक आक्रमण करनेवाले जीवों से लड़ने के लिए डंक का इस्तेमाल करती है। यह आसानी से पता लगा लेती है कि किन फूलों में मधु है और किनमें नहीं। ये फूलों के चटक रंग और भीनें गंध से धोखे खाने-वाली नहीं है। संकटकाल के लिए ये मधु छत्ते के विशेष भाग में जमा करती है। ये मधु के अलावा हम लोगों को मोम भी देती हैं। पालक लोग इनका छोआ, गुड़ तथा चने या मटर का बेसन देते हैं।

मधुमक्खी पालन :—आजकल यह एक अच्छा गृह-उद्योग हो गया है। यह आर्थिक लाभ के अलावा मनबहलाव का भी एक साधन है। मधुमक्खी पालन एक कला है। इस उद्योग में न तो अधिक पूँजी की आवश्यकता है न अधिक साधन की। ये बक्सों में पाली जाती हैं। रानी जंगली छत्तों से या खरीद कर प्राप्त की जाती है। ये डंक भी मारती हैं। इनसे बचने के लिए मधु निकालने-वाला हाथ तथा मुँह पर जाली लगाता है तथा धुआँ का व्यवहार करता है। शत्रुओं तथा रोगाणुओं से इनकी रक्षा आवश्यक है। इनमें कई महामारियां होती है। इसके अलावा चिड़ियां, बन्दर, मनुष्य तथा चींटी वगैरह इसके शत्रु है, जो मधु चुराते है।

मधुमक्खियों से लाभ :—मधुमक्खियों से मोम और मधु प्राप्त होते है। मोम कई उद्योगों में तथा मधु भोजन या दवाइयों के रूप में व्यवहृत होता है। मधु में १७% जल, ७८% शक्कर तथा इसके अलावा कई खनिज लवण और वीकर (Enzymes) होते है। अप्रत्यक्ष रूप से भी ये फलों तथा फसलों के पौधों में परागण कर मनुष्य जाति का कल्याण करती है।

लाह के कीड़े भी लाभदायक कीट है, जिनसे लाह निकलता है। ये भी मधुमक्खी तथा रेशम के कीड़ों की भाँति पाले जाते है। ये कीड़े चिपचिपे लाह से घिरे होते है। ये बहुत छोटे होते है तथा बरगद, खैर, पलास तथा बेर के पेड़ों पर पाये जाते है। इस चिपचिपे पदार्थ को शाखाओं से खरोच कर पानी में उबाला जाता है। तब इसे पतले चदरा (Shellac) में परिणत किया जाता है। लाह के कीड़ों का पालन भारत में वैदिक युग से होता आ रहा है।

इससे चूड़ी, चदरा, ग्रामोफोन का रेकार्ड, वार्निस तथा जूते का पालिश वगैरह बनते हैं। प्लास्टिक अभी भी लाह का स्थान नहीं ले सका है।

संक्षिप्त वर्णन :--

(१) मधुमक्खी, रेशम के कीड़े तथा लाह के कीड़े जीवनोपयोगी कीटों में है।

(२) अन्य कीटों की भांति अंडे से लेकर वयस्क तक की चार अवस्थाएँ इनमें भी होती है।

(३) रेशम के कई फतिगे (Moths) है, लेकिन *Bombyx mori* उनमे मुख्य है। यह शहतूत के पेड़ों की पत्तियो को खाकर जीता है।

(४) रेशम कीड़े का सूखा हुआ लार (saliva) है। लार्वा चार बार केंचुल छोड़ने के बाद कोआ (Cocoon) बनाता है तथा इसी मे घिर जाता है। प्यूपा अवस्था को तब तक इसमें बिताता है, जब तक कि फतिगे में परिणत न हो जाय। इस अवस्था में छोड़ देने पर फतिगे इसे छेद कर निकल जाते है।

(५) कीड़े पालनेवाले फतिगों को इस अवस्था में निकलने नही देते है, क्योंकि ये कोए में अपने मुँह से क्षारीय पदार्थ निकालकर छेद कर देते हैं। इसी छेद द्वारा ये निकल जाते है। छेद हो जाने से रेशम के तागे छोटे-छोटे होकर टूट जाते है। इसलिए कोओं को फतिगों के निकलने के पहले ही खौलते पानी में डुबो देते हैं। प्यूपा कोए के अन्दर मर जाता है जिससे रेशम के तागे बिना टूटे हुए खुलते जाते हैं।

(६) कुछ कोए अगले साल के "बीज (seed)" के रूप में रख लिए जाते हैं। २५,००० कोओं से करीब १ पौड़ रेशम निकलता है।

(७) रेशम के कीड़ों के पालने को रेशम-पालन-उद्योग (sericulture) कहते है। यह एक प्रमुख गृह-उद्योग है।

(८) रेशम के कीड़ा-पालन की रीति सबसे पहले चीनवालों को ज्ञात थी। यह वहां के बौद्ध प्रचारको द्वारा दुनिया के अन्य देशों में फैला। आज भी चीन तथा जापान में रेशम के कीड़ों का पालन सबसे अधिक होता है।

(९) मधुमक्खियां झुंड में रहनेवाले कीट है। ये अपना छत्ता मोम से बनाती है और खाने के लिए शहद या मधु इकट्ठा करती है। अतः इनसे हमें शहद तथा मोम प्राप्त होते हैं। ये फसलों तथा फलों के पेड़ों में परागण कर हमें अन्न तथा फल उत्पादन में सहायता देती है। शहद भोजन तथा दवा के काम में आता है।

(१०) रानी, (Queen), नर या आलसी मक्खी (Drone) तथा श्रमिक मक्खी (non functional or worker females) तीन प्रकार की मक्खियाँ प्रत्येक छत्ते में होती है। रानी एक छत्ते में एक ही, आलसी कुछ तथा श्रमिक मक्खियाँ अधिक संख्या में होती है।

(११) कम पूंजी में मधुमक्खी-पालन एक अच्छा उद्योग है।

(१२) मधुमक्खियों मे सारंग, खैरा, मुनगा तथा छोटी मुनगा मुख्य है।

अभ्यास

१. कीट-पतंग प्राणियों के किस वर्ग में आते हैं? इनके मुख्य लक्षणों का उल्लेख करें।

1. In which class of animals are insects included? Mention their chief characteristics.

२. रोग-वाहक कीड़ों से आपका क्या तात्पर्य है? कुछ ऐसे कीड़ों तथा उनसे वहन किए जानेवाले रोगों के नाम बताएँ।

2. What do you mean by insect-vectors of diseases? Name some such vectors and the diseases caused by them.

३. रोग-वाहक कीटों में आप सबसे भयानक किसे समझते हैं और क्यों? इस कीट से बचाव के लिए कौन-कौन-सी सावधानियाँ बरतेंगे?

3. Which among the disease vector insects is the most dangerous and why? What precautions you will take to protect yourself from it?

४. तीन मक्खियों के तथा उनसे फैलाये जानेवाले रोगों के नाम बताएँ। मक्खियों को मारने के क्या उपाय हैं?

4. Name three flies and mention the diseases caused by them. How would you kill flies?

५ मलेरिया के मच्छड़ तथा मलेरिया के रोग में क्या सम्बन्ध है? इस रोग के फैलाने में मच्छड़ों का क्या हाथ है, बताएँ।

5. What is the relationship between Malaria and Mosquitoes? What is the role of mosquitoes in the spread of this disease?

६. मलेरिया से बचाव तथा इसके निवारण की कुछ विधियों का उल्लेख करें।

6. Briefly mention some preventive and curative measures against Malaria.

७. मच्छड़ों द्वारा फैलाये जानेवाले कुछ रोगों तथा उनके वाहक मच्छड़ों के नाम बताएँ।

7. Name some disease causing mosquitoes and the diseases caused by them.

८. अनोफेलिस तथा क्यूलेक्स मच्छड़ों की जीवनी की सचित्र एवं सारणिक तुलना करें।

8. Illustrate the differences between the Anophelis and Culex mosquitoes in a tabular form.

९. फसलों को बर्बाद करनेवाले कुछ कीटों के नाम बताएँ। इन रोगों से फसलों की रक्षा कैसे करेंगे?

9. Name some insect-pests of our crops. How would you protect your crops from them?

१०. तीन जीवनोपयोगी कीटों के नाम बताएँ और उनके आर्थिक महत्व पर टिप्पणी लिखें।

10. Name three useful insects and write short notes on their economic importance.

११. मधुमक्खियाँ शहद किन-किन पदार्थों से बनाती हैं? इनकी जीवनी संक्षेप में लिखें।

11. What from does the honey-bee prepare the honey? Give a short account of its life-cycle.

१२. रेशम के कपड़े किस चीज से बनते हैं? रेशम उत्पादन पर एक संक्षिप्त लेख लिखें तथा बताएँ कि रेशम के कोओं को उबालना क्यों जरूरी है?

12. From what things silken cloths are prepared? Write brief note on Silk-Production-Industry and tell that why the boiling of the cocoon is necessary?

१३. मक्खी की जीवन-कहानी संक्षेप में लिखें। समझाएँ कि वे हमारा किस प्रकार नुकसान करती हैं ?

13. Write briefly the life history of a fly. Explain how flies do harm to us. [Higher Secondary 1960 A]

१४. मनुष्य के लिए तीन जीवनोपयोगी तथा तीन नुकसान पहुँचानेवाले कीड़ों के नाम बताएँ। वे कैसे लाभ या हानि पहुँचाते हैं ?

14. Name three insects which are harmful and three inseets which are useful to mankind. How do they injure or benefit us ?

[Higher Secondary 1960 S]

१५. मानव जीवनोपयोगी तीन कीड़ों का संक्षिप्त वर्णन करें।

15. Describe briefly three insects which are useful to mankind. [Higher Secondary 1961 A]

दसवाँ अध्याय

प्रकृति-संरक्षण और वन्य-जीवन-सुरक्षा
(Nature conservation and wild life preservation)

मानव-कल्याण के लिए प्राकृतिक प्रसाधनों के संरक्षण को प्रकृति-संरक्षण कहते हैं। मनुष्य के आहार, वस्त्र, शक्ति (Power) आवास, उद्योगों के कच्चे माल तथा मशीनों के निर्माण-सम्बन्धी आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए प्राकृतिक प्रसाधनों का संरक्षण नितान्त आवश्यक है। प्राकृतिक प्रसाधन और वन्य-जीवन मनुष्य के मनोविनोद के भी बहुत बड़े साधन हैं। इन प्रसाधनों में कमी होने के कारण किसी भी राष्ट्र की उन्नति तथा उसका सांस्कृतिक विकास धीमा पड़ जा सकता है।

प्रकृति के सजीव तथा निर्जीव सभी पदार्थ कुछ नियमों द्वारा नियन्त्रित होते हैं। मनुष्य को प्राकृतिक प्रसाधनों के सदुपयोग के लिए इन्हें अच्छी तरह समझना आवश्यक है। इन प्रसाधनों के विषय में जितनी ही अधिक जानकारी होगी, उतना ही अधिक हमारा इनपर नियन्त्रण होगा। इनके संरक्षण में वर्त्तमान ज्ञान का उपयोग होना चाहिए तथा नये तथ्यों की खोज होनी चाहिए। आज के प्रौद्योगिक विकास के युग में प्राकृतिक प्रसाधनों का शोषण बड़ी तेजी से हो रहा है। अतः उनका दिनानुदिन ह्रास हो रहा है। कोयला, धातु, किरासन तेल और लकड़ी आदि का व्यवहार हम प्रचुर मात्रा मे करते जा रहे हैं। अतः इनका प्राकृतिक भंडार कम होता जा रहा है। बढ़ती हुई आबादी के आहार और आवास के लिए हम आज जंगलों को निर्दयतापूर्वक काटते जा रहे हैं। सदियों से फसलों को खेतो द्वारा धरती के खनिज लवणों का शोषण होता जा रहा है। इनके संरक्षण या पूर्ति के बारे में बिना सोचे हम

इन्हे खतम करते जायँ, तो कुछ वर्षों के बाद आनेवाली पीढी कठिनाई मे पड जा सकती है। अतः इनका उपयोग करते समय हमे भावी सन्तति का भी ध्यान रखना है।

प्रकृति मे सजीव तथा निर्जीव पदार्थो मे सन्तुलन रहना जीव-जगत के लिए आवश्यक है। निर्जीव या सजीव-जगत की सभी वस्तुएँ अन्यान्याश्रित है। धरती का अस्तित्व सूर्य पर आश्रित है। सूर्य का आकर्षण यदि पृथ्वी को उसकी धुरी तथा अपने चारो ओर न नचाये, तो दिन-रात और ऋतुओ का परिवर्त्तन न हो। दिन-रात या ऋतुओ का चक्र रुक जाय, तो पौधो का उगना असम्भव हो जाय। यदि पौधे न रहे, तो प्राणि-जगत का अस्तित्व न रहे। पृथ्वी पर यदि पहाड या जंगल न रहे, तो वर्षा न हो और वर्षा के अभाव मे पौधो का उगना असम्भव हो जाय। अतः पृथ्वी और सूर्य, चट्टान और जंगल, पौधे और जीव ये सब एक दूसरे से इस प्रकार सम्बन्धित है कि इनमे असन्तुलन आने पर मानव-जीवन खतरे मे पड जायगा। उपर्युक्त सभी चीजो के सन्तुलित सम्बन्ध को "प्रकृति का सन्तुलन" (Balance of Nature) कहते है, जिसे प्रकृति हमेशा बनाये रखने की कोशिश करती है।

प्रकृति-संरक्षण के कार्यक्रम मे हमे मिट्टी, खनिज और चट्टान, जंगल, वन्य-पौधो तथा प्राणियो की सुरक्षा करनी है। प्रकृति हमारे लिए आवास, आहार और अर्थ का ही भंडार नही है, बल्कि एक क्रीडा-स्थली भी है। यह वायु को सुगन्ध से भीना करनेवाले पुष्प, शहद, नारंगी सेब आदि की तरह मीठे पदार्थ धान्य, कन्द, मूल, वायु और जल की दात्री है। इसने हमे जीवित रहने तथा क्रमिक विकास के लिए भिन्न-भिन्न पदार्थ दिये है। अब ध्यान देने की बात है कि एक ओर प्रकृति ने हमारे लिए सुन्दर-से-सुन्दर उपभोग की चीजें बनाई है, तो दूसरी ओर सिंह, चीता, अजगर, बिच्छू और रोगाणु के जैसे भयानक शत्रुओ का भी निर्माण किया है। ऐसा क्यो? एक ओर मैना, तोता, मुर्गी, बतख ऐसे पक्षियो को मानव-कल्याण, आहार और मनोविनोद के लिए बनाया है तो दूसरी ओर फसलो को बर्बाद करनेवाले पक्षियो को भी बनाया है। अतः प्रकृति में कुछ जीव मानव-कल्याण के लिए बने है, तो कुछ जीव शत्रु के रूप मे भी पैदा हुए है, जो मनुष्य या उसके उपभोग की वस्तुओ को अपने आहार के रूप मे व्यवहार करते है। जीवो या प्राणियो की प्रत्येक स्पेशीज को देखने से यही बात नजर आती है। अधिकांश प्राणी प्रचुर मात्रा मे सन्तान पैदा करते है,

लेकिन उसमें से कुछ आहार, आवास की कमी या रोग के कारण मर जाते हैं। प्रत्येक स्पेशीज के लिए इस तरह कल्याणकारी और शत्रु जीव न पैदा हों, तो जीव जगत का विकास और अस्तित्व अवरुद्ध हो जाय। प्रत्येक जीव अपने रक्षक जीवों की तो रक्षा करता है, पर दुश्मन जीवों को मारना चाहता है। जीवों के इस घात-प्रतिघात के कारण ही जीव-जगत् में सन्तुलन बना हुआ है। किसी भी जीव के शत्रु न हों तो वह कालान्तर में सारी पृथ्वी को ढँक ले परन्तु प्रकृति में आहार, आवास की कमी तथा शत्रु-जीवों द्वारा खतम किये जाने के कारण इनकी संख्या एक सीमा के बाहर नहीं जाती। अगले अध्याय में अनेक जीवों के आपस में तथा प्रकृति से होनेवाले घात-प्रतिघातों के विषय में बतलाया जायगा।

जीवन का संघर्ष :—डार्विन के मतानुसार प्रत्येक जीव को आवास आहार के लिए अपनी ही स्पेसीज के जीवों तथा अन्य जीवों के साथ और प्रकृति से संघर्ष करना पड़ता है। इस संघर्ष में जो जीव सफल होते है, वे प्रकृति में रह पाते है और जो असफल होते है उनकी संख्या घटती जाती है और अन्त में खतम हो जाते है। इस संघर्ष में एक जीव दूसरे जीव को अपने कल्याण के लिए अपने प्रभुत्व में रखना चाहता है, और प्रकृति में अपने लिए अधिकाधिक आहार की मात्रा और आवास के लिए स्थान प्राप्त करना चाहता है। इसमें सफल होने के लिए जीव अपने में भिन्नता या परिवर्त्तन लाते हैं। इसी परिवर्त्तन या भिन्नता का दूसरा नाम विकास (Evolution) है। मानव आज सभी जीवों पर अपना अधिकाधिक प्रभुत्व जमाये हुए है; क्योंकि इसका बौद्धिक या मानसिक विकास सबसे अधिक हुआ है। आज यह प्रकृति पर विजय पाने के लिए सतत् प्रयास कर रहा है।

जंगलों से लाभ :—यह सच है कि जंगलों को साफ कर हम खेती की भूमि को बढ़ा सकते है, लेकिन जंगलों को साफ करने के पहले हम उनसे प्राप्त धन की पूर्त्ति कैसे करेंगे, यह भी सोचना होगा। ये हम लोगों के प्राकृतिक धन के भंडार है। ये वर्षा में मदद पहुँचाते है। ये जड़ी-बूटियाँ देते है; जिनसे अनेक प्रकार की दवाइयाँ बनती है। जंगल हमारे मनोविनोद के क्षेत्र है। इनमें अनेक प्रकार के मीठे फल और सुन्दर फूल पाये जाते है। इनसे हमें लकड़ियाँ प्राप्त होती है, जिन्हें हम मकान, लकड़ी का कोयला तथा फर्नीचर आदि बनाने के काम में लाते है। फसलों तथा प्राणियों में अभिजनन (Bree-

ding) के लिए अनेक प्रकार के पौधे और जीव मिलते हैं। जीवों का पूर्व इतिहास समझने के लिए हमें अनेक प्रकार के साधन मिलते है। वानस्पतिक तथा प्राणिक शोध के लिए हमें अनेक प्रकार की वस्तुएं मिलती है। वनों के उम्मूलन के बाद हमें ये पदार्थ न मिल पाएंगे।

घरेलू या पालतू तथा वन्य प्राणी :—जीवों के इस घात-प्रतिघात मे कितने प्राणियों ने अपने को मनुष्य के चरणों पर समर्पित कर दिया है। उन्हें हम पालतू जानवरों के रूप में अपने घरों में पोसते हैं। बैल, गाय, घोड़ा, खच्चर, गधा, भैंस, बकरी, ऊँट आदि को हम उनसे काम लेने के लिए अपने घरों में पालते हैं। घरेलू जानवरों में वांशिक भिन्नता (Hereditary variations) उतनी मात्रा में नही पाई जाती, क्योंकि इनको अपने आहार और आवास के लिए संघर्ष नही करना पड़ता। इन जीवों ने इस संघर्ष से बचने के लिए मानव को अपने को समर्पित कर दिया है। इनका लैंगिक मेल स्वतन्त्र रूप से नहीं होता। अतः वंशानुक्रम से उतनी भिन्नता नहीं होती है और होती भी है तो मानव के हित के लिए, उस जीव के हित के लिए नहीं। मनुष्य यदि गाय या भैंस की नस्लों में सुधार करना चाहता है, तो इसलिए नहीं कि वे और जीवों के संघर्ष में सफल होकर अपनी संतति का विकास करें, बल्कि इसलिए कि उनसे उसे अधिक से अधिक दूध मिल सके। अतः पालतू पशुओं में वंशानुक्रम से जो भिन्नताएं होती हैं, वे उनके मालिक मनुष्य के हित में होती हैं।

वन्य-जीवों में वंशानुक्रम से जो भिन्नताएं या परिवर्तन होते है वे इस जीव की संतति में इस प्रकार की भिन्नता लाते है, जिससे वह और जीवों से संघर्ष में सफलता प्राप्त कर सके। अब आपने समझ लिया होगा कि वन्यजीवों और पालतू जीवों के क्रमिक विकास में अन्तर क्यों है। किसी तथ्य को समझने के लिए हम अनेक प्रकार का प्रयोग करते है और यह प्रयोग तबतक जारी रहता है, जबतक कि हम अन्त में सही नतीजे पर न पहुँच जायं। इसको समझने के लिए सही प्रयोग पर पहुँचने के पहले के सारे प्रयोग बेकार-से प्रतीत हो सकते हैं, लेकिन इनका भी महत्व है। प्रत्येक गलत प्रयोग के अन्त में वैज्ञानिक अपनी गलती को महसूस करता है और दूसरे प्रयोग में उसके सुधार की चेष्टा करता है। इस तरह क्रमशः अपनी भूलों का सुधार करते हुए अन्तिम या सही प्रयोग पर पहुँचता है।

प्रकृति एक विशाल प्रयोगशाला है :—प्रकृति में प्रत्येक जीव जीवन के संघर्ष में सफल होने के लिए अनेक प्रकार की भिन्नताएँ लाते हैं। कुछ भिन्नताएँ तो उसके लिए कारगर सिद्ध होती है, जिन्हें जीव अपना लेता है तथा कुछ असफल होती हैं जिन्हें वह ठुकरा देता है। इसे हमलोग चुनाव कहते हैं। वन्य-पौधों या जन्तुओं में ये भिन्नताएँ बहुत अधिक होती हैं। इनका क्षेत्र बृहत् होता है। इसलिए आवास और आहार के लिए अनेक स्थानों में फैल जाते हैं तथा लैंगिक मेल में स्वतन्त्रता होने के कारण आनुवंशिक भिन्नता भी इनमें अधिक होती है।

अब आपने अवश्य समझ लिया होगा कि मानव कल्याण के लिए पालतू पशुओं या फसल के रूप में उगाये जानेवाले पौधों की नस्लों में उनसे महत्तम लाभ उठाने के लिए सुधार आवश्यक है और इस सुधार में मानव-कल्याण के लिए लाभप्रद भिन्नताएं (Useful variations) कृत्रिम विधि से लाना होगा। जिसके लिए पौधों या जन्तुओं में अभिजनन करनेवालों (Animal and plant breeders) की प्रकृति में होनेवाली भिन्नताओं और उनके परिणामों को समझना आवश्यक है। इनकी नस्लों में सुधार के लिए प्रयोग-शाला की नियन्त्रित अवस्था में कृत्रिम विधि से लायी भिन्नताओं तथा प्रकृति में होनेवाली भिन्नताओं के नतीजों की तुलना होनी चाहिए। यदि वन्य-पौधों या पशुओं की रक्षा हम न कर पाये, तो हमारा प्रयास रुक जायगा और हम फसलों तथा पालतू पशुओं में वांछित सुधार न कर पायेंगे।

हमारी राष्ट्रीय सरकार ने वन्य-जीवों की महत्ता को समझा है और इस दिशा में प्रयत्नशील है। देश के कल्याण के लिए पौधों की उपयोगिता को समझकर १९४८ ई० में भारत के खाद्यमंत्री श्री० के० एम० मुन्शी ने वनमहोत्सव पर जोर दिया। फल और छाया देनेवाले पौधों के लगाने पर काफी जोर दिया जा रहा है। वनों की व्यवस्था तथा वन-पालन (Silvi-culture) की अनेक विधियों द्वारा जंगलों का आर्थिक महत्व बढ़ाने की चेष्टा की जा रही है :

हमारी सरकार अनेक प्रकार के पौधे लगा कर मरुभूमि के फैलाव तथा समुद्र के किनारों का कटाव रोकने की चेष्टा कर रही है। इस कार्य में संयुक्त राष्ट्र संघ भी सहायता दे रहा है। वन्य-जीवों की रक्षा के लिए सरकार ने भारतीय वन्य-जीव मंडल (Indian Board for wild life) की

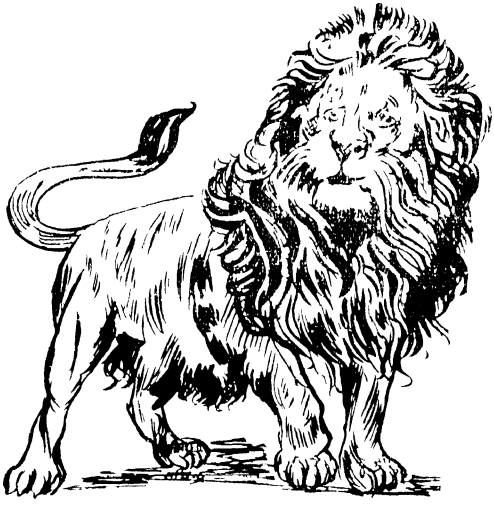
स्थापना भारत के खाद्य और कृषि मन्त्रणालय के तत्वावधान मे की है। यह मंडल सरकार को वन्य-जीवन-सुरक्षा पर सलाह देता है।

सरकार ने कानून बनाकर जंगलो मे अवैध रूप से शिकार, लकड़ी काटना तथा पशुओ का चराना बन्द कर दिया है। जंगलो को सुरक्षित कर तथा उसकी सुव्यवस्था द्वारा सरकार देश की आय-वृद्धि, मनोविनोद तथा शोध कार्य मे मदद करने की व्यवस्था हमारी पंचवर्षीय योजनाओ मे कर रही है।

अपने राज्य के कुछ जंगली जानवर—जंगली जीवो मे हाथी, चीता, शेर, हिरण, बनैला सूअर, गैंड़ा, भेड़िया, सियार तथा बाघ आदि है। इनमे कुछ हिंसक है तथा कुछ उनके भोजन के काम आते है। अपने राज्य के जंगली पशु बड़ी तेजी से मिटते जा रहे है। सन् १७६६ मे ईस्ट इंडिया कम्पनी के एक कर्मचारी पैमाईश करते हुए दाउद नगर के आगे घने जंगलों के कारण नही बढ़ सके। इनकी रिपोर्ट से पता चलता है कि गंडक के मुहाने के पास के जंगलों में इन्होने चीते, गैंड़े और जंगली भैंसे देखे थे। १८११ ई० में फ्रैंसिस बुकनान ने राजमहल और सकरी गली की पहाड़ियो में गैंड़े का उल्लेख किया है। कैप्टेन डबल्यू० एस० सरवील (१८४६-'५२) मे भागलपुर से गैंड़े और हाथियों का उल्लेख करते है। ई० जी० मान (१८७७ ई० मे) उल्लेख करते है कि भागलपुर में इससे बीस वर्ष पहले हाथी और गैंड़े पाये जाते थे। लेकिन हाथी पूर्णतः निर्मूल हो चुके है। आज हालत यह है कि गैंडे अब नेपाल की तराई के जंगलो में बच गये हैं। आरा जिले के रोहतास के जंगलो से वन्यपशु खतम होते जा रहे है। अधौरा मे अभी भी कुछ पशु सुरक्षित हैं। शेर (Lion) तो भारत के जंगलो से खतम ही होता चला जा रहा है। यह केवल अब सौराष्ट्रगीर जंगलो में बच गया है। इसीलिए इसे सुरक्षित वन (Protected forest) घोषित किया गया है। यही से एक राजा और एक रानी को बनारस जिले के चकराता के जंगलो मे रक्खा गया है। सुन्दर वन में पाये जाने वाला चीता (Royal Bengal tiger) देखने मे बड़ा ही सुन्दर होता है। इसके शरीर पर धारियाँ होती है।

हिंसक पशुओ में शेर, चीता तथा भेड़िया वगैरह है। ये सभी बिल्ली की प्रजाति मे आते है। ये सभी फेलिस (Felis) प्रजाति मे आते है। बिल्ली को Felis domestica शेर को *Felis leo* और चीते को *Felis tigris* कहते हैं। शेर बिहार के जंगलों में नही पाये जाते। नेपाल और बिहार की

सीमा के पास भीमफेरी, भीखनाथोरी, मैमालोटन के जंगलो में तथा हजारीबाग के जंगलों मे चीते पाये जाते है। इनके पैर के चंगुल (Claws) तथा इनके फाड़ने वाले दाँत (Canine teeth) काफी विकसित होते है। इनका निवास अधिकतर कंदराओं या गुफाओ में होता है। ये अधिकतर हिरण,



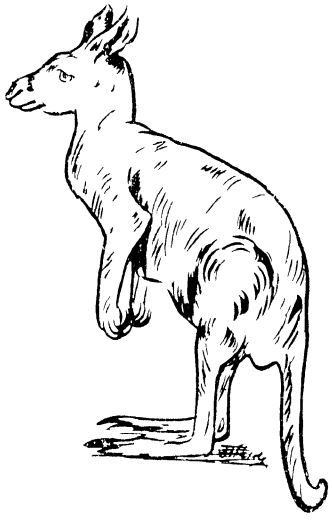
चित्र ८६—जंगल का राजा सिंह

नीलगाय तथा बकरी आदि का शिकार करते हैं। इन जीवों की कमी होने पर ये गाय बैल तथा मनुष्य पर भी चपेट करते हैं और वैसी दशा में मनुष्य के लिए भयानक सिद्ध होते हैं। एक बार घरेलू जानवरो या आदमी का मांस खा लेने पर ये नर-भक्षक हो जाते हैं। चीता साधारणतया मनुष्य पर आक्रमण नहीं करता। अपनी रक्षा के लिए किसी भी जानवर से लड़ जाता है। यह बड़ा बलिष्ठ पशु है। इसकी बुद्धि शेर से कम विकसित होती है। हिंसक पशुओं मे से चीता सबसे खूंखार है। अपने शिकार पर बड़ी तेजी से आक्रमण करता है। यह घने जंगलों में नहीं पाया जाता क्योंकि इसका शिकार वहाँ नहीं मिलता।



चित्र ८७—जिब्रा

गैंड़ा (Rhinoceros) तथा हिरण (Deer) चंपारन के जंगलों में मिलते हैं। ये हिंसक पशु नहीं हैं केवल फसलों को नुकसान पहुँचा सकते हैं। इसीलिए ये जहाँ होते हैं, वहाँ चीता का निवास होता है। चीतों को यदि मार दिया जाय, तो इनकी संख्या इतनी बढ़ जा सकती है कि इनसे फसलों की रक्षा एक समस्या हो जाय। उत्तर बिहार में नीलगाय (Blue bull) एक समस्या बन गई है। जंगलों के निर्मूलन के कारण इन भागों से इनके दुश्मन बिल्कुल खतम हो गये। गाय की गलत संज्ञा मिल जाने के कारण जल्दी इन्हें कोई मारता नहीं। इसलिए इनकी संख्या-वृद्धि काफी हो गई है। चारागाहों और परती जमीन के खतम हो जाने से अब फसलों के पौधों के अलावे इन्हें भी कोई दूसरा सहारा न रहा।

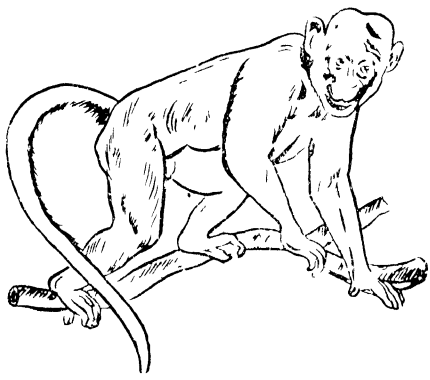


चित्र ८८—कंगारू

जंगली जीवों में साँप भी भयकर जीव है। सापों में करैत और गेहुँअन (King Cobra) सबसे भयानक हैं। नेवले (Mangoose) इनकी संख्या का नियंत्रण करते हैं। साँप, चूहों, मेंढ़कों, छिपकिली आदि कीड़े-मकोड़ों का नियंत्रण करते हैं। जंगली जीवों का एक दूसरे से इस तरह तारतम्य बँधा है कि किसी एक के खतम हो जाने से वन्य-जीवन का संतुलन बिगड़ जाता है। किसी भी जीव की संख्या वृद्धि अनियंत्रित रूप से हो, तो वह अपने से कमजोर सभी जीवों को खतम कर दे और अन्ततः इसका कुपरिमाण मनुष्य को भोगना पड़े। "जिन्दा रहो और दूसरों को जिन्दा रहने दो"—इसी सिद्धान्त पर वन्य-जीवों का संगठन हुआ है।

वन्य-जीवों के सन्तुलन के बिगाड़ने के कुपरिणाम को निम्नलिखित घटना से समझें। जमायका में गन्ने की काफी खेती होती है। चूहे इन गन्नों को काफी नुकसान पहुँचाते थे। इसलिए भारतीय जब वहाँ खेती करने गये, तो उन लोगों ने

भारत से नेवलों को मँगाया। नेवलों ने चूहों को खतम कर दिया। खेतिहर बहुत प्रसन्न हुए, लेकिन कुछ ही दिनों के उपरान्त यह खुशी विषाद् में परिणत हो गई। नेवले ने अब चूहे न मिलने पर साँप, मेढ़क तथा पालतू पक्षियों के चूजों को भी खाना प्रारम्भ कर दिया। आखिर में इन लोगों ने छिपकिली तथा जंगली पक्षियों तक को मारना शुरू कर दिया। ये कीड़ों पर अपनी जिन्दगी बसर करते थे, इसलिए कीड़ों की इतनी वृद्धि हुई कि सारी फसल नष्ट होने लगी। अन्त में सरकार को नेवलों को मारने के लिए पुरस्कार देना पड़ा। बिहार तथा उत्तरप्रदेश में चूहे तथा बन्दर फसलों के महान् शत्रु बन गये हैं। इनकी संख्या-वृद्धि बड़ी तेजी से होती है। लंगूरों को देवता समझ हमलोग मारते नहीं, इसी का यह कुपरिणाम है।



चित्र ८८ अ—बन्दर

जंगली पक्षियों में मोर, तोता, कोयल, गरुड़, कौआ तथा कबूतर आदि मुख्य हैं। मोर एक सुन्दर चिड़िया है। इसके पंख बड़े सुन्दर होते हैं। इसके पंख होते है, लेकिन यह तेजी से नहीं उड़ता। यह जमीन पर खोता बनाता है। तोता, कोयल वगैरह अपना घोसला पेड़ पर बना कर रहते है। ये सभी पक्षी की कोटि में आते है तथा अंडे देते है।

पानी में रहनेवाले पक्षियों में बतख, पनडुब्बी, गैरी वगैरह मुख्य हैं। इनका शिकार मनुष्य अपने आहार के लिए करता है। ये पानी के कीड़ा को खाकर जीते है। बतखों को लोग तालाबों में पालते भी हैं। पालतू पक्षियों में मुर्गी, बत्तख तथा कबूतर मुख्य है। मुर्गी-पालन तो आजकल एक व्यवसाय बन गया है। इनके अंडों में प्रोटीन तथा खनिज लवण काफी मात्रा में होते हैं। इसलिए इन्हें हमलोग खाते हैं। मुर्गियाँ कीड़े-मकोड़ों को खाती है। इसलिए घर की अगल-बगल कीड़ों की संख्या नियंत्रित रखती है। इनका मांस भी खाने में स्वादिष्ट होता है और प्रोटीन की इसमें प्रचुरता है। इनके अनेक शत्रु-

जानवर हैं जिनमें कुत्ते तथा बिल्ली मुख्य हैं। इन्हे इसीलिए रात को मुर्गी-खाना में बन्द कर देते है। भोजन की कमी को पूरा करने के लिए इन्हें दाना भी चुगने को दिया जाता है। इन्हे पीने के लिए शुद्ध जल का प्रबन्ध भी करना पड़ता है। "लेगहोर्न" मुर्गी के अंडे बड़े तथा स्वस्थ होते है। यह मुर्गी देशी मुर्गियो से बड़ी होती है। इसके सिर पर एक लाल छत्रक होता है। नर मुर्गियो की संख्या बढ जाने पर उनको हमलोग खाते है। इनको पंख होता है लेकिन ये ऊँचाई तक उड नही सकती।

कबूतरो की कई किस्मे होती है। गिरहबाज कबूतर सबसे अच्छा होता है। इनके अंडे नही खाये जाते। इनके लिए कबूतरखाना जमीन पर नही बल्कि जमीन के ऊपर खम्भे गाड़ कर, बनाते हैं। ये भी कीड़े-मकोड़े चुगते है, लेकिन इन्हे चुगने के लिए सरसो, चीना, मंडुआ आदि के दाने देते है। बतखो को घर के पास के तालाबो मे पालते हैं। इनके अंडो को भी खाते हैं। इनके अंडे मुर्गियो से बड़े होते हैं।

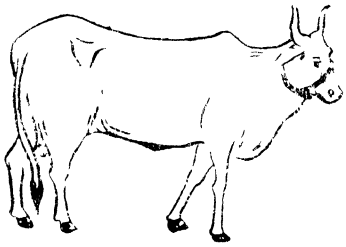
कुछ घरेलू पशु तथा उनका पालन

(Some domesticated animals and dairy farming)

घरेलू पशुओं मे गाय, बैल, भैंस, घोड़ा, कुत्ता तथा बिल्ली मुख्य है। गाय तथा भैंस को हमलोग दूध के लिए पालते है। गाय खुरवाला पशु है और इसके खुर फटे होते हैं। यह बड़ी सूधी होती है। गाय हमें दूध ही नही देती, वरन् इसके बछडे बोझ ढोने तथा हल जोतने के काम मे आते हैं। गाय को हमलोग माता कहकर पुकारते है। इसका कारण यह है कि कृषि-प्रधान देश के लिए इसका बहुत बड़ा महत्व है। गाय की कई किस्मे है। कुछ गायें दूध अधिक देती है लेकिन उनके बछडे अच्छे नही होते। अच्छी गाय दूध भी अधिक देती है और उनके बछडे भी हल जोतने के लिए उपयुक्त होते है। गाय की निम्नलिखित किस्मे मुख्य है :—

१. शाहीवाल :—यह पंजाबी गाय है। दूध सबसे अधिक देती है, पर इसके बछड़े हल जोतने के लिए अच्छे नही होते। इनका रंग लाल, सींग छोटी तथा कद मंझोला होता है। प्रतिदिन १०-१५ सेर दूध देती है।

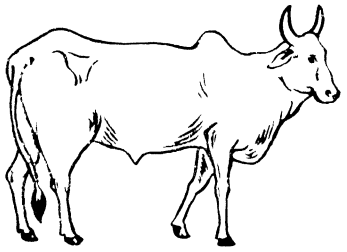
२. हरियाना—यह गाय पंजाब के हिसार जिले में पायी जाती है। यह सबसे उपयोगी गायों में से एक है। यह दूध कुछ कम देती है, पर बछड़े तेज तथा मजबूत होती है। कान लम्बे, पूँछ ठेहुनों के नीचे तक और शरीर गठीला होता है। रोज ५ सेर से अधिक दूध नहीं देती।



चित्र ८९—हरियाना गाय

३. बछौर :—यह बिहार की अपनी नस्ल है। इसका जन्म-स्थान मुज्जफरपुर जिला का सीतामढ़ी सबडिवीजन तथा दरभंगा जिला का कोइलवर परगना है। आकार छोटा, रंग खाकी और ललाट चौड़ा होता है। यह गाय दो सेर दूध देती है, पर बछड़े बड़े तेज और गठीले होते है। सीतामढ़ी का पशु-मेला इनके बछड़ों का अच्छा मेला है। उत्तर-बिहार के किसान यहीं से बछड़े खरीदकर ले जाते है।

४. शाहाबादी :—इसका जन्म-स्थान बिहार का शाहाबाद जिला है। यह भूरे रंग की सूधी गाय होती है। इसकी गर्दन छोटी, माथा चौड़ा और सींग मोटी होती है। इसके बछड़े तेज होते है और लगभग ५ सेर दूध रोज देती है।

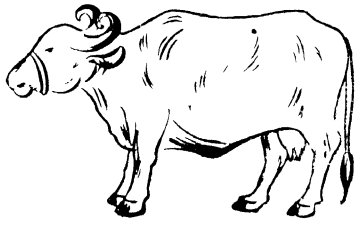


चित्र ९०—शाहाबादी गाय

५. थारपार :—इसका जन्म-स्थान राजपूताना तथा उत्तरी-पश्चिमी भारतीय क्षेत्र है। इसकी खुराक कम है। यह मँझोले कद की होती है। इसका ललाट उभरा हुआ, शरीर भूरा तथा सफेद और मुँह लम्बा और सींग मुड़ी हुई होती है। दूध या बछड़ों के लिहाज से यह उत्तम गाय है।

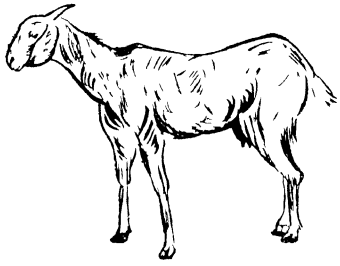
भैंस :—इसका दूध मोटा होता है क्योंकि गाय के दूध से इसमें दुगुना मक्खन होता है। इसके मक्खन तथा दही से घी निकलता है। भैंसा बैल की

अपेक्षा सुस्त होता है। यह हल चलाने की अपेक्षा ईख पेरने, रहट चलाने और गाड़ी खीचने के काम में आता है। इनकी मुर्रा तथा गुजराती नस्ले प्रसिद्ध है। मुर्रा पंजाब के करनाल, गुड़गांव और रोहतक जिलों में पायी जाती है। यह हमारे प्रान्त की भैसों की अपेक्षा अधिक घी तथा दूध देती है। इसका शरीर काला और सुन्दर तथा सीग सुहावनी होती है। इसका थन बड़ा और छीमियाँ लम्बी होती है। यह प्रतिदिन १०-१२ सेर दूध देती है।



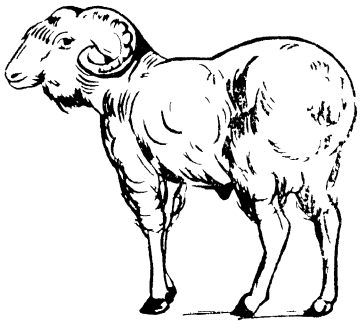
चित्र ९१—मुर्रा भैंस

बकरी :—बकरी का दूध स्वास्थ्य के लिए काफी मुफीद है। गांधीजी बकरी का दूध बहुत पसन्द करते थे। इनमें जमुनापारी सबसे अच्छी नस्ल है। उत्तर प्रदेश का इटावा जिला इसका आदि स्थान है। इसका रंग बादामी और कद बड़ा होता है। पूँछ के नीचे जांघों पर बड़े-बड़े बाल होते हैं।



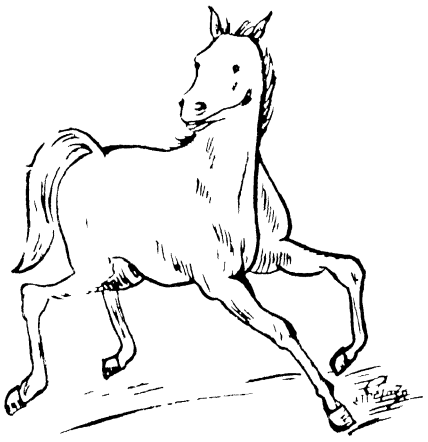
चित्र ९२—बकरी

भेड़ :—भेड़ ऊन तथा मांस के लिए पाली जाती है। बिहार के भागलपुर जिले में बीकानेरी भेड़ें पाली गयी हैं। इनके ऊन से कम्बल, दरी, आसनी वगैरह बनती हैं। ऊन काफी मुलायम नही होता। इनका जन्म स्थान पंजाब का हिसार और रोहतक जिला है।



चित्र ९३—भेड़

चौपायों की देखरेख :—भारत एक कृषि-प्रधान देश है और चौपाये हमारी खेती के आवश्यक अंग है। इसलिए उचित निगरानी आवश्यक है। इनके रहने के लिए उचित स्थान, भोजन तथा रोगों से बचाव बहुत जरूरी है। इसकी नस्लो में सुधार तथा कृषकों को इस दिशा मे मदद करना सरकार का काम है। सरकार इस दिशा मे प्रयत्नशील है। इनकी आवश्यकताओ को नीचे दिया जा रहा है—



चित्र ६४—घोड़ा

मवेशीखाना:—पशुओ के रहने का स्थान ऊँची जमीन पर होना चाहिए तथा वर्षा और धूप से बचाव के लिए इनके ऊपर छप्पर होना चाहिए। इनके रहने का घर खुला होना चाहिए। पछिया हवा तथा ठंढ़क से बचाव होना चाहिए। आवास की कमी के कारण प्रत्येक जाड़े में हमारे पशु-धन को काफी क्षति पहुँचती है। इनके गोबर तथा मूत्र को रोज उठाकर खाद के ढेर पर डाल दें। इससे सफाई भी रहेगी तथा अच्छी खाद भी मिल जायेगी। इनके आवासों के पास पानी का हौज अवश्य हो ताकि दिन में कम से कम दो बार इन्हें पानी पिला सकें। नीचे की भूमि में ईंटें बिछी हों तो अच्छा है। इस पर एक डेढ़ इंच मिट्टी बिछा देनी चाहिए; ताकि इसमें पशुओं का मूत्रादि भीन कर खाद पर पहुँच जाय।

पशुओं का भोजन—पशुओं के भोजन में (१) चारा और (२) दाना मुख्य है।

(१) चारा—जैसे हरी घास, मकई की डाँठ, गेहूँ, जौ तथा जई आदि का भूसा, हरा जनेरा, बरसेमा तथा मेंथ आदि है। हरी घास भूसा से अधिक पुष्टिकर है। इससे मवेशियो की पाचनशक्ति भी बढ़ती है और दूध देनेवाले पशुओं में दूध भी बढ़ता है। हरे चारे में जई का पौधा, बरसेमा तथा मेथ का व्यवहार करना चाहिए। घास या अन्य हरे चारों की कमी में भूसा वगैरह यथोचित लाभ नही पहुँचाते।

(२) **दाना**—चोकर, दलहनों की सतुई या बेसन, दाल का छिलका, जौ, जई और तीसी की खल्ली आदि है। पशुओं को कपास का बिनौला तथा महुआ का सुखाया हुआ फूल भी देते हैं। दानों के साथ पेंगा नमक आवश्यक है।

अलग-अलग पशुओं तथा उम्र के हिसाब से उनकी खुराक अलग-अलग होती है। निकम्मे बैल तथा विसूखी गाय की खुराक हल्की तथा काम-काजू बैल और दूध देनेवाले पशुओं को अधिक भोजन देना चाहिए। काम कम रहने पर शरीर के हिसाब से पशुओं को भोजन मिलना चाहिए। उदाहरण के लिए दूध देनेवाली गाय तथा कामकाजू बैल की खुराक नीचे दी जाती है। दुधारू गाय को दाना पानी में भिगों कर और हरा चारा यथेष्ट देना चाहिए।

गाय की खुराक—

पदार्थों के नाम	मात्रा
१. तीसी की खल्ली	८ छटाँक
२. भूसी या चोकर	१२ छटाँक
३. अनाज (जौ, मकई या चोकर)	४ छटाँक
४. भूसा	५ सेर
५. हरी घास	६ सेर
६. नमक	१ छटाँक
टोटल	१२ सेर ९ छटाँक

इसके अलावा ३ सेर अधिक दूध के लिए प्रतिदिन १ सेर दाना अधिक देते हैं। भैंस को भी ढाई सेर अधिक दूध के लिए एक सेर अधिक दाना देना चाहिए।

बैल की खुराक

१. पुआल	५ सेर
२. हरीघास	१० सेर
३. सरसों की खल्ली	१ सेर
४. नमक	१ छटाँक
टोटल	१६ सेर १ छटाँक

बछड़ों का भोजन—इनके शरीर की वृद्धि के लिए उचित भोजन जरूरी होता है। शरीर के प्रति १० सेर वजन पर १ सेर दूध देना चाहिए। दो

महीने के बाद हरी घास की आदत डालनी चाहिए। बछड़ा ५-६ महीने का हो जाय, तो दूध छुड़ा देना चाहिए।

हरा चारा (Green fodder)

हरा चारा पशुओं के लिए नितान्त आवश्यक है। सूखे चारों में कुछ पोषक तत्वों की कमी होती है, जिनकी पूर्त्ति के लिए हरा चारा आवश्यक है। ये चारे हमें मुख्यत: दो कुलों (Families) से प्राप्त होते है—

(१) धान्य कुल के—जिनमे मकई, जनेरा, जई वगैरह मुख्य हैं।

(२) शिम्बी कुल के—जिनमें उड़द, मेथ, बरसेमा, खेसारी और मटर हैं।

हरे चारों का अचार और साइलोज—सालों-भर मवेशी के लिए हरा चारा जुटाना मुश्किल है। बरसात मे इनकी अधिकता होती है, पर गर्मी या जाड़ों में कमी हो जाती है। इसलिए हरे चारो का अचार जिसे "साईलेज" कहते है, बनाकर सालों भर के लिए रख लेते है।

इसके लिए पहले ६ फुट व्यास का ६ फुट गहरा गड्ढा खोदते है। इसे गोबर और मिट्टी से अच्छी तरह लाप देते है। नीचे कुछ पुआल देते है और उसके ऊपर हरी कुट्टी आध फुट भरते है। हरी कुट्टा को पैरों से खूब रौंदकर बैठा देते हैं। इसके बाद आधा सेर नमक छिड़क दिया जाता है। इसी तरह कुट्टी और नमक देते हुए इसको जमीन तक पहुँचाते है। ऊपर से एक फुट ऊँचा पुआल देकर मिट्टी से ढँक देते है।

पशुओं के कुछ रोग और उनके निदान

पशुओं के अनेक रोग हैं। इनकी प्रारम्भिक जानकारी सबको होनी चाहिए। इनमें कुछ तो संक्रामक है और उनकी जानकारी अत्यावश्यक है। एक बार फैल जाने पर हजारो पशु मर जाते हैं।

(१) छेरा या चेचक—यह संक्रामक रोग है। एकाएक ऊँचा बुखार, पाखुर तथा भोजन का बन्द होना, उजले रंग का खून लिये पाखाना होना तथा साँस लेने मे कराहना इसकी मुख्य पहचान है। इसमें ५० प्रतिशत रोगी पशुओं की मृत्यु हो जाती है। ५-६ दिनों तक यह बीमारी रहती है। इससे बचाव के लिए टीका दिया जाता है और जौ का आटा पानी में घोल कर रोगी पशुओं को पिलाते हैं।

(२) गलसूआ या गलफुली—यह अधिकतर बरसात में होता है। इसे "डकहा" कहते हैं। गले के नीचे कड़ी सूजन, ऊँचा तापक्रम, आँखें लाल, जीभ फूलकर बाहर निकलना, मुँह से लार चूना और साँस लेने में घरघराहट की आवाज इसकी पहचान है। इस रोग का भी टीका होता है। सूजन पर टिंचर लगाना चाहिए तथा जीभ और मुँह को फिटकिरी के पानी से धोना चाहिए। दलदल जमीनवाले चारागाह मे चरने से यह रोग होता है।

(३) लंगड़ा बुखार—इस रोग में अगले या पिछले कुल्हे में सूजन हो जाती है। इसे दबाने पर पुड़पुड़ की आवाज होती है। सूजे हुए भाग को चीरने से खटाई की गंध आती है। फेन और खून मिश्रित पानी निकलता है। मांस सड़ जाता है और दुर्गन्ध आती है। इसकी सबसे अच्छी दवा बार-बार पेनिसिलिन की सूई है।

(४) खोरहा—यह प्राणघातक रोग नहीं है। इससे गाय या भैंस का दूध सूख जाता है तथा बैल निकम्मे हो जाते हैं। पशु सुस्त होकर लंगड़ाने लगता है। जीभ पर तथा खुर के नीचे फोड़े निकल आते हैं और उनमें घाव हो जाते हैं। इससे बचने के लिए घाव को गर्म पानी से धोकर कार्बोलिक अम्ल या नारियल का तेल लगायें। निवासस्थानों को कीटाणु नाशक दवाओं से धोयें तथा पशुओं को छूत से बचाएँ। टुनकी भी एक संक्रामक रोग है।

पशुओं के अन्य रोगों मे पेट फूलना या बदहजमी, सींग टूटना, दस्त आना आदि हैं।

संक्षिप्त वर्णन—

(१) मानव-कल्याण के लिए प्राकृतिक प्रसाधनों के सरक्षण को प्रकृति संरक्षण (Nature conservation) कहते है। खनिज पदार्थों, जंगलों, वन्य-पशुओं तथा मिट्टी की रक्षा इस संरक्षण के प्रमुख अंग हैं।

(२) प्रकृति की सभी सजीव तथा निर्जीव वस्तुएँ आपस मे तथा एक दूसरे पर आश्रित हैं। इनके उन आपसी सम्बन्धों के पूर्ण संतुलन को प्रकृति का संतुलन (Balance of Nature) कहते है। इस संतुलन मे कोई गड़बड़ी मानव के लिए तत्काल या कालक्रम में अहितकर सिद्ध होती है।

(३) जंगलों से फल-फूल, जड़ी-बूटी, शहद, लाह, काष्ठ तथा अनेक आर्थिक और औद्योगिक महत्व की चीजें मिलती हैं।

(४) प्रकृति एक महती प्रयोगशाला है। अतः जंगलों तथा वन्य-जीवों की भिन्नताएँ (Variations) अभिजनको (Breeders) और शोधकों (Researchers) को अनेक प्रकार के प्रयोगो में मदद पहुँचाती हैं।

(५) वन्य-पशुओं में चीता, शेर, साँप, बिच्छू, हिरण, नीलगाय, गैंड़ा, गीदड़ तथा खरगोश आदि है।

(६) वन्य-पक्षियों में मोर, तोता, मैना, गरुड़, कौआ आदि मुख्य हैं।

(७) पालतू पशुओ में गाय, बैल, भैंस, घोड़ा, ऊँट, गधे, खच्चर, भेंड़, बकरी, बिल्ली, कुत्ते आदि मुख्य हैं।

(८) गाय की नस्लों में शाहीवाल, हरियाना, बछौर, शाहाबादी तथा थारपारकर; भैंस में मुर्रा और गुजराती; बकरी में जमुनापारी तथा भेंड़ में बीकानेरी मुख्य है।

(९) पशुधन के लिए उचित आवास, संतुलित भोजन तथा रोग-निग्रह का प्रबन्ध अत्यावश्यक है।

(१०) पशुओं के भोजन में चारा और दाना प्रधान है। हरे चारे में घास, हरा जनेरा, जई के पौधे, बड़सेम और मेंथ आदि है। सूखे चारे में भूसा, पुआल तथा डाँठ वगैरह है।

(११) पशुओ की पाचन-शक्ति की वृद्धि तथा उनके स्वास्थ्य के लिए हरा चारा आवश्यक है।

(१२) गर्मी या जाड़े में हरे चारों की कमी मे अचार का व्यवहार किया जाता है

(१३) पशुओं के संक्रामक रोगो में छेरा, गलसूआ, गलफुल्ली, लंगड़ा बुखार, खोरहा तथा टुनकी मुख्य हैं। पशु-पालन (Dairy farming) करनेवालों को इन रोगों के लक्षण तथा निदान से जानकार होना चाहिए।

(१४) पालतू पक्षियों में मुर्गी, बतख और कबूतर मुख्य है। मुर्गी तथा बतख के अंडे और मांस दोनों तथा कबूतर का केवल मांस भोजन के काम में आता है।

(१५) वन्य-जीवों की सुरक्षा के लिए बिहार के हजारीबाग जिले में पदमा तथा उत्तर प्रदेश में रामगंगा नामक राष्ट्रीय पार्क बनाये गये है। इन

राष्ट्रीय पार्कों में जंगली जीवों की सुरक्षा की गई है। राष्ट्रीय पार्कों (National parks) तथा चिड़ियाखानों (Zoological gardens) में वन्य-जीवों को सुरक्षित रखा गया है।

(१६) कुछ जंगलों को सुरक्षित घोषित किया गया है। उन जंगलों में शिकार गैरकानूनी घोषित किया गया है।

अभ्यास

१. **प्रकृति-संरक्षण से आपका क्या तात्पर्य है ? प्रकृति संरक्षण क्यों आवश्यक है ?**

1. What do you mean by nature conservation ? Why is it necessary to conserve nature ?

२. **वन्य-जीवों तथा जंगलों की सुरक्षा क्यों आवश्यक है ? इनकी सुरक्षा कैसे करेंगे।**

2. Why is it necessary to preserve forests and wild-life ? How would you preserve them ?

३. **दो घरेलू और दो वन्य जानवरों के, जो बिहार में पाये जाते हैं, विशेष लक्षणों का संक्षिप्त वर्णन करें।**

3. Describe briefly the characteristics of two domestic animals and two wild animals found in Bihar.

(H. S. S. E.—1961 A.)

४. **पशुओं के लिए हरा चारा क्यों आवश्यक है ? कुछ हरे चारों तथा उनके कुलों का उल्लेख करें।**

4. Why is green forage necessary for dairy animals ? Mention some green forage plants and the families which they belong to.

५. **हरे चारों के अचार से क्या समझते हैं ? इसके तैयार करने की विधि तथा आवश्यकता बताएँ।**

5. What do you mean by silage of green forage ? Describe the method of its preparation and mention its necessity.

६. पशुओं को खिलाने का क्या सिद्धान्त है ? गाय के भोजन में विभिन्न पदार्थों का क्या अनुपात होना चाहिये ?

6. What is the principle of giving diet to dairy animals ? What should be the proportion of different constituents in a cow's diet ?

७. पशुओं के कौन-कौन मुख्य संक्रामक रोग हैं ? इनके लक्षणों तथा निदान का संक्षेप में वर्णन करें ।

7. What are the important epidemics of dairy animals ? Describe briefly their diagnosis and treatment.

८. "प्रकृति एक महती प्रयोगशाला है"—कैसे साबित करेंगे ?

8. How would you prove that nature is a huge laboratory ?

९. प्रकृति के सन्तुलन से आपका क्या तात्पर्य है ? सोदाहरण इसका महत्व समझाएँ ।

9. What do you mean by balance of nature ? Point out its importance with suitable examples.

ग्यारहवाँ अध्याय

हमारा शरीर

अपने शरीर की तुलना हम बहुत बड़े कारखाने से कर सकते है। इसकी रचना असंख्य तथा अनेक प्रकार की कोशिकाओं से हुई है। श्रम-विभाजन या कार्य-विशेष के अनुसार ये कोशिकाएँ विभिन्न प्रकार के ऊतक (Tissues) बनाती हैं। कार्यो के अनुसार हमारे शरीर के कई विभाग है। प्रत्येक विभाग को संस्थान (Systems) कहते हैं। शरीर के मुख्य कार्यो में पाचन, रक्त-संचालन, मलोत्सर्जन आदि है। प्रत्येक कार्य से सम्बन्धित अंगों को हमलोग संस्थान कहते हैं। हमारे शरीर के निम्नलिखित संस्थान है —

१. पाचन संस्थान (Digestive system)
२. हड्डी संस्थान (Skeletal system)
३. श्वसन संस्थान (Respiratory system)
४. मलोत्सर्जन संस्थान (Excretory system)
५. प्रजनन संस्थान (Reproductive system)
६. स्नायविक संस्थान (Nervous system)
७. मांसपेशी संस्थान (Muscular system)
८. रक्तसंचारण संस्थान (Circulatory system)

इन संस्थानों में कुछ का वर्णन आगे किया गया है। बनावट के हिसाब से शरीर के तीन भाग है :—

(अ) सिर (Head) तथा गर्दन (Neck)—श्रवण यन्त्र (कान), घ्राण यन्त्र, (नाक) चक्षु यन्त्र (आँख) तथा ज्ञान यन्त्र (मस्तिष्क) आदि इसी भाग में होते है। मुँह तथा जबड़े भी इसी भाग में होते हैं।

(ब) **वक्ष तथा उसके उपांग** (Thorax and its appendages)—इसके उपांगों में दोनों बाहु आते है। वक्ष के भीतर हृदय, फेफड़े, निगल (Oesophagus) वगैरह है।

(स) **उदर तथा उसके उपांग** (Abdomen and its appendages)—इसके उपांग मे पैर आते है। इसके भीतर अन्न-नली का अधिकांश भाग आमाशय, छोटी आँत, बडी आंत तथा गुदा आदि है। वृक्क (Kidneys) तथा पेशाब की थैली (Urinary bladder) भी इसी भाग में होती है।

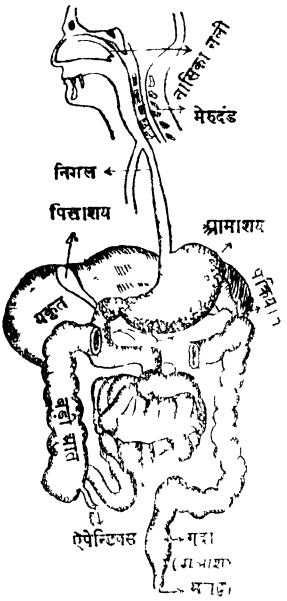
पाचन संस्थान :—पाचन के लिए मुँह से मलद्वार तक एक टेढी-मेढ़ी नली होती है, जिसकी लम्बाई करीब ३२ फुट होती है। इसे अन्न-नली या पाक-नली (Alimentary canal) कहते है। इसके अनेक भागो तथा अनेक कार्यों का संक्षेप में नीचे उल्लेख किया जा रहा है :—

(१) **मुँह विवर** (Mouth cavity)—मुँह में जीभ होती है। जीभ के मुख्य कार्य ये हैं :—

(अ) भोजन का स्वाद लेना, (ब) भोजन को दाँतों के बीच चिवाने में मदद करना, (स) कुछ खमीर या विकर (Enzymes) पैदा करना, (द) बोलने में सहायता करना। इसकी बनावट इन कार्यों के लिए उपयुक्त होती है। जीभ को ऊपरी सतह को आप गौर से देखें, तो उसपर कुछ दाने-दाने जैसी उठी हुई संरचनायें दीखती हैं। इन्हें स्वाद कलिकाएँ (taste buds) कहते हैं। इसकी निचली सतह चिकनी होती है और एक झिल्ली मे ढँकी होती है, जिसे श्लेष्मिक झिल्ली (Mucous membrane) कहते हैं। इससे एक प्रकार का चिकना तथा लसीला रस निकलता है, जो भोजन को पचाने मे सहायक होता है। अधिक घबराने पर यह रस नहीं निकलता। इसीलिए हमारा मुँह सूखने लगता है। चबाये हुए भोजन से मिलकर उसे साँड़ की तरह के चिकने पदार्थ में बदल देता है, जिसे आम-रस (Chyme) कहते है। मुँह के भागो में दाँत, जीभ, तालू, लुर्दी (Tonsil) तथा श्वास-नली आदि हैं। दाँत भोजन को कुतरने तथा चबाने के काम मे आते है। भोजन का पाचन यहीं आरम्भ होता है। मुँह की ग्रन्थियों में प्रधान छह लार ग्रन्थियाँ (Salivary glands) हैं। इनमे से दो मुँह के भीतरी भाग में, एक दाहिने तथा एक बायें (Parotid glands), दो जबड़े के नीचे (Submaxillary glands)

तथा दो (Sub-lingual glands) जीभ के नीचे होती है। इनसे निकले हुए रस को लार या Saliva कहते हैं। प्रतिदिन हमारे मुँह से एक सेर तक लार निकल सकती है। इसमे माल्टेज (Maltase) नामक एक विकर या खमीर (Enzyme) होता है जो कार्बोहाइड्रेट को शक्कर मे बदल देता है। आपने अनुभव किया होगा कि भोजन को हमलोग जितना ही चबाते है, उतना मीठा लगता है। इसका कारण है कि देर तक चबाने से खमीर अपना काम ठीक से कर पाता है। अन्य प्रकार के भोजनो जैसे—वसा, प्राटीन तथा लवणो पर इसकी प्रतिक्रिया नही होती है।

(२) निगल (Gullet)—भोजन मुँह से करीब एक फुट की नली निगल द्वारा एक थैली मे पहुँचता है जिसे आमाशय (Stomach) कहते हैं।



चित्र ९५—आदमी का पाचन संस्थान

इस नली में भोजन पर कोई प्रतिक्रिया नही होती है। मुँह के पिछले भाग से दो नलियाँ निकलती हैं। इनमें से एक का लगाव फेफड़े से तथा दूसरे का आमाशय से है। दोनो नलियो के उद्गमस्थान के पास किवाड़ जैसा एक पट होता है, जिसे उप जिह्व (Epiglotis) कहते हैं। भोजन के भीतर जाते समय यह पट या किवाड़ फेफड़े के द्वार को बन्द कर देती है। कभी-कभी जब हमलोग जल्दी मे खाने लगते है, तो भोजन के कण या पानी का अंश फेफड़ो के द्वार में घुस जाता है। ऐसी दशा मे जोर-जोर से खाँसी आती है और जबतक यह निकल नही जाता, खाँसी रुकती नही है (देखे चित्र ९५)। इसकी दीवार स्वतंत्र मांस पेशियो से बनी होती है।

(३) आमाशय (Stomach)—इसका आकार फुटबॉल के ब्लैडर की तरह होता है। खाने के पहले सिकुड़ा रहता है, लेकिन भोजन के बाद फूल जाता है। इसकी चौड़ाई करीब आधा फुट तथा लम्बाई एक फुट होती है।

अन्न-नली का यह भाग उदर में होता है। इसकी रचना भी स्वतंत्र मांस-पेशियों से हुई है। इसकी बाहरी सतह चिकनी होती है तथा भीतरी सतह पर लम्बी सिकुड़नें (longitudinal folds) होती है। इन्हें "विलाई" (Villi) कहते हैं। इनसे निकले रस को आमाशय-रस (Gastric juice) कहते है। प्रत्येक वयस्क मनुष्य के आमाशय में १ से २ गैलन तक यह रस निकल सकता है। इसका कुछ भाग भोजन के पचाने में काम आता है, लेकिन अधिकांश पुनः रक्त में मिल जाता है। आमाशय रस में **पेप्सिन** (Pepsin), **रेनिन** तथा **नमक का तेजाब** (Hydrochloric acid) रहता है। रेनिन द्वारा **दूध दही तथा वसा में** बदल जाता है। **पेप्सिन प्रोटीन को पेप्टोन में** बदल देता है। ये सभी क्रियाएं नमक के तेजाब की मौजूदगी में होती है। आमाशय-रस अम्लीय (Acidic) होता है। इसमें अम्ल या तेजाब की कमी से **पाचन** ठीक से नहीं होता है, पेट फूल जाता है और खट्टी डकार आती है। भोजन के साथ आये हुए जीवाणुओं को यह अम्ल मार डालता है। आमाशय में कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन तो पच जाते हैं, परन्तु वसा नहीं पचता। आमाशय में ये सभी पदार्थ गाढ़ा माँड़ की तरह का आम-रस (Chyme) बनाते हैं। इसे बनने में औसतन तीन घंटे, लेकिन मांस, मछली या अंडा के पचने में चार घंटे लगते हैं।

(४) पक्वाशय (Duodenum)—आमाशय का पिछला भाग एक दस इंच के 'U' के आकार की नली से जुटा होता है। इसे पक्वाशय कहते हैं। पक्वाशय और आमाशय का संगम काफी सिकुड़ा हुआ होता है। दोनों के बीच में एक छेद-सा द्वार रहता है, जिसे पक्वाशय द्वार (Pylorus) कहते हैं। पक्वाशय द्वार के चारों ओर वृत्ताकार पेशियाँ रहती हैं, जिसे संकोचनी पेशी (Sphincter muscle) कहते हैं। इसी के सिकुड़ने और फैलने पर आमाशय से पक्वाशय में भोजन जाना निर्भर करता है। पक्वाशय में दो जगहों पर दो नलियाँ आकर खुलती हैं। एक नली यकृत तथा दूसरी पैंक्रियाज या क्लोम से आती है। यकृत नली पित्त-रस (Bile-juice) तथा क्लोम-नली क्लोम-रस (Pancreatic juice) लाकर पक्वाशय में डालती हैं। पित्त-रस क्षारीय होता है। यह अम्लीय आमाशय-रस को उदासीन (Neutral) बना देता है। पेप्सीन का प्रभाव खत्म हो जाता है। पित्त-रस चर्बी को पचाता है, आंत में होनेवाली क्रियाओं को उत्तेजित करता है तथा

भोजन को सड़ने से बचाता है। क्लोम-रस में तीन खमीर ट्रीपसीन, एमाई-लौप्सिन तथा स्टीपसीन हैं। ट्रीपसीन प्रोटीन को एमिनो अम्ल में, एमाई-लौप्सिन स्टार्च को शक्कर में तथा स्टीपसीन चर्बी को बसा-अम्ल (Fatty acids) और ग्लिसेरोल में बदल देता है। अतः पक्वाशय में कार्बोहाइड्रेट ग्लूकोज में, प्रोटीन एमिनो अम्लों में तथा बसा बसा-अम्ल और ग्लिसेरोल में बदल जाता है।

(५) छोटी आँत (Small intestine)—पाचन यन्त्र का यह प्रमुख भाग है। इस नली की लम्बाई करीब बीस फुट होती है। यह पक्वाशय के पीछे एक टेढ़ी-मेढ़ी घुमावदार नली है। यह नली स्वतंत्र मांस पेशियो से बनी होती है। इसकी दीवार की भीतरी सतह मे अनेक प्रकार की ग्रन्थियाँ है। ये पाचन-रस पैदा करती है। इसमें चार प्रकार के खमीर होते है। जिन्हे माल्टेज, शुक्रेज, लैक्टेज तथा इरीपसीन कहते है, पहले तीन खमीर कार्बोहाइड्रेट के बचे-खुचे भाग को ग्लूकोज में परिवर्तित कर देते है। ग्लूकोज जल में घुल कर रक्त द्वारा शोषित हो जाता है। इरीपसीन प्रोटीन के बचे भाग को एमीनो अम्ल में बदल देता है। इस प्रकार जब भोजन का रूप बदल जाता है तो हम कहते हैं कि भोजन पच गया है। इस आँत की नली में खून की नलियाँ जाल की तरह बिछी होती हैं। अतः पचे हुए भोजन का शोषण पूर्ण रूप से होता है। आँत की मांस पेशियाँ स्वयं सिकुड़ती और फैलती रहती है। अतः भोजन स्वयं आगे बढता जाता है।

(६) बड़ी आँत (Large intestine)—इसकी लम्बाई छोटी आँत से कम लेकिन दायरा बड़ा होता है। यह छोटी आँत का अगला भाग है। दोनों के संगम पर एक छोटी-सी बन्द नली होती है। इसकी आकृति कृमि की तरह होती है, इसलिए इसे कृमि आँत-पुच्छ (Vermiform Appendix) कहते है। इसका पाचन-क्रिया से कोई सम्बन्ध नहीं है। जब कभी यह अपने स्थान से हट जाता है या इसमें भोजन का कण घुसकर सड़ जाता है, तो पेट मे विशेष दर्द होने लगता है और घातक भी सिद्ध हो सकता है। इस रोग को अपैन्डिसाइटिस (Appendicitis) कहते हैं। ऐसी दशा में डाक्टर इसका आपरेशन कर इसे निकाल देते है। यह पेट विवर (Diaphragm) की दाहिनी ओर रहता है। बड़ी आँत में पहुँचने के पहले भोजन का काफी शोषण हो चुका रहता है। अतः इसे मल या पाखाना कहते हैं।

(७) मलाशय (Rectum)—यह बड़ी आँत का ही रूपान्तरित भाग है। इसमें पाखाना जमा रहता है जो मल-द्वार से बाहर निकलता है।

हमारे भोजन के अवयवों में (१) कार्बोहाइड्रेट, (२) वसा या चर्बी, (३) प्रोटीन, (४) लवण, (५) जल तथा (६) विटामिन हैं। पाचन-क्रिया (Digestion) भोजन के इन अवयवों को अन्न-नली द्वारा अवशोषित होने योग्य रूपों में बदलने को कहते हैं। पाचन के बाद भोजन का स्वीकरण (Assimilation) होता है, जिससे हमारे शरीर के अन्य भागों में वृद्धि होती है तथा टूटे-फूटे अंगों का पुनर्निर्माण होता है। शरीर को जिन्दा रखने के लिए ऊर्जा पाचित भोजन से ही प्राप्त होती है।

संक्षिप्त वर्णन —

(१) कार्यानुसार हमारा शरीर पाचन, हड्डी, श्वसन, मलोत्सर्जन, प्रजनन, स्नायु, माँस पेशी तथा रक्त-संचालन संस्थानों में बँटा हुआ है।

(२) बनावट की दृष्टि से हमारा शरीर १. सिर, २. वक्ष तथा उसके उपांग और ३. उदर तथा उपांगों में बँटा हुआ है।

(३) पाचनांग करीब ३२ फीट की एक नली होती है जिसे हम अन्न-नली (Alimentary canal) कहते हैं।

(४) मुँह, निगल, आमाशय, पक्वाशय, छोटी आँत, बड़ी आँत, मलाशय तथा मलद्वार इस अन्न-नली के विभिन्न भाग हैं।

(५) दो पाचन ग्रन्थियाँ यकृत तथा क्लोम हैं। ये यकृत तथा क्लोम नलियों द्वारा पक्वाशय में खुलती हैं।

(६) भोजन का पाचन मुँह में ही आरम्भ हो जाता है। इसके लिए मुख-गह्वर में छह ग्रन्थियाँ होती हैं जिनसे लार निकलती है। माल्टेज नामक विकर कार्बोहाइड्रेट को शक्कर में बदल देती है।

(७) भोजन निगल से होकर आमाशय में पहुँचता है। इसकी ग्रन्थियाँ रेनिन द्वारा दूध को दही तथा वसा और पेप्सिन द्वारा प्रोटीन को पेप्टोन में बदल देती हैं। ये परिवर्तन नमक के तेजाब की मौजूदगी में होते हैं। आमाशय-रस अम्लीय होने के कारण भोजन के साथ आये हुए रोगाणुओं को मार डालता है।

(८) पक्वाशय में भोजन का पित्त तथा क्लोम रस से मेल होता है। पित्त-रस क्षारीय होता है तथा चर्बी को पचाता है। क्लोम-रस में तीन खमीर

होते हैं। यहाँ कार्बोहाइड्रेट ग्लूकोज में, चर्बी वसा-अम्ल तथा गिलसेरोल में और प्रोटीन एमिनो अम्ल में बदल जाता है।

(९) छोटी आँत में चार खमीर होते है जो भोजन के बचे अंश को पचा देते है। भोजन का शोषण भी पूर्णतः यहीं हो जाता है।

(१०) छोटी आँत से भोजन मल के रूप में बड़ी आँत में आता है तथा मलाशय से गुजर कर मल द्वार से बाहर निकल जाता है।

(११) 'पाचन' भोजन के अवयवों का अवशोषित होने योग्य यौगिकों में बदल जाने को कहते हैं।

(१२) भोजन का काम १. कटे भागों की मरम्मत २. वृद्धि तथा ३. शरीर के लिये ऊर्जा उत्पादन है।

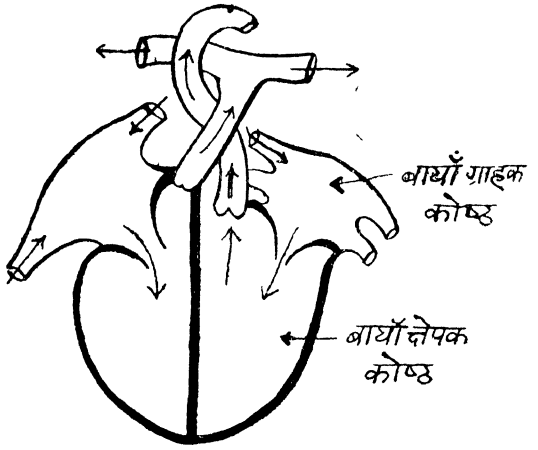
रक्त संचारण संस्थान
(Circulatory system)

इस संस्थान में हृदय (Heart) तथा उससे निकली हुई धमनियाँ (Arteries) और शिराएँ (Veins) हैं। हृदय रक्त का भंडार है। रक्त यहीं से शरीर के सभी भागों में वितरित होता है। शरीर के सभी भागों से शिराओं द्वारा खून यहीं आता है। फिर यहाँ से शरीर के भिन्न-भिन्न भागों में दूसरे प्रकार की नलियों द्वारा वितरित होता है। इन नलियों को धमनियाँ (Arteries) कहते है। ये धमनियाँ आगे चलकर केश की तरह बारीक हो जाती हैं। इसलिए इन्हें केशिकाएँ (Capillaries) कहते हैं। ये केशिकाएँ शरीर की प्रत्येक कोशिका से सम्बन्धित है। शरीर के विभिन्न भागों से अशुद्ध खून छोटी-छोटी शिराओं (Veinlets) से शिराओ मे और फिर वहाँ से हृदय में पहुँचता है। हमारे शरीर में धमनियो, केशिकाओं और शिराओं का जाल बिछा हुआ है, जिनमें रक्त का संचार हमेशा होता रहता है।

हृदय पसलियों से बने पिंजरे के भीतर दोनो फेफड़ों के बीच स्थित रहता है। यह स्वाधीन मांस-पेशियों का बना होता है। यह हमेशा सिकुड़ता तथा फैलता रहता है, जिसके कारण धमनियों में खून धड़कन के साथ प्रवाहित होता रहता है। इसी धड़कन को 'नाड़ी की चाल' (Pulse beat) कहते हैं। अपनी कलाई के पास धमनी पर हाथ रखें, तो यह स्पष्ट मालूम पड़ता है। हृदय के पास हाथ रखने पर भी यह धड़कन मालूम होती है।

स्वस्थ मनुष्य का हृदय मिनट में ७०-७२ बार धड़कता है। इसे हम घड़ी सामने रख कर आसानी से गिन सकते हैं। घबराने, दौड़ने या ज्वर चढ़ने पर नाड़ी की चाल बढ़ जाती है। नाड़ी की चाल का रुकना मनुष्य की अन्तिम घड़ी का संकेत है।

दिल की बनावट—इसकी आकृति करीब-करीब शंक्वाकार (Conical) होती है। यह एक शंक्वाकार मांसल अंग है, जो फेफड़ों के बीच निगल (Gullet) के नीचे स्थित रहता है। इसका अगला भाग अधिक चौड़ा तथा पीछेवाला भाग नुकीला होता है। इसके चारों तरफ एक पतली झिल्ली होती है, जिसे पेरिकार्डियम (Pericardium) कहते हे। हृदय की दीवार और इस झिल्ली के बीच एक तरल पदार्थ रहता है, जिसे पेरिकार्डियल द्रव (Pericardial fluid) कहते हैं। हृदय चार कोष्ठों का बना होता है तथा भीतर में खोखला होता है। आगे की ओर दाहिने-बायें दो ग्राहक कोष्ठ (Auricles) होते हैं। नीचे की ओर भी दाहिने-बायें दो कोष्ठ होते हैं जिन्हे क्षेपक कोष्ठ (Ventricles) कहते है। अतः दिल के चार कोष्ठ हैं—



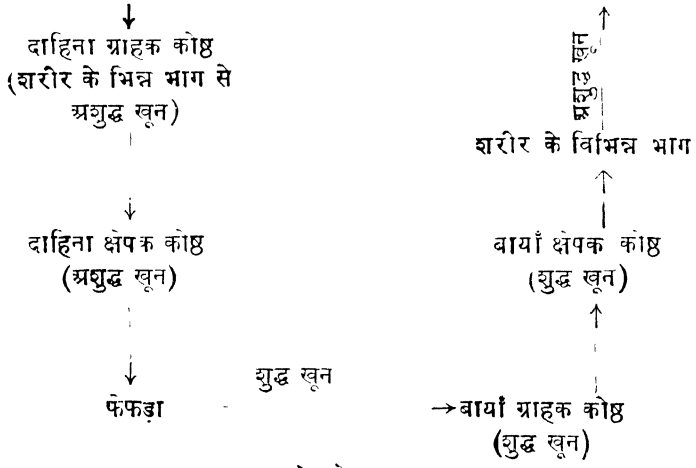
चित्र ९६—दिल (हृदय) की बनावट

(क) दाहिना ग्राहक कोष्ठ, दाहिना क्षेपक कोष्ठ, (ख) बायाँ ग्राहक कोष्ठ (ग) बायाँ क्षेपक कोष्ठ (देखें चित्र ९६ में) दोनो ग्राहक तथा दोनों क्षेपक

कोष्ठों के बीच मांस पेशियों से बने किवाड़ लगे रहते हैं, जिन्हें कपाट (Valves) कहते हैं। इस तरह दिल चार कोठरियों में बँटा रहता है।

हृदय में खून का बहाव—शरीर के विभिन्न भागों से गन्दा खून सबसे पहले दाहिने ग्राहक कोष्ठ में आता है। इसके लिए दो शिराएँ हैं—जो शिरा सिर तथा बाहों से अशुद्ध खून लाती है उसे उच्च महाशिरा (Superior venacava) तथा दूसरी शिरा जो शरीर के अन्य भागों से अशुद्ध लहू लाती है, उसे निम्न महाशिरा (Inferior venacava) कहते है। केवल फेफड़े का खून इसमें नहीं आता है। खून से भर जाने पर दाहिना ग्राहक कोष्ठ सिकुड़ता है। सिकुड़ने पर दाहिने ग्राहक तथा क्षेपक कोष्ठों के बीच का छिद्र (Auriculo ventricular aperture) खुल जाता है। यह छिद्र एक ऐसे कपाट से बन्द रहता है जो दाहिने ग्राहक कोष्ठ से दाहिने क्षेपक कोष्ठ में तो खून जाने देता है पर इस खून को पुनः दाहिने ग्राहक कोष्ठ में लौटने नही देता। यह एक ऐसा दरवाजा है जो केवल एक तरफ से खुलता है। खून इस छिद्र द्वारा बायें क्षेपक कोष्ठ में चला आता है। बायें ग्राहक कोष्ठ मे केवल फेफड़े के एक खास शिरा द्वारा शुद्ध खून आकर जमा रहता है। इसी प्रकार बायाँ ग्राहक कोष्ठ का खून दूसरे Auriculo ventricular aperture द्वारा बायें क्षेपक कोष्ठ में आ जाता है। जैसे ग्राहक कोष्ठ का सिकुड़ना बन्द होता है वैसे ही क्षेपक कोष्ठ का सिकुड़ना आरम्भ हो जाता है। परन्तु जैसा कि ऊपर बताया गया है अब क्षेपक कोष्ठ का खून लौटकर ग्राहक कोष्ठ में नहीं जा सकता। अब दायाँ क्षेपक कोष्ठ का खून सीधे एक धमनी द्वारा फेफड़े में चला जाता है। यही खून शुद्ध होकर फिर बायें ग्राहक कोष्ठ में आता है। बायें क्षेपक कोष्ठ का खून एक धमनी द्वारा हृदय से बाहर निकलता है। यह धमनी आगे चल कर फिर कई शाखाओं में बँट कर शरीर के सभी अंगों को शुद्ध खून पहुँचाती है और शिराओं द्वारा अशुद्ध खून जमा होकर पुनः दाहिने ग्राहक कोष्ठ में चला आता है। इस प्रकार हृदय में शुद्ध तथा अशुद्ध खून का दौरान

होता है। अशुद्ध खून हृदय से फेफड़ों में जाता है और वहां जाकर शुद्ध होता है और फिर बायें ग्राहक कोष्ठ में आ जाता है।



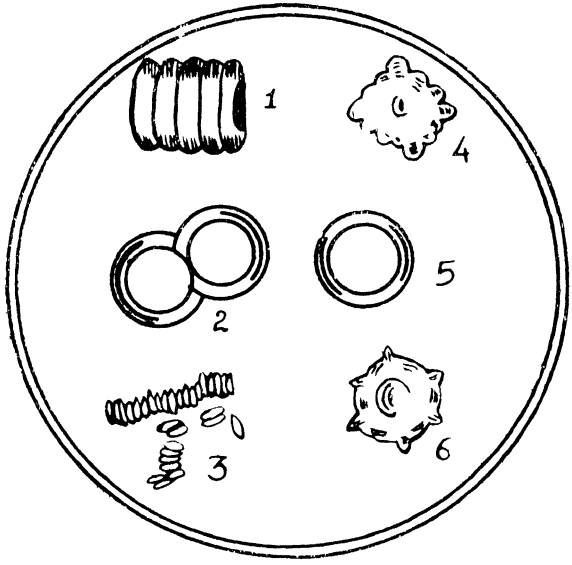
खून के दौरान का पथ

दाहिना तथा बायाँ ग्राहक कोष्ठ एक ही साथ सिकुड़ते हैं। दाहिने का अशुद्ध खून दाहिने कोष्ठ में जाता है। बायें ग्राहक कोष्ठ का शुद्ध खून बायें क्षेपक कोष्ठ में जाता है। यहाँ से शुद्ध खून शरीर के विभिन्न भागों में महाधमनी (Truncus arteriosus) तथा उसकी शाखाओं द्वारा जाता है। फिर अशुद्ध होकर शिराओं द्वारा दाहिने ग्राहक कोष्ठ में आ जाता है। इस प्रकार सारे शरीर में दौड़ कर प्रत्येक कोशिका को भोजन पहुँचाता है और शरीर के तापक्रम को बनाये रखता है।

रक्त क्या है ?

यह एक द्रव है, जो शिराओं, धमनियों और हृदय के कोष्ठों मे चक्कर काटता रहता है। धमनियों में बहनेवाला खून, सिन्दूर की तरह लाल तथा शिराओं का खून कुछ कालापन लिए रहता है। इसे वास्तव मेलक ऊतक (Connective tissue) कहा गया है क्योंकि यह शरीर के सभी अंगों को भोजन पहुँचाता है। खून को यदि अण्वीक्ष में देखा जाय तो उसमे अनेक कणक दीखते है। ये कणक दो रंग के होते है। इनमें से कुछ तो लाल रंग के होते हैं, जिन्हें लाल रक्त कणक (Red Blood Corpuscles or R. B. C.) कहते हैं। कुछ श्वेत रंग के होते हैं, जिन्हें श्वेत रक्त कणक

(White Blood Corpuscles or W. B. C.) कहते है। ये वास्तव में सजीव कोशिकाएँ है। लाल रक्त कणकों में एक लोहे का यौगिक होता है जिसे हीमोग्लोबीन (Haemoglobin) कहते है। रक्त का लाल रंग इन्ही के कारण होता है। ये पैसे की तरह गोल तथा चिपटे होते है। ये फेफड़ों में ऑक्सिजन से मिलकर ऑक्सिहीमोग्लोबीन बनाते हैं। शरीर के विभिन्न भागो मे पहुँचकर आक्सिजन दे देते है और कार्बन डाइआक्साइड को वहन कर फेफड़े तक पहुँचाते है जहाँ से यह बाहर निकाल दिया जाता है।



चित्र ६७—विभिन्न प्रकार की रक्त-कोशिकाएँ

१, २, ३, ५—भिन्न दृश्यों मे लाल रक्त कणक

४, ६—भिन्न दृश्यों मे श्वेत रक्त कणक

श्वेत रक्त कणों की संख्या कम होती है। ५००-६०० ला० र० क० पर एक श्वेत र० क० होता है। ये आकार में अमीबा की तरह होते है। इनका आकार सदा बदलता रहता है। ये रोगाणुओं से शरीर की रक्षा करते हैं। शरीर के भीतर पहुँचते हुए रोगाणुओं से इनका भयंकर युद्ध होता है। ये रोगाणुओं को खाते जाते हैं। ये हमारे रक्त में न हों तो हम

रोगाणुओं से अपनी रक्षा न कर सकेंगे। रोगाणु शरीर के भीतर पहुँचकर इतनी तेजी से संख्या-वृद्धि करेंगे कि मनुष्य झट रोग ग्रसित हो जायगा। इसका विशेष जिक्र रोग-प्रतिकारिता (Immunity) के अध्याय में देखें। शरीर में लहू की मात्रा पूरे शरीर के वजन का बीसवाँ भाग होती है।

रक्त के कार्य :—

(१) हीमोग्लोबीन हवा के सम्पर्क में O_2 लेता है और उतने ही आयतन में CO_2 को छोड़ता है। यह O_2 शरीर की प्रत्येक कोशिका में पहुँचकर दहन करता है, जिसके फलस्वरूप ऊर्जा बाहर निकलती है और CO_2, अमोनिया तथा अन्य प्रकार के मल पदार्थ पैदा होते है।

(२) CO_2 को खून फेफड़ों में लाकर छोड़ता है जो वहिश्वंसन में बाहर निकलता है।

(३) खून भोज्य पदार्थों का शोषण कर शरीर के भिन्न भागों तक पहुँचाता है।

(४) खून शरीर के तापक्रम को बनाये रखता है।

(५) श्वेत रक्त कोशिकाएँ रोगाणुओं का भक्षण कर रोग से रक्षा करती है। इसलिए इन्हें फेगोसाईट (Phagocytes) भी कहते है।

(६) रोग के कीटाणुओं से बचने के लिए खून प्रतिविष (Antibody) पैदा कर रोगों से रक्षा करता है।

(७) शरीर के कटे भागों का भरना खून का ही काम है।

संक्षिप्त वर्णन—

१. दिल, धमनियाँ, केशिकाएँ तथा शिराएँ मिलकर रक्त-संचालन संस्थान बनाती हैं।

२. हमारे शरीर की प्रत्येक कोशिका तक इस संस्थान का जाल फैला हुआ है।

३. दिल भाथी की तरह मिनट में ७०-७२ बार सिकुड़ता और फैलता रहता है। इसे नाड़ी की चाल कहते हैं। इसी चाल से शरीर की स्वस्थता का पता चलता है। कोई गड़बड़ी होने पर नाड़ी की चाल घट बढ़ जाती है। शरीर में जबतक प्राण है, तबतक हृदय की धड़कन जारी रहती है।

४. हमारे हृदय के चार कोष्ठ (क) दाहिना ग्राहक कोष्ठ (ख) बायाँ ग्राहक कोष्ठ (ग) दाहिना क्षेपक कोष्ठ तथा (घ) बायाँ क्षेपक कोष्ठ हैं—(क) तथा (ग) में अशुद्ध खून तथा (ख) और (घ) में शुद्ध खून रहता है।

५. दाहिने तथा बायें कोष्ठों के बीच एक छिद्र रहता है जो एक कपाट द्वारा बन्द होता तथा खुलता है। इस कपाट की खूबी यह है कि एक तरफ से खुलता तथा बन्द होता है।

६. शरीर के अन्य भागों से अशुद्ध खून दा० ग्रा० को० में पहुँचता है। इसके सिकुड़ने पर यह बा० क्षे० को० में आता है और यहाँ से फेफड़े में जाकर O_2 से मिलकर शुद्ध होता है। फिर यह शुद्ध खून बा० ग्रा० कोष्ठ से होता हुआ बा० क्षे० को० में आता है। यहाँ से शुद्ध खून शरीर के विभिन्न भागों में जाकर ऑक्सीजन तथा भाज्य पदार्थ पहुँचाता है। फिर अशुद्ध होकर अर्थात् CO_2 से मिलकर दा० ग्रा० का० में आता है। इस प्रकार खून सारे शरीर में चक्कर लगाता है।

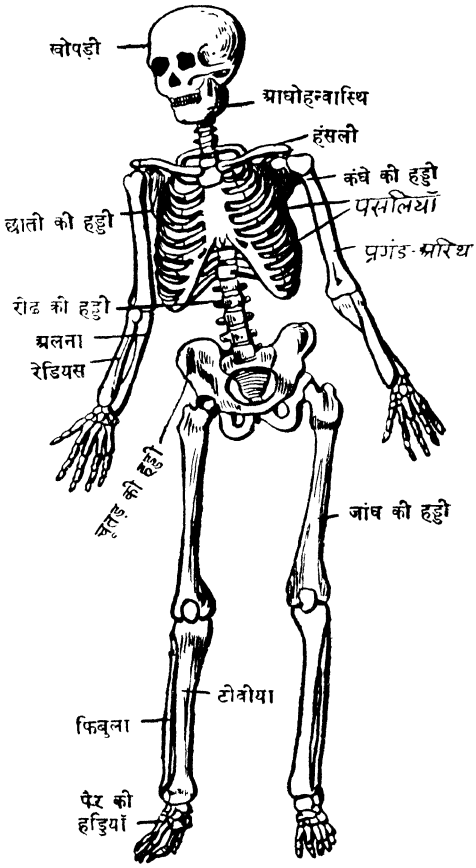
७. खून में श्वेत रक्त कोशायें तथा लाल रक्त कोशायें होती हैं। ये कोशायें खून के तरल पदार्थ रक्तवारि (Plasma) में तैरती रहती है। ला० र० को० में हीमोग्लोबीन होता है, जो शरीर की प्रत्येक कोशा तक O_2 पहुँचाता है और CO_2 को फेफड़े तक लाकर बाहर निकालता है। यह प्रतिविष भी पैदा करता है। श्वे० र० को० रोगाणुओं का भक्षण करती है।

हमारी हड्डियाँ (Our Bones)

हमारे शरीर का ढाँचा (Frame work) हड्डियों पर ही तैयार होता है। शरीर में कई हड्डियाँ हैं जिनमें से कुछ तो नर्म और मुलायम तथा कुछ कड़ी और मजबूत होती हैं। मुलायम हड्डियों को उपास्थि (Cartilage) कहते हैं। हड्डियाँ भी एक प्रकार का सजीव ऊतक है। इनमे फास्फेट तथा कैल्सियम कार्बोनेट की मात्रा विशेष होने के कारण ये कठोर और मजबूत हो गई हैं। हरेक हड्डी के चारों ओर एक पतली झिल्ली होती है जिसे पेरिऑस्टियम कहते हैं। इसी के द्वारा हड्डी को पोषक पदार्थ मिलते हैं। इसके बादवाली तह घनी तथा कड़ी होती है। यह विर्जीव है और मुख्यत: कैल्सियम के यौगिकों से बनी है। इसके बादवाली तह स्पंज जैसी होती है। इसके भीतर अर्थात् बीच के भाग में लुगदी जैसा पदार्थ भरा रहता है जिसे अस्थि मज्जा (Bone marrow) कहते हैं। इसमें चर्बी तथा खून के श्वेत और लाल कण पाये जाते हैं। हड्डी के इसी भाग में रक्त के लाल तथा श्वेत कणों का निर्माण होता है। हमारे शरीर की हड्डियों में निम्नलिखित मुख्य हैं :—(१) खोपड़ी (Skull) (२) रीढ़, (Vertebral column), (३) छाती की हड्डी और

पसलियाँ (Pectoral girdle, sternum and its ribs) (४) हाथ की हड्डियाँ और (५) पैर की हड्डियाँ। इन सभी हड्डियों को चित्र ९८ में देखें। इनका वर्णन नीचे दिया जा रहा है :—

खोपड़ी :—इसके दो भाग (क) मस्तिष्क कोष्ठ तथा (ख) चेहरे की हड्डियाँ है। मस्तिष्क कोष्ठ में आठ मेहराबनुमा हड्डियाँ हैं। इनके किनारे आरी के दाँत की तरह कटे रहते हैं। एक हड्डी के दाँत दूसरी हड्डी के दाँत से इस प्रकार मिले रहते है कि दोनों हड्डियाँ एक मालूम होती है। ये हड्डियाँ बक्से की तरह का एक कोष्ठ बनाती हैं। इसी कोष्ठ मे हमारा मस्तिष्क रहता है। मस्तिष्क का पिछला भाग सुषुम्ना नाड़ी (Spinal cord) में परिणत हो जाता है जो मस्तिष्क कोष्ठ (Cramium or Brain box) के पिछले खुले द्वार से होकर निकलती है। यह नाड़ी रीढ़ की खोखली नली (Neural canal) से होती हुई रीढ़ के अन्त तक जाती है। सुषुम्ना से अनेक शाखायें रीढ़ के छेदों से निकलकर शरीर के विभिन्न भागों में जाती हैं। दिमाग के बक्से की निम्नलिखित आठ हड्डियाँ हैं। इन्हें

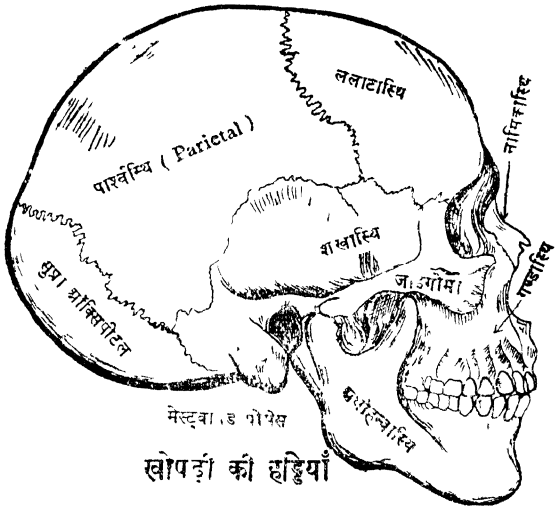


चित्र ९८ नर कंकाल

चित्र ९९ में देखें। (१) **ललाटास्थि** या सामने की हड्डी (Frontal), (२) **पार्श्वास्थि** या बगल की हड्डियाँ (Parietals)—ये अगल-बगल में दो होती हैं, (३) **शंखास्थि** या कनपट्टी की दो हड्डियाँ (Temporal and sphenoid bones), (४) **पश्चादस्थि** या पीछे की हड्डियाँ—इसमें तीन हड्डियाँ होती हैं, (५) **जतुकास्थि** (६) **बहुछिद्रास्थि**—एक हड्डी।

चेहरे की चौदह हड्डियाँ यों हैं—

ऊपर का जबड़ा	२ हड्डियाँ
नीचे का जबड़ा	१ हड्डी
गालों में	२ हड्डियाँ
तालू में	२ ,,
नाक में	२ ,,
स्पंज की तरह	२ ,,
अश्रु अस्थियाँ	२ ,,
नाक के परदे में	१ हड्डी



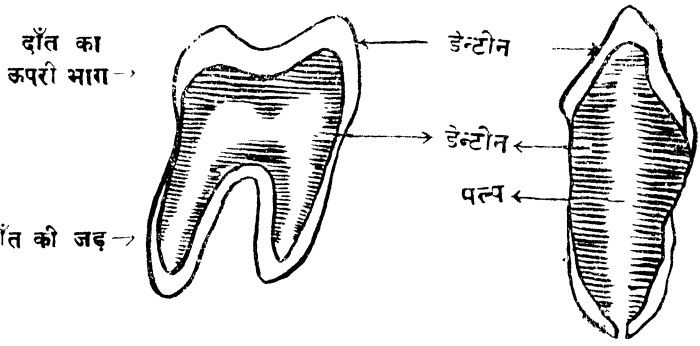
खोपड़ी की हड्डियाँ

चित्र ९९

नाक का ऊपरी भाग दो चिपटी हड्डियों से तथा निचला भाग दो स्पंजी हड्डियो (Spongy bones) से बना होता है। चेहरे के आगे दो गढ़े होते है

जिनमें आँखें रहती है। इन गढ़ों को **ऑरबीट** (Orbits) कहते है। इन गढ़ों में दो छोटी-छोटी हड्डियाँ होती है जिनसे होकर अश्रु नली आँखों से नाक में आती है। इसीलिए रोने पर आँसू अश्रु-नली से होकर नाक की सुराखों में आ जाता है। इन हड्डियों को **अश्रु-हड्डियाँ** (Lacrymal bones) कहते है। इस तरह खोपड़ी में २२ मुख्य हड्डियां होती है। इसके अतिरिक्त बायें तथा दाहिने कानों की छह तथा कंठ की एक हड्डी भी इसमें शामिल है। इस प्रकार सारी खोपड़ी में (८ + १४ + ७) अर्थात् २९ हड्डियाँ है।

ऊपर तथा नीचे के जबड़ों के किनारों पर हमारे मुँह में ३२ दाँत होते है। ये भोजन को काटने, फाड़ने, कुचलने तथा चबाने का काम करते है। बचपन में सात वर्ष तक हमारे दूध के दाँत छोटे-छोटे होते है। इसके बाद दूध के दाँत गिरने लगते है और उनकी जगह पर स्थायी दाँत (Permanent teeth) निकलने लगते है। लगभग २५ वर्ष की अवस्था होते-होते चार दाँत और निकल आते है। अतः वयस्क मनुष्य के मुँह में ३२ दाँत हो जाते हैं। दाँतो के ऊपर एक सफेद चमकदार पालिश होती है जिसे **इनामेल** (Enamel) कहते हैं। इनामेल की परत पतली, उजली तथा कड़ी होती है। इसके नीचे के भाग को **डेन्टिन** (Dentine) या **रुदिन** कहते है। इसके नीचे दाँत का खोखला भाग होता है जिसे **दन्त मज्जा** (Bone marrow) कहते हैं।



चित्र १००—दाँत की बनावट

दाँत का वह भाग जो मसूड़े के अन्दर छिपा रहता है उसे **दाँत की जड़** (Fang) कहते हैं। इसमें छेद होते हैं जिनसे होकर रक्त केशिकाएँ दाँतों में रुधिर पहुँचाती हैं। लापरवाही के कारण इन्हीं छेदों से होकर भोजन के कण

आदि घुसकर सड़ जाते हैं और दाँत में खोड़ले हो जाते हैं। इसके कारण दाँत में दर्द होने लगता है।

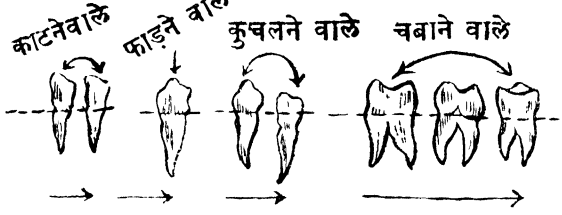
दाँत चार प्रकार के होते हैं—

(१) काटनेवाले दाँत (Scissors)—ये प्रत्येक जबड़े में चार-चार होते हैं। दन्त-सूत्र (Dental formula) में इन्हें S द्वारा बोधित करते हैं।

(२) फाड़नेवाले दाँत—(Canine)—प्रत्येक जबड़े में दाहिने बायें एक-एक होते हैं। इन दाँतों का सिरा शंकाकार (Conical) होता है। इसी कारण ये तीक्ष्ण (Pointed) होते हैं। ये कड़े भोजन को जैसे अमरूद या सेव या इस तरह की चीजों को फाड़ने के काम में आते हैं।

(३) कुचलनेवाले दाँत (Pre-molars)—ये प्रत्येक जबड़े में दोनों ओर दो-दो होते हैं। इनका ऊपरी भाग फाड़नेवाले दाँतों से अधिक चौड़ा होता है।

(४) चबानेवाले दाँत (Molars)—ये प्रत्येक जबड़े में तीन-तीन दोनों ओर जबड़े के आखिर में होते हैं। ये कुचलनेवाले दातों से अधिक मजबूत होते हैं। इनकी जड़ें चिमटे की तरह दो भागों में बँटी हुई होती है और अधिक मजबूत होती हैं।



चित्र १०१—विभिन्न प्रकार के दाँत

आदमी का दन्त-सूत्र—

(ऊपर का जबड़ा) $S_4\ C_2\ P_4\ M_6$
(नीचे का जबड़ा) $S_4\ C_2\ P_4\ M_6$

रीढ़ की हड्डी :—इसे कशेरुक दंड या मेरु दंड कहते हैं। यह कई छोटी-छोटी हड्डियों से बना रहता है जिन्हें कशेरुक (Vertebrae) कहते हैं। सभी कशेरुकों के छिद्रों के मिलने से कशेरुक-नली (Neural canal) बनती है। इसमें कुल २६ कशेरुक होते हैं। पूरी रीढ़ को पाँच भागों में बाँटा गया है :—

(क) **गर्दन**—इसमें १ से ७ तक के कशेरुक हैं। इनमें पहले तथा दूसरे कशेरुकों की बनावट शेष पाँच कशेरुकों से भिन्न होती है। पहले को **एटलस** (Atlas) तथा दूसरे को **एक्सीस** (Axis) कहते हैं।

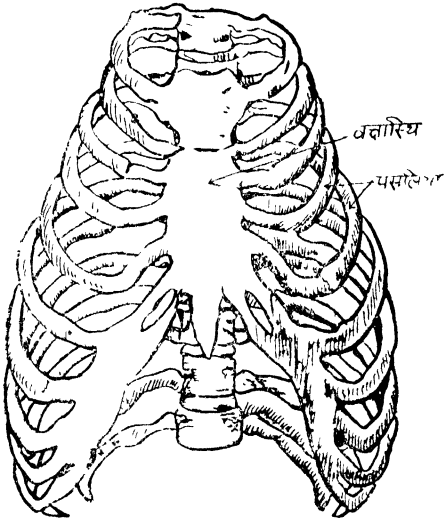
(ख) **पीठ**—इसमें १२ कशेरुक होते हैं। इन्हीं से छाती की पसलियों की हड्डियाँ जुड़ी रहती है।

(ग) **कमर**—इसमें पाँच कशेरुक होते हैं। ये पीठ के कशेरुकों के नीचे रहते हैं।

(घ) **नितम्ब**—इस भाग में एक ही कशेरुक होता है, जिसे **नैतम्बिक कशेरुक** (Pelvic vertebra) कहते हैं। वास्तव में यह पाँच कशेरुकों के मिलकर एक हो जाने से बना है।

(च) **पूँछ कशेरुक या पुच्छास्थि** (Coccyx)—यह भी चार कशेरुकों के अचल जोड़ से बना है। इस तरह पूरी रीढ़ (७+१२+५+१+१)=२६ हड्डियों की बनी होती है।

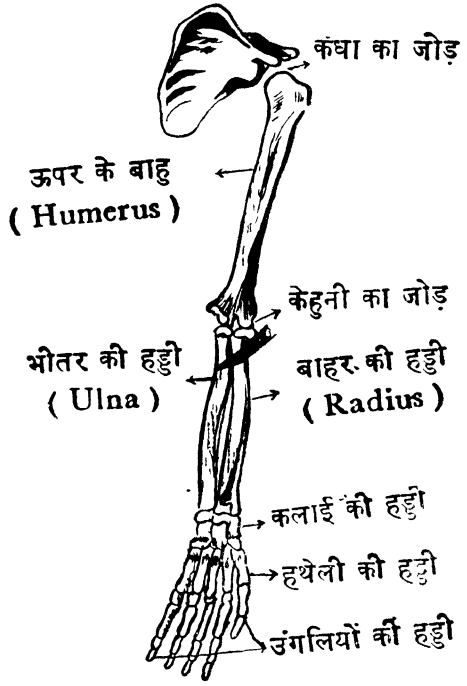
छाती की हड्डियाँ:—इसमें १२ जोड़ी पसलियाँ हैं जो आगे में **वक्षास्थि** (Sternum) तथा पीछे में पीठ के कशेरुकों से मिली रहती हैं। ऊपर से नीचे की ओर की सात जोड़ी पसलियाँ छाती की हड्डी से उपास्थि (Cartilage) द्वारा जुड़ी हुई हैं। इन सात जोड़ी पसलियों को असली पसली कहते हैं। आठवीं, नवीं और दसवीं जोड़ी आपस में मिलकर सातवीं से मिली हुई है। सबसे नीचे की दो पसलियाँ छाती की हड्डी से नहीं मिली रहती हैं, इसलिये इन्हें तैरनेवाली पसलियाँ कहते हैं। तैरनेवाली पसलियाँ दो जोड़ी होती हैं। छाती की हड्डी की लम्बाई



चित्र १०२ - छाती की हड्डियाँ

६-७ इंच होती है। इसके ऊपरी भाग में पसलियों से ऊपर एक जोड़ी **हँसली** की हड्डियाँ (Collar bones or clavicles) होती हैं। अतः छाती में २५ हड्डियाँ होती हैं।

हाथ की हड्डियाँ :—कन्धे पर दो जोड़ी हड्डियाँ **हँसलियाँ** (Clavicles) और **स्कंधास्थि** (Scapulas) है। हँसलियाँ छाती की हड्डी के ऊपर आगे की ओर धनुषाकार हड्डियों की एक जोड़ी है। स्कंधास्थि छाती के पीछे ऊपरी भाग में है। बाँह की सबसे ऊपरी हड्डी जो काँख के पास से केहुनी तक फैली रहती है **प्रगंडास्थि** (Humerus) कहलाती है। केहुनी से कलाई तक दो पतली और चिपटी हड्डियाँ हैं। अंगूठे की ओरवाली हड्डी को **रेडियस** (Radius) या **वाह्य प्रकोष्ठास्थि** तथा दूसरी को **अलना** (Ulna) या **अन्तः प्रकोष्ठास्थि** कहते है। इसके बाद कलाई में

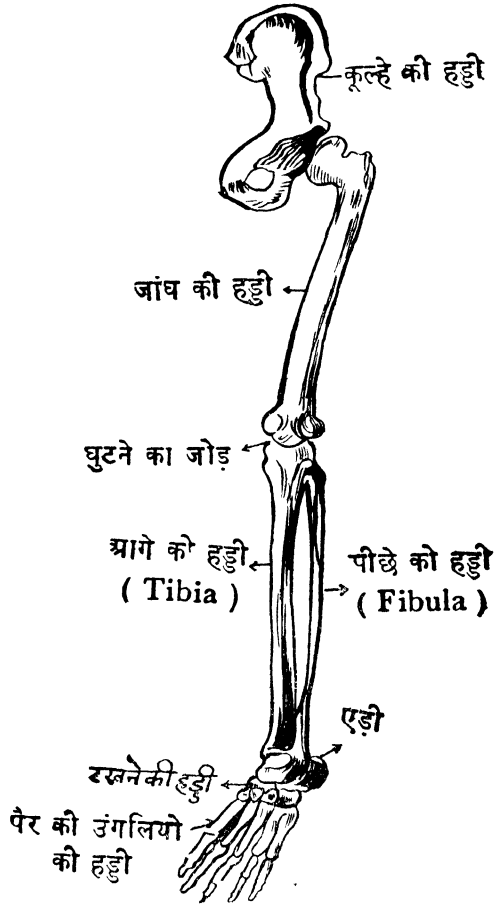


चित्र १०३—हाथ की हड्डियाँ

चार-चार हड्डियों की दो पंक्तियाँ है जिन्हें **कलाई की हड्डियाँ** (Wrist bones) कहते हैं। ये बंधनों (Cartilages and ligaments) द्वारा बँधी रहती हैं। प्रत्येक हथेली में पाँच-पाँच हड्डियाँ (Metacarpals) है। प्रत्येक हथेली में पाँच उँगलियाँ है जिनमें अंगूठे में दो तथा शेष चार में प्रत्येक में तीन-तीन हड्डियाँ होती हैं।

पैर की हड्डियाँ :—हाथ तथा पैर की हड्डियों की बनावट की योजना एक-सी है। जिस तरह हाथ की हड्डी के ऊपर कंधे की हड्डियाँ है उसी प्रकार

पैर की हड्डियों के ऊपर **चूतड़ की हड्डियाँ** (Pelvic girdle) है। (देखें चित्र १०४)। नितम्बक-कशेरुक की बाँयी तथा दाहिनी ओर दो कुल्हे होते हैं। यह जाँघ की हड्डी तथा नितम्बक-कशेरुक से जुड़ी हुई एक विरूप हड्डी है। दो कुल्हे, नितम्बास्थि तथा पुच्छास्थि के मिलने से कटोरे की तरह का गड्ढा बन जाता है जिसे **वस्तिगह्वर** (Pelvis) कहते हैं।

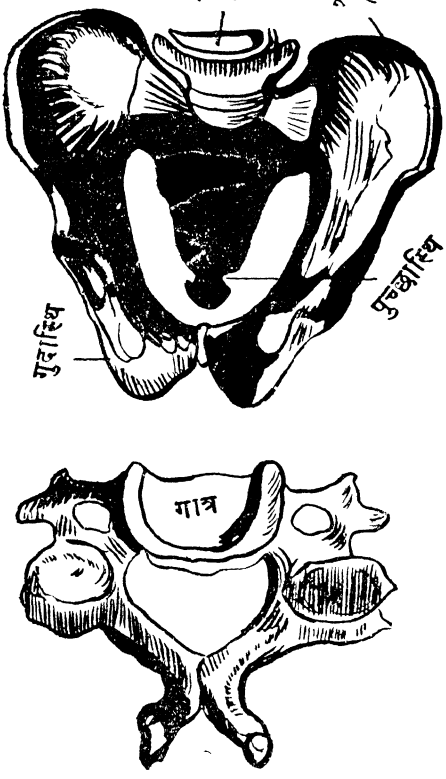


चित्र १०४—पैर की हड्डियाँ

यह गड्ढा स्त्रियों में पुरुषों की अपेक्षा कम गहरा लेकिन अधिक चौड़ा होता है। यह पेट का नीचेवाला भाग है। मर्दों और स्त्रियों का मूत्राशय तथा स्त्रियों का गर्भाशय इसी भाग में होता है। पैर की हड्डी का सबसे ऊपरी भाग ऊपर में कुल्हे से तथा नीचे में घुटने से मिला रहता है। इसे जंघास्थि (Femur) कहते हैं। घुटने के नीचे तथा टखने के ऊपर दो हड्डियाँ हैं। सामनेवाली मोटी हड्डी को **टिबिया** तथा पीछेवाली हड्डी को **फिबुला** (Fibula) कहते हैं। घुटने के पास के जोड़ को **पिंडली** (Knee joint) कहते हैं। टखने की सात हड्डियों में एक नीचे की ओर

झुकी होती है जिसे एड़ी कहते हैं। पैर में हड्डियों की संख्या पाँच तथा अंगुली में १४ है। हरेक अंगुली में तीन-तीन तथा अंगूठे में दो हड्डियाँ हैं।

हड्डियों के काम :—हड्डियों पर ही हमारे शरीर का ढाँचा है। शरीर के कोमल अंगों की रक्षा इन्हीं द्वारा होती है। फेफड़ा, दिल, वृक्क, पेशाब की थैली तथा गर्भाशय आदि कोमल अंग हड्डियों के बीच सुरक्षित रहते हैं। शरीर में गति का सचार हड्डियों के कारण होता है।



चित्र १०५
(अ) आदमी का वस्तिगह्वर
(ब) रीढ का एक कशेरुक

हड्डियों का जोड़ (Joints of bones) :— हमारे शरीर की हड्डियाँ, खास कर हाथ और पैर की हड्डियाँ लीवर (Lever) के सिद्धान्त पर बनी हैं। जिस तरह लीवर में फलक्रम (Fulcrum) होता है उसी प्रकार हड्डियों में जोड़ हैं। जंघा, घुटना, टखना, केहुनी, रीढ आदि इसके उदाहरण हैं। हमारी हड्डियों में चार प्रकार के जोड़ हैं।

(१) **फिसलनेवाले जोड़** :—जैसे कलाई की हड्डियाँ जिन्हें उपास्थि के सहारे आगे-पीछे, नीचे-ऊपर तथा अगल-बगल में घुमा सकते हैं। ऐसे जोड़ में हड्डियाँ एक दूसरे पर फिसल जाती हैं।

(२) **गेंद-गड्ढा जोड़ या घुण्डीदार जोड़** (Ball Socket joints) :—इस प्रकार के जोड़ में एक हड्डी का उभरा हुआ गोल और उत्तल (Convex) भाग दूसरी हड्डी के गोलाकार अवतल (Concave) गड्ढे में आकर फिट कर जाता है। ऐसे जोड़ में हड्डियाँ चारों तरफ घुमाई जा सकती हैं। हड्डी का अगला भाग जालीदार थैली से घिरा रहता है। यह थैली भी जालीदार सौत्रिक तन्तुओं (Ligaments) से बँधी रहती है। ये हड्डियाँ अपने स्थान पर बनी रहती हैं फिर भी चारों तरफ घुमाई जा सकती हैं। जालीदार थैली से एक तरल पदार्थ हमेशा निकलता रहता है जो हड्डियों को आपस में घिसने से बचाता है। जिन लोगों को गठिया या वात का रोग हो जाता है उनलोगों के जोड़ों पर यूरिक अम्ल जमा हो जाता है जिससे हिलने-डुलने पर हड्डियाँ घिसने लगती हैं और दर्द महसूस होता है। जंघे की हड्डी कुल्हे की हड्डी से, ऐसे ही जोड़ से मिली हुई है।

(३) **चूलदार जोड़** (Hinge joints) :—ऐसे जोड़ से हड्डियाँ केवल नीचे-ऊपर घुम सकती हैं अगल-बगल नहीं। हमारी हड्डियों के अधिकांश जोड़ इसी प्रकार के हैं। केहुनी, घुटने, जबड़े, टखने, अँगूठे तथा अँगुलियों के जोड़ इसी प्रकार के हैं।

(४) **कीलदार जोड़** :—ऐसे जोड़ों में एक हड्डी कील का काम करती है और दूसरी उस पर घूमती रहती है। रीढ़ के पहले और दूसरे कशेरुकों का जोड़ इसी प्रकार का है। दूसरा कशेरुक कील का काम करता है और पहला कशेरुक उसी पर घूमता है। पहला कशेरुक (Atlas) खोपड़ी से जुड़ा हुआ रहता है। इसी के दूसरे कशेरुक पर घूमने से सिर में गति होती है।

हड्डियों के विभिन्न जोड़ तीन प्रकार के तन्तुओं से बने होते हैं :—

सौत्रिक बन्धन (Ligaments) :—जिस तरह से हम दो चीजों को बाँधने के लिए रस्सी का व्यवहार करते हैं उसी प्रकार हमारे शरीर में सौत्रिक बन्धन हड्डियों को जोड़ने का काम करते हैं। ये सफेद, लचीले और फैलनेवाले हैं जिसके कारण बँधे रहने पर भी हड्डियों में गति होती है।

कंडर (Tendon) :—सौत्रिक बन्धन दो हड्डियों को जोड़ते हैं और कंडर हड्डी को मांस पेशियों से जोड़ते हैं।

कार्टिलेज या उपास्थि :—यह एक प्रकार की कोमल हड्डी है। यह सफेद, सख्त तथा लचीली होती है। दो कशेरुकों के बीच गद्दीदार कार्टिलेज रहता है जिसके कारण हम पीठ को झुका सकते है।

संक्षिप्त वर्णन :—

१. हमारे शरीर की हड्डियों में खोपड़ी, रीढ़, हाथ-पैर की हड्डियाँ तथा कंधे और नितम्ब की हड्डियाँ है।

२. कुल हड्डियों को मिलाकर २०६ हड्डियाँ है। खोपड़ी मे २२, रीढ़ में २६, हाथों में ३२ × २ = ६४, पैरो मे ३१ × २ = ६२, छाती में २४ + १ = २५, कानों में ३ × २ = ६ हड्डियाँ तथा कंठ में एक हड्डी है। सबका जोड़ २०६ हुआ।

३. खोपड़ी की हड्डियों मे ललाटास्थि (Frontal), पार्श्वास्थि (Parietal), शंखास्थि (Temporal + Sphenoid), अधोहन्वास्थि (Mandible), गण्डास्थि (Maxilla) तथा नासिकास्थि (Nasal) है। खोपड़ी के दो भाग मस्तिष्क कोष्ठ तथा चेहरे की हड्डियाँ है। पहले में आठ तथा दूसरे में चौदह हड्डियाँ है।

४. हमारे नीचे और ऊपर के जबड़ो में सोलह-सोलह दाँत होते है। वयस क्रम से हमारे मुँह में दूध के दाँत (Milk teeth) तथा स्थायी दाँत (Permanent teeth) होते है।

५. प्रत्येक दाँत के दिखाई पड़नेवाले ऊपरी भागों के नीचे उनकी जड़ें (Fangs) होती है। बनावट के लिहाज से इनमें तीन भाग इनामेल, डेन्टीन तथा मज्जा होते हैं। मज्जा मे केशिकाये होती है। मज्जा में असावधानी के कारण अन्नादि के कण घुसकर सड़ जाते है जिससे दातो में खोड़ला हो जाता है और दर्द होता है।

६. दाँतो की रक्षा के लिए भोजन के बाद दतवन या ब्रश से भली-भाँति इनको साफ करना चाहिए ताकि भोजन के कण उनकी जड़ों से सटे न रह पायें। असावधानी के कारण पायरिया या अन्य प्रकार के दाँत के रोग हो जाते है, जिनके कारण दाँत असमय ही गिर जाते है, मुँह से दुर्गन्ध आती है तथा पाचन शक्ति बिगड़ जाती है।

७. रीढ़ कशेरुको से बना होता है, जिनकी संख्या २६ होती है। रीढ़ को पाँच भागों में बाँटा गया है। १ से ७ तक गर्दन, ८ से १९ तक पीठ, २० से

२४ तक कमर, पचीसवाँ नैतम्बिक कशेरुक तथा छब्बीसवाँ पुच्छास्थि है। पचीसवाँ पाँच तथा छब्बीसवाँ चार कशेरुकों के अचल जोड़ से बना है।

८. छाती की हड्डियों में एक वक्षास्थि (Sternum) तथा १२ जोड़ी पसलियाँ हैं। आखिरी तीन जोड़ी पसलियाँ तैरनेवाली पसलियाँ कहलाती हैं। इनके ऊपर आगे की ओर हँसली तथा पीछे की ओर स्कन्धास्थि (Scapula) होती है।

९. हाथ की ऊपरी हड्डी प्रगंडास्थि (Humerus) कहलाती है। इसके बाद अँगूठे की ओर रेडियस तथा दूसरी हड्डी अलना होती है। इसके बाद कलाई, हथेली तथा उँगली की हड्डियाँ होती हैं।

१०. पैर के ऊपर चूतड़ की हड्डियाँ दो कूल्हों, नितम्बास्थि तथा पुच्छास्थि से मिलकर वस्ति गह्वर (Pelvis) बनाती है।

११. पैर की हड्डियों में जंघास्थि (Femur) तथा इसके नीचे टीबिया या फिबुला मुख्य हैं। इसके नीचे टखने, पैर तथा उँगलियों की हड्डियाँ होती है।

१२. हड्डियों का काम शरीर का ढाँचा तैयार करना, कोमलांगों की रक्षा तथा अंगों में गति का संचार करना है।

१३. हड्डियों में चार प्रकार के जोड़ होते हैं। इनके नाम फिसलनेवाले (कलाई की हड्डियाँ), गेंद-गड्ढा जोड़ (जंघास्थि का कुल्हे से जोड़), चूलदार *(Hinge joints)* (केहुनी, घुटने आदि की हड्डियाँ) तथा कीलदार जोड़ (एटलस तथा एक्सिस का जोड़) हैं।

१४. हड्डियों को हड्डियों से तथा मांसपेशियों से जोड़ने के लिए सौत्रिक बन्धन (Ligaments), कंडर (Tendon) तथा कार्टिलेज से काम लेते हैं।

श्वसन (Respiration)

शरीर की क्रियाओं में श्वसन एक मुख्य क्रिया है। इसमें गैसों का विनिमय होता है। श्वसन में हम O_2 लेते हैं और Co_2 छोड़ते है। जब हम साँस लेते अर्थात् *Inspire* करते है तो हवा हमारे मुँह या नाक से होकर फेफड़ों में पहुँचती है। इसके बाद फेफड़े में आया हुआ खून हवा से O_2 को ग्रहण कर लेता है और उसके बदले में Co_2 तथा कुछ भाप बाहर निकाल देता है जो फेफड़े की

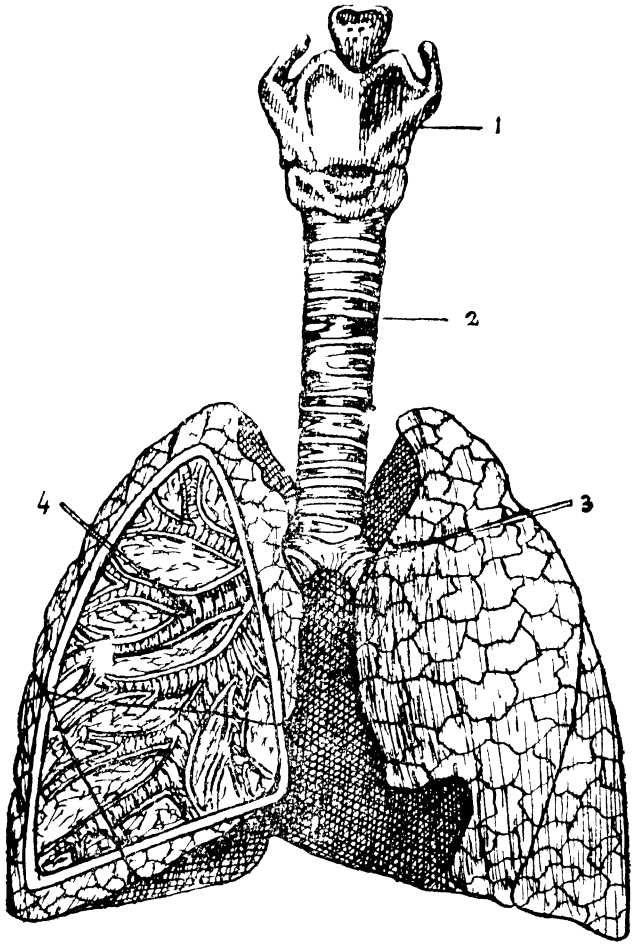
हवा में मिलकर बाहर निकल जाता है। इस तरह O_2 तथा Co_2 का विनिमय साँस लेने (Inspiration) तथा साँस छोड़ने (Expiration) से होता है। इन गैसों के आदान-प्रदान से फेफड़े में हुई रुधिर की शुद्धि को **वाह्य श्वसन** (External respiration) कहते हैं। अब ऑक्सीजन युक्त (Oxygenated) रुधिर केशिकाओं द्वारा शरीर की प्रत्येक कोशिका में पहुँचता है और वहाँ जाकर O_2 को दे देता है तथा Co_2 को लेकर रुधिर के माध्यम से फेफड़े को पहुँचा देता है। कोशिकाओं में हुए इस आदान-प्रदान को **अन्तः श्वसन** (Internal respiration) कहते हैं।

श्वसन अंग (Organs of respiration)—श्वसन के अंगो में नाक, मुँह, श्वासनली (Trachea) स्वर संपुट (Larynx) तथा फेफड़े है। हवा हमारे मुँह से या नाक से होकर श्वास नली में पहुँचती है। श्वास नली की भीतरी सतह पर रोमिकामय एपीथीलियम रहता है। अतः श्वास नली में आकर हवा छन जाती है। धूल के कण यही आकर चिपक जाते हैं और कफ के साथ बाहर निकल जाते हैं। इसके बाद हवा स्वर संपुट में आती है। स्वर संपुट की दो शाखायें (Bronchial tubes) दाहिने तथा बायें फेफड़े मे जाकर खुलती है। वहाँ जाकर ये छोटी-छोटी शाखाओं में बँट जाती हैं जिन्हें ब्रोंकिओल (Bronchioles) कहते हैं। ये पुनः छोटी शाखाओं में बंटकर अलवियोलाई (Alveoli) कहलाती हैं। प्रत्येक अलवियोल के अन्त में अलवियोलर विवर (Alveolar cavity) होता है।

फेफड़ा इन्हीं विवरों का समूह है। हवा समान रूप से इन विवरों में पहुँचती है। यहाँ पर आकर हवा का खून के साथ सीधा सम्बन्ध हो जाता है। फेफड़ों में रुधिर साफ होने के लिए आता है और साफ होकर यहाँ से लौट जाता है।

साँस की विधि :—पसलियों के बाहर की माँस पेशियाँ सिकुड़ती है जिससे पसलियाँ ऊपर उठती है। इससे वक्ष गह्वर (Thoracic cavity) का दायरा बढ़ जाता है। इसके कारण फेफड़े इसमें फैल जाते हैं। फलस्वरूप फेफड़ों में वायु का दबाव कम हो जाता है। अतः बाहर से हवा नाक तथा मुँह से होकर दौड़ आती है। हवा आकर अलवियोलर विवरों में भर जाती है। यहाँ पर साँस लेने या *Inspiration* की क्रिया खतम होती है। इसके बाद

साँस निकालने या *Expiration* की क्रिया शुरू होती है। अब पसलियो के भीतर की माँस पेशियाँ सिकुड़ती हैं तथा बाहर की ओर फैलने लगती हैं।



चित्र १०६—आदमी का श्वसन संस्थान

(१) स्वर-संपुट, (२) श्वास नली, (३) स्वर- पुट की शाखा, (४) ब्रौन्किओल, (५) फेफड़ा।

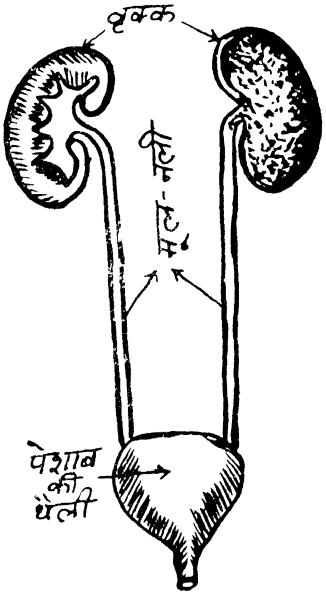
फलस्वरूप पसलियाँ नीचे उतर आती हैं। इससे वक्ष-गह्वर का दायरा कम हो जाता है। फलस्वरूप फेफड़े पर दबाव बढ़ता है और यह सिकुड़ने

लगता है। तब इसके अन्दर की हवा पर दबाव बढ़ जाता है और हवा पुनः उसी रास्ते से बाहर निकल जाती है।

मलोत्सर्जन संस्थान (Excretory System)

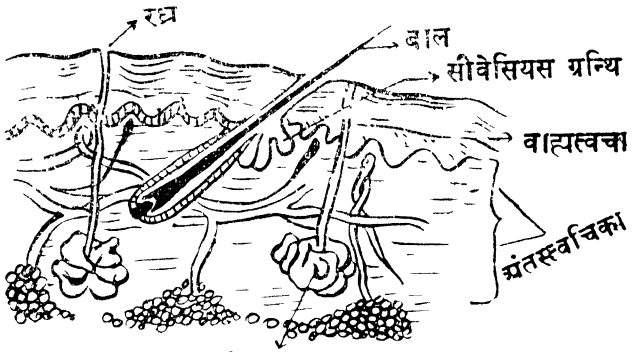
श्वसन से ऊर्जा पैदा होती है तथा उसी के साथ-साथ Co_2 तथा यूरिया वगैरह हानिकारक पदार्थ भी पैदा होते है। इन पदार्थों को शरीर के जिन अंगों द्वारा बाहर निकालते है उन्हें मलोत्सर्जन या रेचन संस्थान कहते हैं। रेचन अंगों में फेफड़ा, वृक्क या गुर्दा (Kidneys), त्वचा (Skin), यकृत तथा अँतड़ी हैं। फेफड़े तथा आँत से ये पदार्थ कैसे बाहर निकलते है इसका जिक्र हो चुका है।

वृक्क (Kidneys) :—उदर विवर (Abdominal cavity) में दायें-बायें एक-एक वृक्क होते है। सच पूछा जाय तो ये हमारे शरीर के छनना हैं। इसका काम रुधिर को छानकर उनसे यूरिया, यूरिया अम्ल, जल तथा खनिज लवणों को बाहर निकालना है। ये सब जल में घुलकर पेशाब बनाते हैं। प्रत्येक वृक्क के साथ एक मूत्रनली (Ureter) लगी रहती है। पेशाब मूत्रनलियों से होकर पेशाब की थैली (urinary bladder) में आकर जमा होता रहता है। यहाँ से समय-समय पर पेशाब हमारे शरीर से बाहर निकलता है। ठंढे मौसम में बदन खोलकर रहने, अधिकप्रा टीन खाने तथा अधिक जल पीने से पेशाब क मात्रा बढ़ जाती है। सामान्यतः प्रत्येक आदमी चौबीस घंटे मे करीब डेढ़ सेर पेशाब करता है।



चित्र १०७—वृक्क तथा मूत्र-नली

त्वचा (Skin) :—त्वचा हमलोगों के शरीर से अधिक जल तथा विभिन्न लवणों को पसीने के रूप में बाहर निकाल त है। पसीना निकलने से



चित्र १०८—त्वचा का आयामकाट

हमारे शरीर के तापक्रम का संचालन होता रहता है। इसकी रचना को चित्र मे देखो।

हमारी मांस-पेशियाँ

हमारे शरीर का बाहरी आवरण त्वचा है। त्वचा के नीचे मांस-पेशियाँ स्पष्ट दीखती हैं। इन्हे साधारण बोल-चाल मे मांस कहते है। जानवरों की मांस-पेशियाँ खाने के काम में आती है। रक्त के कारण इनका रंग लाल होता है। इनका प्रधान काम शरीर में गति उत्पन्न करना तथा जोड़ों की रक्षा करना है। चलना, फिरना, खाना, पीना, आँखें बन्द करना या खेलना वगैरह सभी काम इन पेशियो के ही सहारे होते है। स्थान-विशेष के अनुसार हमलोगों के शरीर में तीन प्रकार की पेशियाँ होती है—

(१) हड्डी से सम्बन्धित पेशियाँ (Skeletal muscles)

(२) अन्न-नली से सम्बन्धित पेशियाँ (Visceral muscles) तथा

(३) हृदय से सम्बन्धित पेशियाँ (Cardiac muscles)।

हड्डी से सम्बन्धित पेशियों को हम धारीदार-पेशियाँ (Striated muscles) कहते है क्योंकि अणवीक्ष से देखने से इनमे आयाम धारियाँ (Striations) दीख पड़ती है। इन्हें हम ऐच्छिक (Voluntary) पेशियाँ

भी कहते हैं। क्योंकि ये हमारी केन्द्रीय स्नायविक संस्थान से सम्बन्धित रहती हैं और इच्छानुसार हम इनसे अपने हाथ, पैर या धड़ में गति उत्पन्न करते हैं। इन पेशियों की खूबी यह है कि ये बाह्य सम्वेदना के बिना भी गति उत्पन्न करती हैं और इनकी गति बड़ी तेज होती है। इन्हीं के कारण हम इतनी तेजी से दौड़ सकते हैं।

अन्न-नली से सम्बन्धित पेशियों को हमलोग धारी विहीन पेशियाँ (Unstriated muscle) भी कहते हैं क्योंकि इनमें आयाम धारियाँ नहीं दीखतीं। इन्हें हमलोग Smooth या Plain पेशियाँ भी कहते हैं। इनका का हमारी इच्छा पर नहीं निर्भर करता है। ये स्वतन्त्र पेशियाँ (Involuntary muscles) हैं। ये स्वतन्त्र स्नायविक संस्थान (Spontaneous nervous systems) से नियन्त्रित होती हैं। ये एक तरह के स्नायुओं द्वारा सिकुड़ती हैं तथा दूसरी तरह की स्नायुओं द्वारा फैलती हैं। इस तरह की पेशियाँ खोखले अंगों (जैसे आमाशय, आँत, पेशाब की थैली और रक्त वाहिनियाँ) का सिकुड़न और फैलाव करती हैं। धारी विहीन पेशियों की सिकुड़न धीमी होती है।

हृदय से सम्बन्धित पेशियाँ (Cardiac or heart muscles) काम और बनावट के लिहाज से ऊपर की दोनों पेशियों के बीच की हैं। इनके रेशे (Fibres) धारीदार होते हैं लेकिन ऐच्छिक पेशियों की भाँति ये सिकुड़न बनाये नहीं रख सकते। अन्न-नली से सम्बन्धित पेशियों की तरह इनकी सिकुड़न स्वतन्त्र होती है। चहकती हुई चिड़िया के हृदय की गति प्रति सेकेण्ड १० हो सकती है और आदमी का दिल कसरत या इस तरह का काम करते समय अधिक-से-अधिक प्रति सेकेण्ड तीन बार सिकुड़ता और फैलता है।

संक्षिप्त वर्णन :—

१. नाक, मुँह, श्वास-नली, स्वर सम्पुट तथा फेफड़े हमारे श्वसनांग हैं।

२. O_2 तथा Co_2 के विनिमय (Exchange) को श्वसन कहते हैं।

३. O_2 फेफड़ों में पहुँचकर रुधिर को आक्सीकृत करता है और इसी समय रुधिर Co_2 को मल के रूप में त्यागता है जो वहिश्वसन (Expiration) के समय बाहर निकल जाता है।

४. पसलियों के ऊपर तथा नीचे दो तरह की पेशियाँ होती हैं जिन्हें Intercostal Muscles कहते हैं। बाहरवाली पेशियों के सिकुड़ने से

वक्ष गह्वर का दायरा बढ़ता है जिसके फलस्वरूप फेफड़ों में हवा का दबाव कम हो जाता है। बाहर से हवा आकर अलवियोलर विवरों में भर जाती है। अब पसलियों के भीतर की पेशियों की सिकुड़न होती है, जिससे वक्ष-गह्वर का दायरा घट जाता है, फेफड़ों पर दबाव बढ़ता है और हवा बाहर निकल जाती है।

५. फेफड़ा, वृक्क, त्वचा तथा अँतड़ी रेचन अंग है।

६. वृक्क (Kidneys) हमारे शरीर के छनने हैं। इनका काम रुधिर को छानकर यूरिया तथा यूरिया अम्ल तैयार करना है।

७. हमारे शरीर में तीन प्रकार की मांसपेशियाँ हैं। इनके नाम क्रमशः धारीदार पेशियाँ, धारी विहीन पेशियाँ तथा कार्डियक या हृदय सम्बन्धी पेशियाँ है।

८. त्वचा का काम शरीर के तापक्रम को ठीक रखना है। इसके द्वारा अधिक जल तथा विभिन्न लवण पसीने के रूप में बाहर निकल जाते हैं।

अभ्यास

१. **मनुष्य के पाचन-संस्थान का सचित्र वर्णन करें।**

1. Describe diagramatically the digestive-system of man. (S. S. E. 1960 S.)

२. **हमारे शरीर के भीतर खाया हुआ भोजन किस प्रकार पचता है? इसे संक्षेप में समझायें।**

2. How is food digested inside our body? Explain in brief. (S. S. E. 1958 A.)

३. **अन्न-नली के विभिन्न भागों के नाम बतायें। प्रत्येक भाग में पाये जानेवाले खमीरों तथा पाचन में उनका क्या हाथ है, इसका उल्लेख करें।**

3. Name different parts of Alimentary Canal. Briefly point out the role of enzymes found in its defferent parts.

४. **पाचन से क्या समझते हैं? पाचन और खमीरों में क्या सम्बन्ध है? मनुष्य के पाचन से इसकी व्याख्या करें।**

4. What do you mean by "Digestion"? What is the relationship between enzymes and digestion? Illustrate it with reference to digestion in man.

५. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखें :—
(क) लार ग्रन्थि, (ख) आमाशय रस, (ग) यकृत नली, (घ) क्लोम रस, (च) पक्वाशय, (छ) यकृत रस।

5. (a) Salivary gland, (b) Gastric juice, (c) Hepatic duct, (d) Pancreatic juice, (e) Duodenum, (f) Bile.

६. मानव-शरीर की विभिन्न हड्डियों के नाम बतायें। हड्डियों के कौन-से कार्य हैं?

6. Name the different bones of human body and point out their different functions.

७. खोपड़ी तथा रीढ़ की हड्डियों का वर्णन करें।

7. Describe and name the different bones of human skull and vertebral column.

८. बाहु तथा पैर की हड्डियों की तुलना सचित्र सारणिक रूप में करें।

8. Illustrate in a tabular form the differences between the bones of fore-limb and hind limb of man.

९. छाती की हड्डियों का सचित्र वर्णन करें।

9. Describe briefly the frame work of human chest.

१०. मानव-शरीर के मलोत्सर्जन में वृक्क का क्या काम है? इसे संक्षेप में समझायें।

10. What is the role of kidneys in the excretary system of man? Briefly describe it.

११. मनुष्य के शरीर में पाये जानेवाले जोड़ों तथा मांस पेशियों के नाम बतायें।

11. Name the different types of bone joinits and muscles found in human body.

१२. लहू क्या है? इसके कार्यों का संक्षेप में वर्णन करें तथा इसमें पायी जानेवाली कोशाओं का सचित्र वर्णन करें।

12. What is blood ? Describe its different functions and illustrate the different types of cells found therein.

१२ मनुष्य के दिल की बनावट का सचित्र वर्णन करें तथा इसके अन्दर लहू का पथ दर्शायें ।

13. Diagramatically describe human heart and trace the course of blood in it.

१४. दाँत की बनावट सचित्र बतायें तथा मनुष्य के मुँह में पाये जाने-वाले विभिन्न प्रकार के दातों का नाम बतायें ।

14. Describe diagramatically the structure of a tooth and name the different types of teeth found in the mouth of man.

बारहवाँ अध्याय

हमारा भोजन
(Our food)

भोजन शरीर को स्वस्थ रखने के लिए नितान्त आवश्यक है। इसकी आवश्यकताओं का उल्लेख नीचे किया जा रहा है—

(१) काम करने तथा शरीर की अन्य क्रियाओं जैसे वृद्धि, श्वसन, प्रजनन इत्यादि के लिए हमें ऊर्जा की आवश्यकता है। यह ऊर्जा हमलोगों को भोजन से ही प्राप्त होती है। अतः कार्य करने की शक्ति के लिए भोजन अति आवश्यक है।

(२) चयापचय में ध्वस्त कोशिकाओं के पुनर्निर्माण या कटे हुए भागों को भरने के लिए हमें भोजन की आवश्यकता होती है।

हमारे शरीर के नीरोग रहने तथा सभी अंगों की संतुलित वृद्धि के लिए हमें एक खास प्रकार के भोजन की आवश्यकता होती है जिसमे गुण के हिसाब से भिन्न पदार्थों की मात्रा निश्चित होनी चाहिए। ऐसे भोजन को हम **संतुलित आहार** (Balanced diet) कहते है। इसमें भोजन के सभी अवयव निश्चित मात्रा मे रहते है। हमारे भोजन निम्नलिखित यौगिक है जो अनेक भोज्य पदार्थों से प्राप्त किये जाते है—

(१) कार्बोहाइड्रेट :—मंड और शर्करा कार्बोहाइड्रेट के उदाहरण है। गेहूँ, चावल, जौ, जई, धान्य (Cereals), आलू, शकरकन्द, शलजम तथा अन्य मूलों में मंड (Starch) पाया जाता है। ईख, चुकन्दर, फल तथा चीनी और गुड़ वगैरह में शर्करा पाई जाती है। कार्बोहाइड्रेट हरे पौधों से ही प्राप्त किये जाते हैं। मंड (Starch) शर्करा का ही संचित रूप है। जब पौधों में शर्करा काफी मात्रा में जमा हो जाती है तब वे स्टार्च के रूप में संचित कर ली जाती है।

मनुष्यों के शरीर में पाचन के पहले स्टार्च ग्लूकोज तथा फ्रूक्टोज में बदल दिये जाने चाहिये। शरीर को ऊर्जा प्रदान करने का सबसे सस्ता साधन यही है। काम करनेवाली मांसपेशियों में गर्मी तथा ऊर्जा पैदा करने के लिये ग्लूकोज का ऑक्सीकरण होता है। जो ग्लूकोज तुरन्त ही नहीं काम में आ सकता है उसे ग्लाईकोजेन मे बदल कर यकृत (Liver) में संचित कर लिया जाता है या चर्बी के रूप में त्वचा के नीचे संचित रहना है। शारीरिक काम करनेवालों को इसकी आवश्यकता अधिक होती है।

(२) चर्बी (Fats) या वसा :– यह भी कार्बोहाड्रेट की तरह कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन से बना होता है। इन तीनों तत्वों का अनुपात कार्बोहाइड्रेट से भिन्न होता है। इसमें ऑक्सीजन की मात्रा कम होती है। यह हमलोगों को मक्खन, घी, तेल, डालडा तथा जानवरों की चर्बी से प्राप्त होता है। ये हमारे शरीर के लिये ईंधन का काम करते हैं और ऊष्मा तथा ऊर्जा पैदा करते हैं। इनमें कार्बोहाइड्रेट के दूना ऊर्जा पैदा करने की क्षमता होती है। चर्बी पानी में अघुलनशील है इसलिये पाचन के पहले इसे इमलसन (Emulsion) में बदलना जरूरी है। चर्बी का तरल रूप ठोस की अपेक्षा आसानी से पचाया जा सकता है। भोजन में चर्बी की विशेष मात्रा रहने से वह पचाने में भारी मालूम होता है। इसमें कुछ असंतृप्त अम्ल पाये जाते हैं जो स्वास्थ्य के लिये आवश्यक है। यह दूध, घी, मक्खन, मछली वगैरह में पाये जाते हैं।

(३) प्रोटीन :—यह कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, गंधक और फॉसफोरस के मेल से बनता है। कोशिकाओं, मांसपेशियो, विकरों (Enzymes) तथा हॉरमोनों (Hormones) के निर्माण में प्रोटीन का ही प्रधान हाथ रहता है। इसलिये शरीर का निर्माण करने के लिये विभिन्न प्रकार के प्रोटीन अनिवार्य है। शरीर के अंदर इसको संचित नहीं किया जा सकता। इसलिये कोशाओं के निर्माण और मरम्मत के काम में जो आ सका सो आ सका और बचिये शरीर के लिये ईंधन का काम करता है। प्रोटीन के नाइट्रोजनयुक्त मल पदार्थ वृक्क (Kidney) द्वारा बाहर निकाल दिये जाते है। प्रोटीन के परमाणुओं की बनावट बड़ी जटिल होती है। यह प्रधानतः एमाइनो अम्लों का बना होता है। पाचन के समय प्रोटीन पेप्टोन और पेप्टाइड की अवस्थाओं से होते हुए पुनः एमीनों अम्लों में परिणत हो जाता है। शरीर में

अवशोषण के बाद पुनः ये प्रोटीन में बदल जाते है। इन एमीनो अम्लों में से छह को तो हमारे शरीर स्वयं बना सकते हैं। लेकिन आठ ऐसे है जिन्हें तैयार अवस्था में हमारे शरीर में पहुँचना चाहिये।

ये आठो अनिवार्य एमिनो अम्ल निम्नलिखित हैं—

(अ) ट्रीप्टोफेन (Tryptophane)
(ब) लाईसीन (Lysine)
(स) मेथियोनिन (Methionine)
(द) थ्रियोनिन (Threonine)
(इ) फेनिलालेनिन (Phenylalanine)
(ई) ल्यूसिन (Leucine)
(फ) आईसो ल्यूसिन (Isoleusine)
(ज) वैलिन (Valine)

प्राणियों द्वारा प्राप्त प्रोटीन में ये आठो अम्ल पाये जाते हैं। अतः वानस्पतिक प्रोटीनों से ये उत्तम समझे जाते हैं क्योंकि इनमें ये सभी अम्ल नहीं मिलते। अंडे से प्राप्त प्रोटीन सर्वोत्तम है। दूध के प्रोटीन का दूसरा स्थान है। दोनों प्रकार के प्रोटीनों को मिलाकर खाने से सभी आवश्यक एमिनो अम्ल प्राप्त हो जाते है। प्रोटीन दूध, अंडे की जर्दी, मुर्गी, मांस, कलेजी, दाल, मटर की छीमी तथा सेम वगैरह में पाये जाते है।

(४) खनिज लवण—हमारे शरीर का $\frac{1}{20}$ भाग इन्हीं से बना होता है और शरीर को कायम रखने तथा उसकी वृद्धि में सहायक है। शरीर मे अम्ल तथा क्षारों का संतुलन बनाये रखते है। इनका कार्य पेशियों, स्नायुओं तथा रुधिर के "टोन" (Tone) को बनाये रखना है। खनिजों द्वारा भोजन के पाचन में सहायता मिलती है। शरीर के विकास में भी ये सहायक है। निम्नलिखित खनिज पोषक-आहार के लिए अनिवार्य हैं—

(अ) कालसियम का लवण—हड्डी और दाँत का प्रधान अवयव है। यह जिगर तथा पेशियों की गति नियंत्रित करता है। गर्भिणी या दूध पिलानेवाली माताओं के लिए बहुत आवश्यक है। इसकी कमी से सुखंडी रोग (Rickets) होता है तथा दाँत और अन्य हड्डियाँ कमजोर पड़ जाती हैं। प्रत्येक वयस्क मनुष्य को १ ग्राम रोज मिलना चाहिए। यह दूध, पनीर, अंडा तथा हरी तरकारियों और शाकों में पाया जाता है।

(ब) फास्फोरस—यह शरीर की प्रत्येक कोशिका में पाया जाता है कोशिकाओं की संख्या-वृद्धि के लिए आवश्यक है। इसकी कमी से हड्डियाँ कमजोर और शरीर की क्रियायें ढीली पड़ जाती हैं। यह पनीर, अंडे का पीला भाग, बादाम, मटर, दूध, कलेजी और आलू में पाया जाता है।

(स) लोहे का लवण—यह रुधिर में तथा कोशिकाओं की न्यष्टियों में पाया जाता है। यह फेफड़ों तथा शरीर के अन्य भागों में आक्सीजन वाहक का काम करता है। यह कलेजी, मांस, अंडा, दाल, गेहूँ, चावल, प्याज, सलाद तथा सूखे फल किसमिस, अंजीर, छुहारा, खजूर वगैरह में पाया जाता है।

(द) आयोडिन का लवण—यह थाईरायड नामक ग्रन्थि में पाया जाता है। इस ग्रन्थि से थाईरोक्सिन (Thyroxin) नामक पदार्थ निकलता है जो शरीर के चयापचय को ठीक रखता है। यह समुद्री मछलियों, मछली के तेल, प्याज तथा हरी तरकारियों में पाया जाता है। यह प्रत्येक वयस्क को १५० ग्राम मिलना चाहिए।

(इ) साधारण नमक (Sodium chloride)—यह आमाशय रस (Gastric juce) तथा यकृत-रस (Bile) बनाता है। यह प्रतिदिन १०-१५ ग्राम मिलना चाहिए।

(ई) ताम्बे का लवण—यह लोहे के साथ खून का हेमोग्लोबीन बनाता है। प्रत्येक वयस्क आदमी को प्रतिदिन २ मि० ग्रा० मिलना चाहिए।

(फ) क्लोरिन—शरीर में नमक का तिजाब बनाने के लिए यह आवश्यक है। यह नमक, केला, टमाटर तथा साग में पाया जाता है।

(५) विटामिन—ये हमारे भोजन के बहुत आवश्यक अंग हैं। शरीर की वृद्धि और पोषाहार के लिए बहुत आवश्यक हैं। ये हमारे शरीर के अन्दर कौन-सी क्रिया करते हैं, यह ठीक से मालूम नहीं हो सका है। ये हमारे विभिन्न प्रकार के भोजनों में अल्पमात्रा में वर्तमान रहते है। यदि विटामिन रहित भोजन हमलोग कुछ दिन खायें तो हम अनेक प्रकार के रोगों के शिकार हो जाते है। इन रोगों को हम Deficiency diseases कहते हैं। इनकी कमी से आदमी की मृत्यु भी हो सकती है। अभी तक हमलोग छह प्रकार के विटामिनों को पहचान पाये हैं —

विटामिन 'ए'—यह पपीता, आम, गोभी, गाजर, साग, कलेजी, दूध, मक्खन, घी, कॉड, मछली के तेल आदि में पाया जाता है। बहुत देर तक बिना

ढँके हुए उबालने से यह खतम हो जाता है। लेकिन साधारण तरीके से ढँक कर उबालने से खतम नहीं होता। प्रत्येक मनुष्य को ५००० इंटरनेशनल यूनिट प्रतिदिन मिलना चाहिए। इसकी कमी से कई रोग होते हैं—

(१) शाकाणुओं से रोध की शक्ति कम हो जाती है अतः आदमी आसानी से रोग-ग्रस्त हो जाता है।

(२) रतौंधी।

(३) जुकाम, सर्दी, खाँसी बहुत जल्द हो जाती है।

यह विटामिन चर्बी या पानी में घुल सकता है।

विटामिन 'बी'—यह विटामिन पानी में घुलनशील होता है। पहले इसे एक विटामिन समझा जाता था लेकिन आजकल इसे विटामिनों का समूह माना जाता है इसीलिए इसे विटामिन बी० कम्प्लेक्स कहा जाता है। इसकी कमी से पाचन-शक्ति बिगड़ जाती है, भूख कम लगती है तथा बेरी-बेरी की बीमारी होती है। इसकी कमी से बच्चों के शरीर की वृद्धि रुक जाती है। यह मुख्यतः अंडे की जर्दी, मांस तथा दालवाले पौधों के बीज में पाया जाता है। विटामिन बी० कम्प्लेक्स शरीर में नया खून बनाता है। यह विशेषतः अनाज के ऊपरी छिलकों के निचले भागों, फल, भाजी तथा बिना छाँटे हुए चावल के लाल भाग में पाया जाता है। कल का छाँटा हुआ चावल खानेवालों को इसीलिए बेरी-बेरी की बीमारी अधिक होती है।

विटामिन 'सी'—यह विटामिन संतरे तथा नींबू के रस में अधिकतर पाया जाता है। कुछ खट्टे तथा शुष्क फलों (Dry fruits) में भी पाया जाता है। इसकी कमी से दाँत कमजोर हो जाते हैं तथा मसूड़ों के अनेक रोग होते हैं। मसूड़ों से खून निकलने लगता है। रक्त-नलियों की दीवारें भी कमजोर हो जाती है। यह कुछ हरी सब्जियों में भी पाया जाता है जैसे टमाटर, गोभी तथा ताजी साग-भाजियाँ। इसकी कमी से स्कर्वी (Scurvy) नामक रोग होता है।

विटामिन 'डी'—यह मुख्यतः कॉड, मछली के तेल, अंडे की जर्दी, दूध तथा मक्खन में मिलता है। सूर्य की किरणों के सेवन से भी यह विटामिन शरीर में अपने से तैयार होता है। इसकी कमी से बच्चों को सुखंडी रोग होता है।

विटामिन 'ई'—यह अनाज के अंकुरों तथा हरी तरकारियों में पाया जाता है। इसकी कमी से आदमी नपुंसक हो जाता है।

विटामिन 'जी'—यह विशेषत: गेहूँ, अंडा, दूध और सब्जियों में पाया जाता है। यह शरीर की वृद्धि करता है तथा पाचन क्रिया को ठीक रखता है।

विटामिन 'के'—यह हरी तरकारियों में पाया जाता है। यह यकृत के कार्य को ठीक रखता है तथा किसी अंग के कट जाने पर खून को बहने से बचाता है।

विटामिन 'पी'—यह विटामिन 'सी' की सहायता करता है। यह खून की नलियों को मजबूत रखता है, जिनसे होकर ऑक्सिजन ऊतकों में पहुँचता है।

विटामिन A, D तथा E चर्बी में घुलनशील हैं। विटामिन B, C और G जल में घुलनशील हैं। पहले ग्रूप के विटामिन चर्बी तथा बसावाले पदार्थों में तथा दूसरे ग्रुप के विटामिन ताजे फल तथा हरी सब्जियों में पाये जाते हैं।

अत: हमारे भोजन के पाँच अवयव कार्बोहाइड्रेट, चर्बी और बसा, प्रोटीन, खनिज लवण तथा विटामिन हैं। इनके अलावा छठा अवयव जल है। जल शरीर में होनेवाली सभी रासायनिक क्रियाओं के लिये आवश्यक है।

भोजन के सभी अवयव शरीर के अन्दर पचाये जाते हैं और भोजन के बाद अवशोषित किये जाते हैं। लेकिन कुछ ऐसे पदार्थ हैं जिन्हें हम अपने भोजन के साथ खाते हैं पर उनका शरीर में पाचन नहीं होता। वे शरीर से ज्यों के त्यों बाहर निकाल दिये जाते हैं। इन पदार्थों को **रफेज** कहते हैं, जैसे आलू का छिलका, अमरूद या अन्य फलों के कड़े बीज, साग-सब्जियों का रेशा वगैरह है। इनसे लाभ यह है कि ये अन्न-नली में बने हुए मल को पेट से आसानी से निकाल देते हैं, इसलिए पेट में कब्ज नहीं होने पाता।

भोजन की मात्रा—भोजन हमें न केवल निश्चित मात्रा में करना चाहिए बल्कि भोजन के प्रत्येक अवयव मौजूद होने चाहिए। हम अपने भोजन को तराजू पर तौलकर नहीं, बल्कि उसकी नाप कैलोरियों (Calories) में करते हैं। कैलोरी ऊष्मा (Heat) की इकाई है। हमारे भिन्न प्रकार के भोजनों में प्रति ग्राम ऊष्मा की मात्रा अलग-अलग होती है। चर्बी में प्रति ग्राम ९·३

तथा कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन में ३·१ कैलोरियाँ हैं। प्रत्येक वयस्क मनुष्य को प्रतिदिन २७००-२८०० कैलोरियाँ प्रदान करनेवाला भोजन करना चाहिए। वास्तव में प्रत्येक आदमी को प्रतिदित कितना और क्या-क्या भोजन करना चाहिये, यह हमारे भोजन की मुख्य समस्या है। भोजन की मात्रा उम्र, कार्य, मौसम तथा भोजन करनेवाले के स्वास्थ्य पर निर्भर करता है। बच्चों को वयस्कों की अपेक्षा कम भोजन करना चाहिए। जो आदमी शारीरिक मिहनत करता है उसे मानसिक काम करनेवाले से अधिक भोजन की आवश्यकता होती है। भोजन हमें निश्चित रूप से करना ही चाहिए। साथ ही साथ उसमें अनेक अवयवों का उचित मात्रा में रहना आवश्यक है। शारीरिक काम करनेवालों के भोजन में कार्बोहाइड्रेट तथा चर्बी की मात्रा अधिक होनी चाहिए, क्योंकि इससे अधिक ऊर्जा उत्पन्न होती है। शरीर की वृद्धि, नये ऊतकों के निर्माण तथा टूटे-फूटे अंगों की मरम्मत के लिये प्रोटीन आवश्यक है। खनिज लवण खून, हड्डी तथा बालों के निर्माण के लिये आवश्यक है, जो विभिन्न साग-सब्जियों में मिलते है। बच्चों के लिए दूध, खमीर (yeast), पनीर, पावरोटी, अंडा, मांस, मछली तथा अनाज आवश्यक है। इन भोजनों से इनका शरीर न केवल स्वस्थ रहता है, बल्कि शरीर की वृद्धि भी होती है। कलेजी, मांस तथा हरी सब्जियों से नये खून का निर्माण होता है।

संतुलित भोजन में प्रोटीन, चर्बी और कार्बोहाइड्रेट का अनुपात १:१:४ का होना चाहिए। हमारे भोजन में प्रतिदिन निम्नलिखित ऊष्मा की आवश्यकता है।

उम्र	प्रतिदिन ऊष्मा की आवश्यकता
१. दो साल तक के बच्चों के लिए	९०० कैलोरियाँ
२. दो से पाँच साल तक के बच्चों के लिए	१२०० ,,
३. छह से नौ साल तक के बच्चों के लिए	१५०० ,,
४. दस से बारह साल तक के लिए	१८०० ,,
५. बारह से चौदह साल के लिए	२१०० ,,
६. चौदह से सोलह साल के लिए	२४०० ,,
७. साधारण मनुष्यों के लिए	३००० ,,
८. किसानों के लिए	३२०० से ४००० कैलोरियाँ
९. मजदूरों के लिए	४००० से ५००० ,,

एक वयस्क मनुष्य को प्रतिदिन करीब २०-२२ छटाँक भोजन करना चाहिए, जिसमें विभिन्न भोजन के पदार्थों की मात्रा निम्नलिखित होनी चाहिए।

१. अनाज (गेहूँ, चावल आदि)	८ छटाँक
२. दाल	१½ ,,
३. तरकारियाँ (हरी तथा कन्दिल सब्जियाँ)	६ ,,
४. फल	१ ,,
५. तेल, घी, मक्खन, पनीर	१ ,,
६. दूध	४ ,,
७. चीनी, गुड़, साबूदाना, आरारोट, सिघाड़ा वगैरह	१ ,,
टोटल—२२½ छटाँक	

मांसाहारियों के भोजन में आधा पाव मांस, मछली या अंडा होना चाहिए और उसके स्थान पर ४ छटाँक सब्जी तथा १ छटाँक चर्बीवाले पदार्थ को कम कर सकते हैं।

संक्षिप्त वर्णन—

१. भोजन का कार्य, (अ) शरीर में ऊर्जा उत्पन्न करना, (ब) ध्वस्त या टूटी-फूटी कोशिकाओं की मरम्मत करना तथा (स) नई कोशिकाओ का निर्माण करना है।

२. हमारे भोजन के मुख्य छह अवयव (अ) कार्बोहाइड्रेट (ब) बसा तथा चर्बी (Fats and oils), (स) प्रोटीन, (द) खनिज लवण, (ई) विटामिन और (फ) जल हैं।

३. कार्बोहाइड्रेट के ऑक्सीकरण से शरीर में ऊष्मा के रूप में ऊर्जा प्राप्त होती है। यह अधिकतर अनाजों, कन्दिल तथा हरी सब्जियों, फलों, चीनी, गुड़, शहद, साबूदाना तथा आरारोट में पाया जाता है।

४. बसा का काम भी कार्बोहाइड्रेट की तरह शरीर में गर्मी पैदा करना है। इसमें कार्बोहाइड्रेट की अपेक्षा अधिक गर्मी पैदा करने की क्षमता होती है। चर्बी वनस्पतियों या पशुओं से प्राप्त की जाती है। वनस्पति-चर्बी डालडा, सरसों, अंडी, नारियल, बादाम तथा अखरोट के तेलों में पायी जाती है। पशु-चर्बी अंडा, मछली के तेल, मांस, मक्खन तथा पनीर वगैरह में पायी जाती है।

५. प्रोटीन का काम शरीर का निर्माण करना है। यह भी वनस्पतियों तथा पशुओं से प्राप्त होता है। पचाने में यह भारी होता है। वनस्पति-प्रोटीन पशु-प्रोटीन की अपेक्षा देर से पचता है। यह मुख्यतः दाल, हरी सब्जियों, अण्डा, कलेजी, मांस, मछली तथा अंकुरित अनाजों मे पाया जाता है। बच्चों के बढ़ने के समय इसकी अधिक आवश्यकता होती है। शरीर के लिए आवश्यक प्रोटीन का पाँचवाँ हिस्सा पशु-प्रोटीन होना चाहिए। शाकाहारियों के लिये दूध सर्वोत्तम पशु-प्रोटीन है। यह एक सम्पूर्ण भोजन है। साधारण मनुष्य को आधा सेर गाय के दूध से आवश्यक पशु-प्रोटीन मिल जाता है।

६. खनिज लवण के कार्यों में, (अ) शरीर निर्माण, (ब) रक्त-संचालन और मांस पेशियों को ठीक रखना, (स) पाचन को बढ़ाना तथा पाचन रसों का निर्माण, (द) हॉरमोनों (Hormones) के उत्पादन तथा मलोत्सर्जन में सहायता पहुँचाना है। चारों में लोहा और कालियम के लवण मुख्य है। कालियम के अभाव में आदमी दुबला-पतला और कमजोर हो जाता है। दूध में यह काफी मात्रा में मौजूद है।

लोहे के लवणों के अभाव में रक्तस्वल्पता (Anaemia) का रोग होता है। खनिज लवण साग-सब्जियों और फलों में भी पाये जाते हैं।

७. विटामिन शरीर की वृद्धि, ठीक अवस्था तथा रोगों से बचने के लिए बिल्कुल जरूरी है। विटामिन आठ प्रकार के होते हैं। इनकी कमी से अनेक रोग होते है जिन्हें Deficiency diseases कहते हैं। जैसे विटामिन A की कमी से रतौंधी होती है। सूर्य की रोशनी जब पत्तों पर पड़ती है, तब पत्ते कैरोटीन बनाते हैं। पशु जब इसे खाते है तो उनके शरीर में विटामिन A तैयार होता है। इसलिए हरी घास खानेवाली गाय के दूध में विटामिन A अधिक होता है। खुले बर्त्तन में उबालने मे यह नष्ट हो जाता है। विटामिन B लाल चावल में पाया जाता है। इसकी कमी से बेरी-बेरी (Berri-Berri) रोग होता है। विटामिन C अधिकतर कागजी नींबू, आँवला और अमरूद में पाया जाता है। इसकी कमी से दाँत की अनेक बीमारियाँ होती है। मुँह, नाक तथा दाँत से खून निकलते है और मुँह से दुर्गन्ध निकलती है। विटामिन D सूर्य की रोशनी में अधिक पाया जाता है। इसकी कमी से आदमी नामर्द हो जाता है। विटामिन E से शरीर के सृजन-शक्ति में वृद्धि होती है।

८. प्रत्येक नीरोग और वयस्क मनुष्य के लिए ३०००कैलोरियाँ ऊर्जा प्रदान करनेवाले भोजन की प्रतिदिन आवश्यकता होती है।

९. ऐसे भोजन को जिसमें विभिन्न अवयव निश्चित मात्रा में हों और जिससे शरीर को आवश्यक ऊर्जा मिल सके संतुलित भोजन कहते है।

अभ्यास

१. संतुलित आहार के कौन-कौन प्रमुख अवयव हैं ? उनके कार्यों का वर्णन करें।

1. What are the main constituents of a balanced diet ? Mention their functions. (1959A-S. S. E.)

२. हमारे भोजन में कौन-कौन चीजें रहती हैं ? क्यों शरीर को उनसे लाभ होते हैं ? वर्णन करें।

2. What are the Constituents of our food ? Are they useful to our body ? Explain. (1954A-S.S.E.)

३. प्रोटीन हमारे खाने की किन-किन चीजों में पाया जाता है ? इसका शरीर के लिए क्या महत्त्व है ? समझाएँ।

3. Name some of our food stuffs in which protein is found. What is its importance to our body ?

४. पौधों तथा पशुओं से प्राप्त चर्बी तथा प्रोटीनों में आप किसे अच्छा समझते हैं और क्यों ?

4. Which of the animal and vegetable fats and proteins do you consider to be a better food and why ?

५. "डेफिसिएन्सी डिजिजेज" से आपका क्या तात्पर्य है ? इनमें से कुछ के नाम बताएँ।

5. What are deficiency diseases ? Name some of these diseases.

६. क्या दूध सम्पूर्ण भोजन है ? यदि हाँ, तो क्यों ?

6. Is milk complete food ? If so, why ?

(Hints— गाय के दूध में चर्बी ४·०%, शर्करा ५·०% प्रोटीन ३·५%, कालियम १६० मि० ग्रा०% पाया जाता है।)

७. विटामिन क्या है ? ये कितने प्रकार के होते हैं ? इनसे हमारे शरीर को क्या लाभ है ? समझाएँ ।

7. What are vitamins ? What are its different kinds ? What are their advantages to our body ? Explain.

८. खनिज लवणों का हमारे शरीर के लिए क्या महत्त्व है ? कुछ खनिज लवणों के नाम, गुण तथा भोजन के ऐसे पदार्थ जिनमें ये पाये जाते हैं, बताएँ ।

8. What is the importance of mineral salts to our body ? Name some mineral salts and mention their effects on body and some food stuffs in which they are found.

९. नोट लिखें—संतुलित भोजन, विटामिन सी, विटामिन बी, प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट तथा खनिज लवण ।

9. Write short notes on—Balanced diet, Vitamin C, Vitamin B, Protein, Carbohydrate and mineral salts. (1955A - S. S. E.)

१०. जहाँ का प्रधान भोजन चावल है, वहाँ का संतुलित भोजन क्या होगा ? लिखें ।

10. What would be the balanced diet of the area where rice is the staple diet ? Explain.

११. निम्नलिखित रोग क्यों होते हैं, समझाएँ—
रतोंधी, बेरी-बेरी, रक्त स्वल्पता और सुखण्डी ।

11. Briefly account for the following diseases ? Karatomalecia, Berri-Berri, Anaemia and Rickets.

तेरहवाँ अध्याय

शाकाणु

(Bacteria)

शाकाणु क्या हैं ?

ये अति सूक्ष्म जीव हैं जिन्हें खुली आंखों से देखना सम्भव नहीं है। इन्हें हम सूक्ष्मदर्शी या अणवीक्ष (Microscope) के सहारे देख सकते हैं। इन्हें पहले प्राणियों का भेद माना जाता था इसीलिये इन्हें पहले जीवाणु कहते थे, लेकिन आजकल इन्हें पौधों का ही भेद माना जाता है। आजकल भी कतिपय वैज्ञानिक जीवाणु शब्द का ही Bacteria के लिये प्रयोग करते हैं; लेकिन वास्तव में शाकाणु शब्द अधिक उपयुक्त है। विज्ञान की उस शाखा को, जिसमें शाकाणुओं का अध्ययन किया जाता है **शाकाणु विज्ञान** (Bacteriology) कहते हैं। सबसे पहले शाकाणु को ल्यूवेनहुक (Leuenhoek) ने देखा था। इनका जन्म १६३२ ई० में हालैंड के एक गांव में हुआ था। ये कपड़े का रोजगार करते थे और अवकाश के समय सूक्ष्मदर्शी (Microscope) बनाते थे। अपने जीवन में इन्होंने करीब ढ़ाई सौ सूक्ष्मदर्शी बनाये। इन्हीं सूक्ष्मदर्शियों में से एक द्वारा इन्होंने पानी की बूँदों में पहले शाकाणुओं को देखा। बाद में अपने दांत की मैल को भी इसी यंत्र से देखा और इसे शाकाणुओं से भरा पाया। इस तरह सर्वप्रथम इन्हें देखने का श्रेय ल्यूवेनहुक को ही है। इनका देहान्त १७२३ ई० में हुआ। बाद में फ्रांस के एक वैज्ञानिक लुई पैशर ने शाकाणु-विज्ञान की नींव डाली। इन्होंने सबसे पहले बताया कि शाकाणुओं द्वारा छूत-वाली बीमारियां होती हैं। ये हवा, पानी तथा मिट्टी में सर्वत्र वर्त्तमान हैं। फोड़े को यदि हवा के सम्पर्क से बचाकर रक्खा जाय तो यह सेप्टिक (Septic) कभी नहीं होगा। लूई पैशर का जन्म सन् १८२२ ई० में फ्रांस के एक गांव में हुआ था। प्रतिकारिता (Immunity) के सिद्धान्त का इन्होंने ही

सबसे पहले आविष्कार किया था। विषफोड़ा (Anthrax) और पागल कुत्ते के काटने के इलाजों का भी सर्वप्रमम आविष्कार इन्होंने ही किया था। अतः पैंशर ने रोगों के इलाज की पद्धति में एक क्रान्ति ला दी। ये मानवता के बहुत बड़े हितैषी थे और मानव जाति हमेशा के लिए इनका ऋणी रहेगी। इनकी मृत्यु २७ सितम्बर १८९५ को हुई।

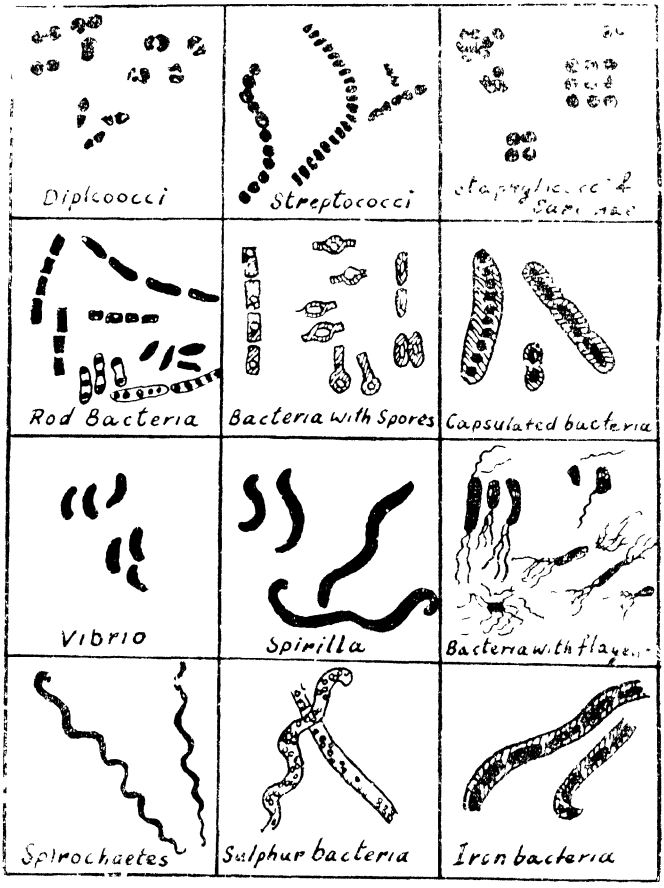
ऑक्सिजन जीवी तथा आक्सिजन इतरजीवी शाकाणु (Aerobic and anaerobic Bacteria :—कुछ शाकाणु O_2 की गैरमौजूदगी में भी श्वसन करते तथा जिन्दा रहते है। इन्हें ऑक्सिजन इतरजीवी (Anaerobic) शाकाणु कहते हैं। पर कुछ शाकाणु O_2 की मौजूदगी में ही जिन्दा रह सकते हैं। इन्हें ऑक्सिजन जीवी शाकाणु (Aerobic Bacteria) कहते हैं। कुछ शाकाणु दोनों ही अवस्थाओं में जिन्दा रह सकते है।

मृतोपजीवी तथा परजीवी शाकाणु (Saprophytic and parasitic Bacteria) :—कुछ शाकाणु कार्बनिक तथा मृत पदार्थों पर वास करते हैं। इन्हें मृतोपजीवी (Saprophytic) कहते हैं। कुछ पौधों तथा जिन्दे जानवरों पर परजीवी के रूप में वास करते हैं तथा अपने पोषकों को बीमार भी बना देते है। इन्हें परजीवी शाकाणु या रोग पैदा करनेवाले शाकाणु (Pathogenic Bacteria) कहते हैं।

संरचना (Structure) :—ये एक कोशिकीय तथा अति सूक्ष्म जीव है। सबसे छोटी कोशिका का व्यास $\frac{१}{१०००}$ मि० मि० तक हो सकता है। कोशिकायें गोल (Spherical), दंडकाकार (Rod-shaped) तथा अर्द्धविराम की तरह कुन्तल (Spiral) हो सकती है। किसी-किसी शाकाणु में कोशिकायें शाखित प्रतीत होती हैं। वास्तव में जिसे हम शाखित शाकाणु समझते हैं वह कई शाकाणुओं के मिलने से, धागे की तरह बना हुआ तन्तु (Filament) है। कहीं-कहीं शाकाणु एक लसलसे पदार्थ से झुंड में बँधे रहते है। कुछ में उनके कोशारस से रोएँ की तरह बारीक पक्ष्म (Cilia) निकले रहते है। कुछ शाकाणुओं में स्पष्ट कोशाभित्ति भी होती है। प्ररस साधारणतः रंगहीन होता है लेकिन कहीं-कहीं लाल, हरा या नीले रंग का भी होता है।

शाकाणुओं के प्रकार—शक्ल के अनुसार शाकाणुओं का वर्गीकरण यों किया गया है। (अ) जब ये अति सूक्ष्म तथा गोल होते है तो इन्हें

(१) गोलाणु (Cocci) कहते हैं। गोलाणुओं में जब कोशिकायें अलग-अलग यो जोड़ा (Pairs) होती हैं तो उन्हें (अ) द्विगोलाणु (Diplococcus)



चित्र १०१ — विभिन्न प्रकार के शाकाणु

कहते हैं। कोशिकायें यदि चार या आठ की संख्या में एक आवरण से घिरी हों तो उन्हें (ब) घन गोलाणु (Sphaerococcus) कहते हैं। यदि ये

दंडकाकार (Rod-shaped) या सीधे तागों के रूप में दीख पड़ें तो इन्हें (२) **दण्डाणु** (Bacilli) कहते है। यदि ये कुन्तल दीख पड़े तो इन्हें (३) **कुन्तलाणु** (Spirilla) कहते है।

पोषाहार (Nutrition):—इनमें पोषाहार की विधि मृतोपजीवियों-सा या परजीवियों-सा होता है। इनमें कुछ ऐसे होते है जो सदा सजीवों के शरीर पर ही वास करते है। इन्हें सदा-परजीवी (Obligate parasites) कहते हैं।

प्रजनन (Reproduction) :—इनमें प्रजनन की दो विधियाँ होती हैं और दोनों ही अलैंगिक हैं।

(१) सामान्यत: इनमें संख्यावृद्धि **खंडन** (Fission or fragmentation) द्वारा होती है। कोशिका के बीच में एक आकोचन (Constriction) बनता है जो धीरे-धीरे गहरा होता जाता है और अन्त में कोशिका दो भागों में बँट जाती है। एक से दो कोशिकायें बन जाती हैं। इस विधि से संख्या वृद्धि बड़ी तेजी से होती है। आध घंटे में यदि एक बार खंडन हो तो १२ घंटों में एक से एक लाख साठ हजार शाकाणु बन जाते है। यह विधि वर्धी-प्रजनन (Vegetative reproduction) कहलाती है।

(२) **बीजाणु निर्माण** (Spore formation or sporulation):- इस विधि द्वारा संख्या वृद्धि भोजन की कमी के समय होती है। कोशिका में कोशा-रस सिकुड़ जाता है और चारों तरफ एक भित्ति बन जाती है। अत: कोशिका के अन्दर एक अन्त: बीजाणु (Endospore) बन जाता है। यह शाकाणु को जलाभाव, गर्मी या सर्दी से बचाता है। पुन: अनुकूल ऋतु आने पर आवरण या भित्ति फट जाती है और बीजाणु से एक शाकाणु बन जाता है। दण्डाणुओं में प्रजनन कोनिडिया (Conidia) द्वारा होता है।

शाकाणुओं का आर्थिक महत्त्व (Economic importance of Bacteria) :—ये मरे हुए जानवरों को सड़ा-पचाकर भूमि को नाइट्रोजन युक्त बनाते हैं। परजीवी शाकाणु रोगाणु (Pathogen) का काम करते है। इनके आर्थिक महत्त्वों को नीचे देखें—

(अ) कुछ मृतोपजीवी शाकाणु मरे हुए जानवरों या सूखे पौधों को गला-पचाकर सरल पदार्थों में परिणत कर देते हैं। ऐसे शाकाणु प्राकृतिक मेहतरों (Scavangers) का काम करते हैं। इन्हें **क्षयकारी शाकाणु** (Putrifying

Bacteria) कहते हैं। यदि ये न रहें तो सारी पृथ्वी मरे जानवरों और सूखे पौधों से भर जाय तथा ऐसा होने से पृथ्वी की उर्वरता भी कम हो जाय। ये मृत जीवों के शरीर को नाइट्रेट या नाइट्राइट में परिणत कर देते हैं जो पौधों के लिए खाद का काम करते है।

(ब) इनके द्वारा शराब बनाने में मदद मिलती है। हम जानते हैं कि शर्करीय घोल को कुछ शाकाणु अलकोहल में परिणत कर देते हैं।

(स) मटर के पौधों में आपने फूले हुए भाग (Nodules or tubercles) देखे होंगे। इन फूले हुए भागों में एक प्रकार का शाकाणु वास करता है जिसे नाइट्रोजन बनानेवाला शाकाणु कहते हैं। इस शाकाणु को "बैसिलस रेडिसिकोला" (Bacillus radicicola) कहते हैं। ये वायु के नाइट्रोजन को शोषित कर नाइट्रेट के रूप में परिणत कर देते है। कुछ नाइट्रेट तो ये अपने इस्तेमाल करते हैं और शेष दलहन के पौधों को दे देते हैं। अतः दलहन के पौधों को इनसे स्पष्ट रूप से लाभ होता है। अपने लिए कार्बोहाइड्रेट यह दलहन के पौधों से लेता है। दो जीवों के इस पारस्परिक सम्बन्ध को जिसमें दोनों आपस में एक दूसरे से फायदा उठाते है **सहजीविता** (Symbiosis) तथा इन जीवों को सहजीवी (Symbionts) कहते हैं। पर कुछ जीवाणु स्वतन्त्र होते है। इन्हें न तो किसी दूसरे जीवों के आश्रय की आवश्यकता होती है और न उनके सहयोग की। इनका निवास-स्थान मिट्टी है। इन शाकाणुओं में "नाइट्रोसोमोनस" और "नाइट्रोबैक्टर" उल्लेखनीय है। इनमें से पहला एमोनिया तथा दूसरा नाइट्राइट का आक्सिकरण करता है। पौधों तथा प्राणियों के अवशेषों के सड़ने से उनसे एमोनिया गैस निकलती है। इसी गैस को नाइट्रोसोमोनस ग्रहण करता है। इसे यह नाइट्रेट में बदल देता है। इस नाइट्रेट को पौधे अपनी जड़ों द्वारा शोषित कर अपने काम में लाते हैं। अतः अमोनिया को नाइट्रेट तथा नाइट्राइट को नाइट्राइट में बदलने का काम नाइट्रोसोमोनस और नाइट्रोबैक्टर करते है। इस क्रिया को *Nitrification* कहते हैं।

(द) इसके अलावा शाकाणु चाय तथा तम्बाकू की पत्तियों को पकाने तथा जानवरों की खाल से चमड़ा बनाने में मदद करते हैं। यह सब शाकाणुओं का उपयोगी रूप हुआ। अब हम लोग हानिकारक शाकाणुओं को देखें।

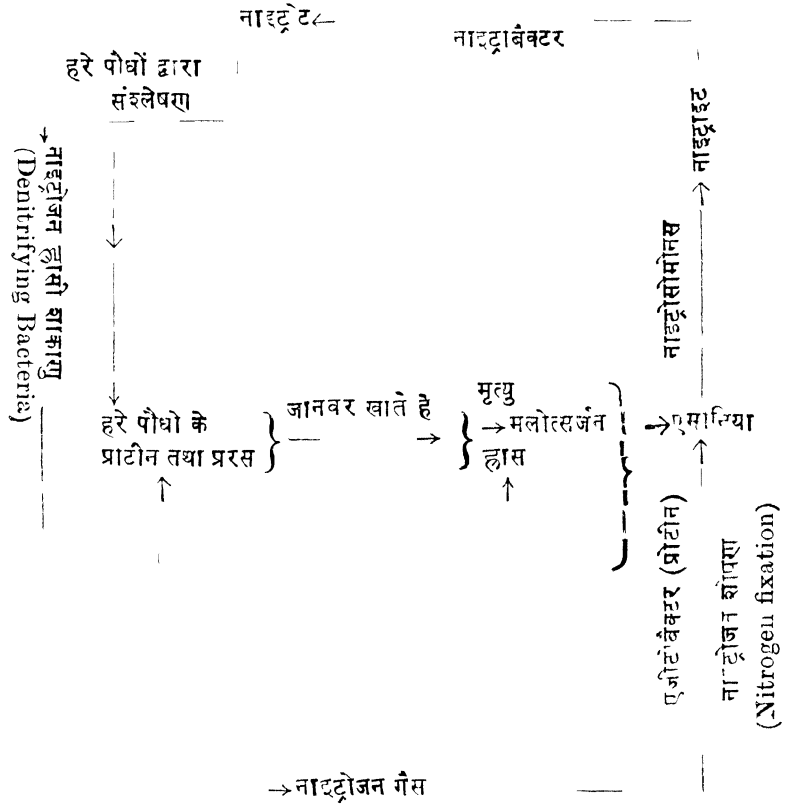
हानिकारक या रोगजनक शाकाणु—ऊपर शाकाणु के कल्याणकारी रूप दिखाये गये है। अब इनके विध्वंसकारी रूप देखें। परजीवी शाकाणु पौधों तथा जन्तुओं के शरीर मे वास करते है। उनकी कोशिकाओं में एक प्रकार का विष (Toxin) पैदा करते है। पोषकों द्वारा इस विष के प्रभाव को खतम करने के लिए प्रतिविष (Anti-toxin) पैदा किया जाता है। इन पोषकों तथा रोगाणुओं मे युद्ध होता है। यदि पोषिता सफल हुई तो शाकाणुओं को खतम कर देती है और यदि शाकाणु सफल हुए तो पोषिता को रोग-ग्रस्त कर देते है। मनुष्यों म अधिक रोग इन्हीं के कारण होता है। भयानक अजगर, शेर या अन्य हिंसक जन्तुओं से हम भाग कर भी अपनी रक्षा कर सकते है परन्तु इन शाकाणुओं से बचना असम्भव है। ये हवा, पानी और मिट्टी के माध्यमों में छिपे हुए हमारे अदृश्य शत्रु है। ये हमारे भोजन, पेय, शरीर के कटे हुए भागों तथा श्वास नलिका के रास्ते से होकर शरीर मे पहुँच जाते है। रक्त-स्रोत मे प्रवेश कर खून का विषाक्त कर देते है। मोतीझरा या टाइफायड, डिप्थीरिया, तपेदिक, धनुस्तम्भ, हैजा, प्लेग आदि अनेक रोग इन्हीं के कारण होते है। नीचे कुछ रोगों तथा उनके फैलानेवाले शाकाणुओं के नाम दिये जा रहे है—

(१) टाइफायड (Typhoid)	Bacillus typhi.
(२) प्लेग (Plague)	B. pestis
(३) हैजा (Cholera)	Cholera vibrio
(४) तपेदिक (Tuberculosis)	Tubercle bacillus
(५) कोढ़ (Leprosy)	Mycobacterium-leprae.
(६) कुकुर खाँसी (Whooping cough)	Bacillus pertussis
(७) विष फोड़ा (Anthrax)	B. antherasis
(८) लकवा या धनुस्तम्भ (Lock jaw)	B. tetani

पौधों में शाकाणु द्वारा जानवरों की अपेक्षा कम रोग होते है। इनके द्वारा आलू, नींबू, गेहूँ तथा धान वगैरह में अनेक रोग होते हैं।

शाकाणु तथा नाइट्रोजन-चक्र—खाद के रूप में नाइट्रोजन पौधो के लिए बहुत जरूरी है। इसके बिना पौधों की वृद्धि तथा फल या फूल लगने में

कमी हो जाती है। पौधे जड़ों द्वारा इन खादों को मिट्टी से खींच कर पत्तों तक पहुँचाते हैं। वहाँ पर प्रोटीन बनता है। इस प्रोटीन को पौधे अपने बढ़ने तथा जीवन के अनेक कार्यों के लिए व्यवहार करते हैं। इस अवस्था में इसे पशु, मनुष्य या अन्य प्राणी खाते हैं। फिर पशुओं तथा प्राणियों के मरने पर कुछ शाकाणु इन्हें गला कर अमोनिया तथा नाइट्रेट के रूप में बदल देते हैं और तब पौधे इनको खाद के रूप में ले लेते हैं। इस तरह इन क्रियाओं का एक चक्र चलता रहता है जिसे नाइट्रोजन-चक्र (Nitrogen cycle) कहते हैं। इस चक्र में शाकाणुओं का प्रधान हाथ है। यह नीचे दिखाया जा रहा है।



नाइट्रोजन-चक्र (Nitrogen cycle)

रोग, रोध और प्रतिकारिता
(Disease, Resistance and immunity)

आदमी तथा पौधों के कुछ रोगाणु—रोग फैलानेवाले जीवों को रोगाणु (Pathogen) या रोगजनक जीव (Disease causing organism) कहते हैं। अधिकांश रोग इन्हीं रोगाणुओं के कारण होते हैं। ये हमारे शरीर में हवा, पानी, भोजन तथा शरीर के कटे हुए भागो से होकर प्रवेश कर जाते हैं। प्रवेश के बाद पराश्रयी के रूप में ये हमें महान् क्षति पहुँचाते हैं। कुछ रोगाणुओं का उल्लेख ऊपर किया जा चुका है और यह भी बतलाया जा चुका है कि रोगी के शरीर से इनका कैसे संसर्ग (Infection) होता है। कुछ रोगाणुओं के नाम नीचे दिये जाते हैं—

(१) **कुछ पराश्रयी प्रजीव तथा नीमेटोड**—मलेरिया परजीवी, अमीबा, ट्राईपेनोजोमा आदि एक कोशिकीय प्राणियों के उदाहरण हैं। पेट की जोंक, कीड़ी तथा चाली कुछ नीमेटोड के उदाहरण है।

(२) **विषाणु (Viruses)**—कुछ रोग विषाणुओं के कारण होते हैं। ये शाकाणु से भी अधिक सूक्ष्म जीव है। इनकी सूक्ष्मता का अन्दाज इसी से लगा सकते है कि ये फिल्टर के कागज के बारीक छिद्रों से भी गुजर जा सकते हैं। इनके कणकों का व्यास $\frac{१}{१०००००}$ मि० मि० से भी कम होता है। अभी हमलोगों को ठीक से यह भी पता न चल पाया है कि ये सजीव है या निर्जीव। ये जानवरों तथा पौधो के शरीर मे निवास करते है। भिंडी, टमाटर, मिरचाई, आलू, तम्बाकू तथा कपास के पौधों में इनके द्वारा अनेक रोग होते है। इन रोगों से फसलों की उपज बहुत घट जाती है। मनुष्यों में चेचक, फ्लू, पाण्डु रोग (Jaundice), घोघा (Mums) मसूरी (Measles), पीत ज्वर, सर्दी या जुकाम आदि रोग इन्ही के कारण होते हैं।

(३) **शाकाणु तथा फफूँदी**—शाकाणु के कारण अधिकाश मनुष्यों तथा पशुओं में और फफूँदियों के कारण अधिकांश पौधों के रोग होते है। शाकाणु-जनित कुछ रोगों का उल्लेख ऊपर किया जा चुका है।

खुजली, दिनाय (Ring-worm) तथा उकौता (Eczema) फफूँदी-जनित रोग है। गेहूँ में गेरुआ या "रस्ट", गेहूँ, जौ तथा जई में "स्मट", आलू में "लेट लाईट" तथा "वार्ट" नामक रोग फफूँदी-जनित कुछ पौधों के रोगों के उदाहरण है।

रोगाणुओं से संसर्ग—ये मनुष्य, जानवर तथा पौधों के शरीर में अनेक तरह से प्रवेश कर जाते हैं। कुछ रोगाणु तो वाहकों द्वारा रोगी के शरीर से स्वस्थ व्यक्ति तक पहुँचाये जाते हैं। ऐसे रोगाणुओं से संसर्ग रोगी के सम्पर्क में आये बिना भी हो जाता है। मलेरिया बुखार के परजीवी के वाहक अनोफिल जाति की मादा मच्छड़ है। गिल्टीवाले प्लेग के रोगाणु का वाहक चूहों के बदन में रहनेवाला एक प्रकार का पिस्सू (Flea) है। ये पिस्सू पहले चूहों को काटते हैं और चूहों को प्लेग पहले-पहल होता है। चूहों के मर जाने पर ये पिस्सू मनुष्य को काटते हैं और प्लेग के रोगाणु से मनुष्य को संसर्गित कर देते हैं। हैजे के रोगाणु पीने के पानी, दूध तथा भोजन के साथ शरीर में प्रवेश कर जाते हैं। घरेलू मक्खियाँ इन्हें हमारे खाने के सामानों पर जमा करती हैं और वहाँ से ये हमारे शरीर में प्रवेश कर जाते हैं। चेचक का संसर्ग हवा के माध्यम से हो जाता है। सिफलिस (Syphilis) का संसर्ग इसके रोगी द्वारा होता है। कुछ रोगों का संसर्ग रोगी के बिछावन तथा कपड़े वगैरह के माध्यम से होता है। इस तरह संसर्ग से फैलनेवाले रोगों को **सांसर्गिक रोग** (Infectious diseases) कहते हैं। ये सांसर्गिक रोग जब अगल-बगल चारों ओर फैल जाते हैं तब इन्हें महामारी (Epidemic) कहते हैं।

प्रतिकारिता (Immunity)—इसका अर्थ किसी खास रोग या रोगाणु से रोध (Resistance) है। रोध का अर्थ रोगाणुओं से बचने की क्षमता है। रोगाणु हमारे शरीर में जाकर विष (Toxin) या जहर उगलते हैं। इनसे रक्षा के लिए हमारे शरीर की कोशिकाएँ प्रतिविष (Antitoxin) या विष-विरोधी पदार्थ पैदा करती हैं।

रोगों से रोध (Resistance from diseases)—रोगाणुओं से बचने के लिए हमारे शरीर में कई रक्षा की पंक्तियाँ हैं। पहले तो हमारे शरीर की त्वचा इन्हें भीतर प्रवेश करने से रोकती है। हमारे शरीर के भीतरी अंग एक प्रकार की पतली झिल्ली श्लेष्मकला (Mucous membrane) से ढँके रहते हैं। हमारी नाक के अन्दर बाल होते हैं जो धूल के कणों तथा शाकाणुओं को प्रवेश करने से रोकते हैं। इसी काम के लिए हमारे कंठ की भीतरी सतह की दीवारों पर रोम या पक्ष्म (Cilia) होते हैं जो सदा हिलते-डुलते रहते हैं और रोगाणुओं को भीतर जाने से रोकते हैं। अतः त्वचा, बाल, पक्ष्म आदि बाहरी रक्षा की पंक्तियाँ हैं।

रोगाणु जब हमारे रक्त-स्रोत में प्रवेश करते है तो पहले इन्हें हमारे रुधिर के श्वेत कणको (White blood corpuscles or W. B. C.) से मुकाबला करना पड़ता है। ये रोगाणुओं को निगल जाते हैं। इसीलिए रोगाणुओं के आक्रमण के बाद श्वेत रक्त कणकों का अनुपात रक्त में बढ़ जाता है। इन रक्षा पंक्तियों को रोगाणु यदि पार कर गये तो इन्हे रक्त के रोगाणु नाशक पदार्थ (Antibodies) से सामना करना पड़ता है। ये विशेष प्रकार के पदार्थ पहले से ही हमारे खून में मौजूद रहते है और हम इसे पैतृक गुणो के रूप मे अपने पूर्वजों से प्राप्त करते है। आपने सुना होगा कि मुर्गी का धनुस्तम्भ (Tetanus) नहीं होता है। किसी-किसी देश के लोगों को खास-खास रोग कभी नही होते है। इसे राष्ट्रीय प्रतिकारिता (Racial immunity) कहते है। इसका कारण यह है कि इन रोगों के रोगाणु इनके शरीर में आते ही मार डाले जाते हैं। अतः कुछ रोगों से हम अपनी रक्षा इन प्राकृतिक रोगाणु-नाशक पदार्थों द्वारा कर लेते है। रोग के रोध (Resistance) के इस प्राकृतिक क्षमता को प्राकृतिक प्रतिकारिता (Natural immunity) कहते है। फसलों में रोग-रोधी (Disease resistant) किस्मों को तो हमलोग अभिजनन करके पैदा करते हैं। इस तरह रोग-रोध एक पैत्रिक गुण है।

रोगो का रोध हमलोग कृत्रिम या एक बनावटी ढंग से रोगाणु-रोधी पदार्थों को अपने रक्त में पैदा करके भी कर सकते हैं। इस कार्य के लिए हम दो तरीके काम में लाते हैं जो निम्नलिखित हैं—

टीका या लस (Vaccination)—टीका या वैक्सिनेशन का सबसे पहले आविष्कार डाक्टर जेनर ने १७९६ ई० में किया था। उन्होंने साबित किया कि किसी स्वस्थ मनुष्य के शरीर में यदि चेचक के दुर्बल रोगाणु प्रवेश कराये जाएँ तो उस आदमी के शरीर में शक्तिशाली प्रतिविष (Antitoxin) पैदा हो जाता है जो उसे चेचक से प्रतिकारी बना देता है। होता यह है कि यह दुर्बल रोगाणु उसके शरीर को उत्तेजित कर देता है, जिससे प्रतिविष इतनी मात्रा में पैदा हो जाता है कि चेचक के रोगाणु को शरीर में आते ही मार डालता है। उन्होंने चेचक से पीड़ित गाय के थन से पीब लेकर स्वस्थ मनुष्य के शरीर में प्रवेश कराया। कुछ दिन के बाद उस आदमी के शरीर में जब चेचक के रोगाणु प्रवेश कराये गये तो उस बार कोई असर नहीं पड़ा। चूँकि उन्होंने पीब गाय से लिया था इसलिए इसका नाम *Vaccination* रखा।

Vacca शब्द का अर्थ गाय होता है। अब इस शब्द का प्रयोग छूतवाले सभी रोगों के टीके के लिए किया जाता है। टीका देने के समय निर्बल या मरे हुए रोगाणुओं को रक्त-स्रोत में प्रवेश कराया जाता है। शरीर में इसके प्रवेश से प्रतिक्रिया होती है जिसके फलस्वरूप प्रतिविष काफी मात्रा में बन जाता है जो रोगाणुओं का नाश कर देता है। इस विधि द्वारा शरीर में प्रतिकारिता धीरे-धीरे विकसित होती है लेकिन अधिक समय तक ठहरती है। चेचक, टाइफायड, क्षय रोग, जलसन्त्रास (Hydrophobia) आदि में टीका दिया जाता है। इसमें शरीर की कोशिकायें स्वयं अपनी संक्रियता से रोग-रोधी पदार्थ या प्रतिविष पैदा करती है, इसलिए इसे स्वयं प्राप्त प्रतिकारिता (Self acquired immunity) कहते है। स्वयं प्राप्त प्रतिकारिता की इस विधि को जिसमें लस या टीका लिया जाता है सक्रिय प्रतिकारिता (Active immunity) कहते है। यह निम्नलिखित विधियों द्वारा प्राप्त की जाती है।

(अ) सजीव रोगाणुओं द्वारा—

(१) क्षय रोग से बचने के लिए या इससे प्रतिकारिता प्राप्त करने के लिए बी० सी० जी० का लस या टीका द्रव्य सूई के द्वारा रोगी के शरीर में पहुँचा दी जाती है। तपेदिक के जीवाणु यदि पहले से रोगी के शरीर में मौजूद होंगे तो इसका कोई असर न होगा।

यदि तपेदिक के शाकाणु पहले से मौजूद न होंगे तो जहाँ पर सूई दी जाती है वहाँ पर लाल विन्दा दिखलाई पड़ने लगता है और रोगी का तापक्रम चढ़ जाता है।

(२) पीत ज्वर (Yellow fever) से बचने के लिए सजीव विषाणु (Virus) का ५ घ० से० मी० टीका द्रव्य (Vaccine) रोगी के शरीर में सूई द्वारा पहुँचा देते है।

(३) प्लेग से बचने के लिए इसके जीवाणु को सजीव रूप में सूई द्वारा प्रवेश करा देते हैं। इस लस से प्राप्त प्रतिकारिता के फलस्वरूप कम-से-कम साल भर यह रोग नहीं होता।

(ब) मरे हुए रोगाणुओं के द्वारा (By killed organisms)

(१) मातीझर्रा (Typhoid) में टी० ए० बी० का रक्षक लस।

(२) टाइफस में राईट और ब्लैक (Right's and Blank's) का रक्षक लस।

(३) हैजा-बिरोधी रक्षक लस।

(स) शाकाणुओं को छान कर अर्क के रूप में निकाले हुए पदार्थों के द्वारा (By bacterial filtrates and extracts)—

(१) डिप्थिरिया या रोहिणी में—ए० टी० पी० (Alum precipitated toxoid), टी० ए० एफ (Toxoid Antitoxic floccule) टी० ए० एम० (Toxoid Antitoxic mixture)

(२) तनु स्तम्भ (Tetanus)—में टी० टी० (Tetanus toxoid)

रस (Serum) द्वारा निष्क्रिय प्रतिकारिता—कुछ रोग ऐसे हैं जिनमें कृत्रिम विधियों द्वारा प्रतिकारिता नहीं प्राप्त की जा सकती। ऐसे रोगों से बचने के लिए स्वस्थ मनुष्यों को सजीव या मरे हुए रोगाणुओं के लस (Vaccine) से कोई फायदा नहीं होता। इसके लिए रस (Serum) या प्रतिविष का उपयोग करते हैं। डिप्थिरिया में या लकवा में इसका प्रयोग किया जाता है।

डिप्थिरिया में पहले इसके शाकाणु को घोड़े के शरीर में बार-बार थोड़ी मात्रा में डालते हैं। ऐसा करने से घोड़े के खून में प्रतिविष स्वयं पैदा होता रहता है। कुछ समय के बाद घोड़े के रक्त पर इस शाकाणु का कोई असर नहीं होता। या यों कहें कि घोड़ा इस रोग से प्रतिकारी बन जाता है। अब घोड़े के खून को सुखाकर अनेक औषधियों में शुद्ध करते हैं। इसके बाद इसे मरीजों के बदन में डाल दिया जाता है। इसके फलस्वरूप मरीज के शरीर में प्रतिविष की मात्रा काफी बढ़ जाती है और यह रोगाणु को नष्ट कर देता है। अब इस रोग के छूट जाने के बाद भी शरीर में प्रतिविष की मात्रा काफी रह जाती है ताकि वह इस रोग का प्रतिकारी बन जाता है। इस तरह की प्रतिकारिता को निष्क्रिय प्रतिकारिता (Passive immunity) कहते हैं। मसूरी (Measles) में भी यह काफी लाभदायक सिद्ध हुआ है। विष विरोधी-रस (Anti toxin serum) टीटेनस तथा स्कारलेट ज्वर में भी फायदा पहुँचाता है। शाकाणु जनित अनेक रोगों में शाकाणु-विरोधी रस (Anti bacterial serum) सूई के द्वारा पहुँचाया जाता है। नीरोग मनुष्य को देने से कोई लाभ नहीं होता, क्योंकि उसमें स्वयं प्रतिकारिता प्राप्त करने की क्षमता नहीं होती। किसी भी

अरोधी (Susceptible) मनुष्य के शरीर में दूसरे जानवर का खून जिसमें रोग-विरोधी पदार्थ हों, पहुँचाया जाय तो आदमी उस रोग विशेष से प्रतिकारी बन जाता है। इस तरह के पदार्थ को विरोधी-रस (Anti serum) कहते है। विरोधी-रस तीन प्रकार के होते है—

१. विष-विरोधी रस (Anti toxin serum)—इसमे रोगजनक शाकाणुओ से फिल्टर किया हुआ रस काम मे लाया जाता है। यह रोगाणुओ के विषो के असर को खतम कर देता है। जैसे डिफ्थिरिया या धनुस्तम्भ का विरोधी रस।

२. विषाणु-विरोधी रस—विषाणु जन्य रोगो में रोगी के नीरोग हो जाने पर भी विषाणु-विरोधी पदार्थ काफी मात्रा मे उनके शरीर मे रह जाते है। इसको दूसरे आदमी के शरीर में दे देने से वह प्रतिकारी बन जाता है।

३. शाकाणु-विरोधी रस (Anti bacterial serum)—कुछ ऐसे रोगजनक शाकाणु हैं जो अपनी ही तरह के दूसरे शाकाणुओ को खा जाते है। रस (Serum) के रूप में यदि उनको दूसरे के शरीर मे पहुँचा दिया जाय तो विशेष प्रकार के रोगाणुओं को शरीर पर प्रभुत्व नही जमाने देते है। जैसे प्लेग-विरोधी रस।

रोगाणुओं से बचने के लिए लस तथा रस (Vaccination and serum) का व्यवहार करते हैं। इन दोनो के मुख्य अन्तरो को नीचे दिया जाता है।

टीका या लस (Vaccine)	रस (Serum) या प्रतिविष (Antitoxin)
१. रोगी के शरीर से निकाल कर निर्बल किये हुए या मरे हुए रोगाणुओं को स्वस्थ मनुष्य के शरीर मे उनसे प्रतिकारिता प्राप्त करने के लिए दिया जाता है।	१. कृत्रिम विधि से जानवर को पहले प्रतिकारी (Immune) बनाते हैं। फिर इसके प्रतिकारित खून (Immunised blood) से रस तैयार करते है। इसी रस को सूई द्वारा रोगी के शरीर में पहुँचाया जाता है।

२. टीका देने से शरीर उत्तेजित हो उठता है। इसके फलस्वरूप शरीर में प्रतिविष बनता है, जो कीटाणुओं को नष्ट कर देता है।	२. इसमें प्रतिविष रोगी के शरीर में बाहर से प्रवेश कराया जाता है। यह विशेषत: रोग हो जाने पर ही दिया जाता है। इसका असर बहुत दिनों तक नहीं बना रहता है।
३. प्रतिकारिता धीरे-धीरे विकसित होती है। लेकिन यह ठहरती बहुत अधिक दिन तक है। जैसे चेचक का टीका हम बचपन में लेते हैं लेकिन इसका असर हमारे शरीर में बहुत दिनों तक रहता है।	३. इसका असर तुरन्त होता है। इससे प्राप्त प्रतिकारिता बहुत दिनों तक नहीं ठहरती।
४. चेचक, क्षयरोग, पागल जानवरों के काटने आदि से बचने के लिए बचपन में टीका ली जाती है।	४. टीटेनस या लकवा वगैरह में रोगी को रोग होने पर रस उसके शरीर में सूई द्वारा पहुँचाया जाता है।

लस या रस से छूटनेवाले कुछ रोग

१. हाइड्रोफोबिया या जलसंत्रास :—यह रोग पागल कुत्ते या गीदड़ के काटने से होता है। यह वास्तव में विषाणुजनित रोग है लेकिन इन विषाणुओं का अभी ठीक से पता नहीं चल पाया है। काटने के दस दिन से लेकर छह महीने के अन्दर तक इस रोग के लक्षण दीखते हैं। पानी देखकर रोगी को मूर्छा आने लगती है। पागल कुत्ते के लक्षण भी दीखने लगते हैं। रोगी अवसन्न होकर मर जाता है।

इस रोग के इलाज का आविष्कार सबसे पहले १८८५ ई० में लुई पैशर ने किया था। इस रोग से बचने के लिए इससे मरे हुए जानवर के सुषुम्नाकाण्ड (Spinal cord) का सुखा देते है। सूखने के बाद इसके शाकाणु इतने दुर्बल हो जाते है कि दूसरे मनुष्य में रोग नहीं फैला सकते। पहले रोगी को इसी की सूई दी जाती है। इसकी कई सूई पड़ जाने के बाद अन्तिम सूई में सबल जीवाणु रोगी के शरीर में सूई द्वारा पहुँचा दिये जाते है। फलतः रोगी के शरीर मे काफी रोधीपदार्थ जमा हो जाता है जो इसके रोगाणुओं को मार डालता है। इस इलाज को *Antirabic treatment* कहते है। इसकी सूई पागल जानवर के काटने के पहले या बाद में दी जाती है।



चित्र ११०—लुई पैशर

२. क्षयरोग (Tuberculosis) :—जिस तरह से डॉ० जेनर ने चेचक के टीका-द्रव्य (Vaccine) का तथा पैशर ने पागल कुत्ते के काटने के इलाज का आविष्कार किया था, उसी प्रकार जर्मनी के एक डाक्टर रावर्ट कोच ने १८८२ ई० में क्षय से बचने के लिए टीका-द्रव्य का पता लगाया। इन्होंने ही सर्वप्रथम बतलाया कि यह रोग एक विशेष प्रकार के शाकाणु द्वारा होता है। इसी आविष्कार में इन्हें अपनी जान भी खोनी पड़ी। ये इस टीका-द्रव्य का सफलतापूर्वक व्यवहार नहीं कर सके। बाद में इन्हीं का तैयार किया हुआ टीका-द्रव्य इस रोग की जाँच के लिए आगे चलकर सफल सिद्ध हुआ। इसे बी० सी० जी० वैक्सिन (B. C. G. Vaccine) कहते है।

३. धनुप-टंकार (Lock jaw or Tetanus) :—यह रोग एक प्रकार के शाकाणु द्वारा होता है जो गहरे घावों या शरीर के कटे हुए भागों से होकर शरीर में पहुँच जाते हैं। ये धूल के कण के साथ हमारे शरीर में प्रवेश कर जाते हैं। जिस भूमि में गोबर की खाद अधिक रहती है उसमें ये जीवाणु

अधिकता से पाये जाते हैं। आज कल इस रोग से बचने के लिए गहरे घाववाले व्यक्ति के शरीर में प्रतिविष (Anti-toxin) या रस (Serum) प्रवेश कराया जाता है जिसे ए० टी० एस० (Anti tetanus serum) कहते हैं।

रोगों से बचने के लिए कुछ रासायनिक पदार्थ

शाकाणु या अन्य प्रकार के रोगाणुओं को मारने के लिए कुछ रसायनों का हम प्रयोग करते है जिन्हें **जंतुघ्न** (Antiseptic) या **रोगाणु नाशक** (Disinfectant) कहते हैं। कार्बोलिक अम्ल, साधारण लवण, बोरिक अम्ल, कैम्फर, नीम का तेल, आयोडिन, हाइड्रोजन-पेरॉक्साइड तथा अलकोहल वगैरह जन्तुघ्नों के कुछ उदाहरण है। इनसे घाव, फोड़ा फुन्सी वगैरह धोये जाते है। आपके गले में ठंढक के कारण दर्द होता है तो नमक के गर्म घोल से आप कुल्ली करते है। हम कार्बोलिक या मार्गो साबुन इसीलिए व्यवहार करते है कि ये बदन की मैल निकालकर त्वचा को न केवल साफ ही करते है, वरन् उनके साथ ही छिपे हुए अदृश्य कीटाणुओं को भी मार डालते है। आप घाव को आयोडिन के टिन्कचर से धोते है, क्योंकि इससे कीटाणु की वृद्धि रुक जाती है। हम दाढ़ी बनाने के बाद उसे डेटोल से पोंछ देते हैं, क्योंकि कीटाणु प्रवेश न कर पायें। शल्य क्रिया (Surgery) में जन्तुघ्न का व्यवहार सबसे पहले लार्ड लिस्टर ने किया था। चीड़-फाड़ शुरू करने के पहले हम गर्म पानी तथा जन्तुघ्नों के घोल से औजारों को धोकर उन्हें निर्बीजित (Sterilise) करते है। अर्थात् उनमें लगे हुए रोगाणु के बीजाणुओं (Spores) को मार डालते हैं। सांसर्गिक या छूतवाली बीमारियों में रोगी के कमरे तथा कपड़ों और बर्तनों को मरक्यूरस क्लोराइड, फेनाईल या तनु कार्बोलिक अम्ल से धो डालते हैं। इन रासायनिक पदार्थों के अतिरिक्त सूरज की रोशनी भी रोगाणुओं का नाश करने का बहुत बड़ा साधन है। जिस कमरे में सूर्य की रोशनी आती है वह कमरा शुद्ध रहता है तथा उसमें रहनेवालों को अनेक रोगों की सम्भावना नहीं रहती है।

संक्षिप्त वर्णन —

१. शाकाणु अति सूक्ष्म जीव है, जो हवा, पानी तथा मिट्टी में सर्वत्र वर्तमान है। ये एककोशिकीय परजीवी या मृतोपजीवी जीव है।

२. गोल कोशिकीय शाकाणु को **गोलाणव:** (Cocci), **दंडकाकार** (Rod-Shaped) कोशिकावालों को **दण्डाणव:** (Bacilli) तथा कुन्तल (Spiral) कोशिकावाले शाकाणुओं को कुन्तलाणव: या सर्पिल शाकाणु (Spirilla) कहते हैं।

३. शाकाणुओं में संख्या-वृद्धि खंडन द्वारा बड़ी तेजी से होती है।

४. शाकाणु मानव-समाज के लिए ध्वंसकारी तथा कल्याणकारी दोनो ही हो सकते हैं। शाकाणु न रहें तो सारी पृथ्वी जीवांशों से भर जाय, क्योंकि सूखे हुए पौधों तथा मरे हुए जानवरों को सड़ा-गलाकर मिट्टी में मिला देने का काम मुख्यत: ये ही करते है।

५. चाय तथा तम्बाकू को पत्तियों को पकाना, शराब या सिरका बनाने में मदद करना, भूमि में नाइट्रेट की मात्रा को बढ़ाना शाकाणुओं के कुछ कल्याणकारी काम हैं।

६. हैजा, प्लेग, डिप्थीरिया, आँव, लकवा आदि इनके द्वारा जनित कुछ मानव-रोग हैं। इनके कारण हमारी फसलों में भी अनेक रोग होते हैं।

७. जीवों के अधिकांश रोग शाकाणु, फफूँदी, विषाणु, प्रजीव तथा नीमेटोड जनित ही होते हैं। रोगों को पैदा करनेवाले जीवों को रोगाणु (Pathogen) कहते हैं।

८. कुछ रोगाणु हमारे शरीर में वाहकों द्वारा पहुँचाये जाते हैं। इन वाहकों में घरेलू मक्खी तथा मच्छर प्रमुख है। कुछ हमारे भोजन के साथ या शरीर के कटे-टूटे भागों से होकर हमारे रक्त-स्रोत में पहुँच जाते है।

९. रोगाणु हमारे शरीर में जाकर संख्या-वृद्धि के साथ-साथ विष (Toxin) पैदा करते है। इन विषों के असर को प्रतिविष (Anti-toxin) खतम करते है। ये प्रतिविष हमारे शरीर में या तो पहले से मौजूद रहते हैं या टीका-द्रव्य द्वारा हम अपने शरीर में पैदा करते है। यह सीधे प्रतिविष या रस को रोग होने पर रोगी के शरीर में सूई द्वारा पहुँचा दिया जाता है।

१०. रोग रोध की क्षमता को हम प्रतिकारिता या Immunity कहते हैं। प्रतिकारिता प्राकृतिक (Natural immunity) या स्वयं प्राप्त

(Self acquired immunity) हो सकती है। स्वयं प्राप्त प्रतिकारिता **सक्रिय** (Active immunity) या **निष्क्रिय** (Passive immunity) हो सकती है। सक्रिय प्रतिकारिता रक्त-कोशिकायें स्वयं प्रतिविष पैदा कर प्राप्त करती है और निष्क्रिय प्रतिकारिता में प्रतिविष बाहर से हमारे शरीर में पहुँचाया जाता है।

११. टीका-द्रव्य (Vaccine) का आविष्कार सबसे पहले डा० जेनर ने १७९६ ई० में किया था। आजकल इसका उपयोग अनेक रोग जैसे, टाइफायड, चेचक, पीत-ज्वर, हैजा आदि मे करते है। इसमें रोगी के शरीर से प्राप्त रोगाणुओं को नीरोग मनुष्य के शरीर में पहुँचाकर उसके शरीर को प्रतिविष पैदा करने के लिए उत्तेजित किया जाता है। रोगाणु सजीव रूप मे ही या निर्बल बनाकर मनुष्य के रक्त-स्रात में पहुँचाया जाता है। चेचक का टीका ६ महीने से लेकर १२ वर्ष की उम्र के बीच दिया जाता है और इसका असर बहुत दिनों तक रहता है।

१२. कुछ रोगों में रोगी का शरीर प्रतिविष पैदा नही कर सकता। ऐसे रोगों में दूसरे जानवरों के शरीर से तैयार किया हुआ प्रतिविष (Anti-toxin) रोगी के शरीर में रस या Serum के रूप में पहुँचाया जाता है। जैसे धनुस्तम्भ (Tetanus) या डिप्थिरिया में।

१३. पागल कुत्ते के काटने के इलाज (Anti-rabic treatment) का आविष्कार लुई पैश्चर ने १८८५ ई० में किया था।

१४. रोग-निवारण के लिये कुछ रसायनो का व्यवहार करते है जिन्हे जन्तुघ्न (Anti septic) या रोगाणु-नाशक पदार्थ (Disinfectants) कहते है। आयोडिन, डेटोल, स्पोरीट, फौरमलीन, थाइमोल, फेनाईल, बोरिक तथा कार्बोलिक अम्ल, नीम का तेल आदि इनके कुछ सामान्य उदाहरण है।

१५. ऊँचा ताप और सूरज की राशनी भी रोगाणुओं को नष्ट करती है। इसलिए रोगी के कपड़ों को खौलते पानी में उबालते हैं। अँधेरे मे शाकाणु या अन्य रोगाणुओं की संख्या-वृद्धि बड़ी तेजी से होती है। इसलिए रोग से बचने के लिए ऐसे कमरों में रहना चाहिए, जिनमें सूर्य का प्रकाश मिलता हो।

१६. शल्य क्रिया (surgery) में औजारों को निर्बीजित (Sterilise) करने के लिए जन्तुघ्न का व्यवहार सबसे पहले लार्ड लिस्टर ने किया था।

विकासवाद
(Theory of Evolution)

जीव-जगत को सावधानी से देखा जाय तो पता चलेगा कि जीवों की लाखों स्पीशीज़ है। इन जीवों की उत्पत्ति कब और कैसे हुई ? यह वास्तव में एक ज्ञातव्य किन्तु जटिल प्रश्न है। क्या ये जीव अपने वर्त्तमान रूप में ही उत्पन्न हुए अर्थात् मनुष्य का उद्भव मनुष्य की ही तरह और कुत्ते का कुत्ते की ही तरह हुआ ? जीवों की उत्पत्ति की व्याख्या हम तीन तरह से कर सकते है :—

(१) जीवों की उत्पत्ति में किसी दैवी या अदृश्य शक्ति का हाथ है। (२) निर्जीव पदार्थों से जीवों की पैदाइश स्वयं हुई। (३) विकास की भौतिक क्रियाओं द्वारा इनकी उत्पत्ति तथा भिन्नन हुआ।

पहले और दूसरे सिद्धान्तों से प्रकृति के जीवों में जो तथ्य देखते है उसकी व्याख्या नही कर सकते। पहले सिद्धान्त का दृष्टिकोण अवैज्ञानिक है क्योंकि उसमें कुछ तथ्यों को पहले ही से मान लिया गया है। यदि यह मान लेते है कि सभी जीव एक दूसरे से असम्बन्धित है या सभी जीव अपने वर्त्तमान रूप में स्वयं बने तो फौसिलो (Fossils) तथा पृथ्वी की विभिन्न अवस्थाओं के जीवो की क्रमानुगति की कैसे व्याख्या करेंगे।

फ्रांस के एक महान् प्राणिशास्त्रवेत्ता क्यूवियर (Cuvier) के मतानुसार पृथ्वी की प्रत्येक अवस्था के बाद जीवों का नाश होता गया और उनके स्थान पर नये जीवो की सृष्टि होती गई। यह सिद्धान्त फौसिलों की तो व्याख्या कर देता है लेकिन वर्त्तमान युग के जीवों और फौसिलों में इतनी समता क्यों है इसकी व्याख्या नहीं कर सकता। यह भी नही बता सकता कि एक प्रकार के जीवों का ध्वंस करके दूसरे प्रकार के जीवों की सृष्टि के क्या कारण हैं।

शुरू में लोगों का ख्याल था कि पौधे और जानवरों की जननी पृथ्वी है। इसीलिए आज भी पिछड़ी हुई जातियों के लोग पृथ्वी की पूजा करते हैं। अतः लोगों ने महसूस किया कि जीवों का आरम्भ सृष्टि के आदि में स्वतः हुआ। इस विश्वास की पुष्टि इस बात से होती है कि बहुत से संचकों (Moulds) तथा शाकाणुओं को गलते हुए मृत जानवरों और पौधों के शरीर पर स्वतः उगते देखा जाता है। इस विश्वास का खंडन सबसे पहले पैशर (Pasteur) ने वैज्ञानिक प्रयोगों द्वारा किया। उन्होंने प्रयोग द्वारा यह दिखला दिया कि वायु में शाकाणु तथा फफूँदी के बीजाणु वर्त्तमान हैं। फफूँदी के बीजाणुओं से

संचकों (Moulds) का निर्माण होता है। पीछे यह भी सिद्ध कर दिया गया कि मिट्टी में अनेकों पौधों के बीज या प्राणियों के अंडे होते है जिनसे अनेकों वनस्पतियों तथा प्राणियों का निर्माण होता है। धीरे-धीरे यह विश्वास हटता गया कि जीवों की उत्पत्ति निर्जीवों से हुई है। अतः लोगों का विश्वास रूढ़िवादी विचारों से हटता गया और यह विश्वास कि जीवों की उत्पत्ति जीवों से हुई है दृढ़तर होता गया। आगे चलकर इसी विचार के आधार पर जीवोद्विकास (Organic Evolution) का वाद चला, जो विज्ञान जगत् में अब सर्वमान्यता प्राप्त कर चुका है।

जीवों की भिन्नता
(Variation in living forms)

जीवों की भिन्नता हम सभी बड़ी आसानी से देखते हैं। सन्तानें माता-पिता के गुणों से समता रखती हैं लेकिन वे उनका पूर्ण प्रतिरूप (Duplicate) नहीं होतीं। वे कुछ गुणों के लिहाज से भिन्न हैं। प्रत्येक पीढ़ी में यह भिन्नता बढ़ती जाती है और कालान्तर में भिन्नतायें इतनी बढ़ जाती हैं कि नयी स्पीशीज का निर्माण हो जाता है। इस भाँति जीवों की एक जाति से दूसरी जाति का निर्माण होता है। जाति अन्तरण (Transmutation of species) की इस क्रिया का लोगों को बहुत पहले से ज्ञान रहा है। १८ वीं शती के अन्त में स्वेडेन के विख्यात वैज्ञानिक लिन्नियस भी जाति अन्तरण में विश्वास करने लगे थे। पैतृक गुणों में इस भिन्नता के अनेक कारण हैं जिनका विवेचन इस पुस्तक के क्षेत्र के बाहर है।

डार्विन तथा विकासवाद
(Darwin and theory of Evolution)

इस वाद को डार्विन ने एक निश्चित रूप दिया। वालेस भी डार्विन के समकालीन थे। ये भी स्वतंत्र रूप से डार्विन के ही उपसंहारों पर पहुँचे थे। इन्होंने डार्विन के ही नाम पर इस वाद को प्रकाशित होने की अनुमति देकर अपनी महानता दिखाई। इस वाद के लिये वर्त्तमान मानवता दोनों ही का समानरूप से ऋणी है। डार्विन की विश्वविख्यात पुस्तक "Origin of species" १८५९ ई० में प्रकाशित हुई। जीव-जगत में विकास होता है

जिसके फलस्वरूप नई किस्में और जातियाँ बनती है यह सर्वमान्य है। लेकिन विकास के कारणों पर कई मत प्रकट किये गये हैं।

विकास क्या है ?

इस प्रश्न को समझने के लिए **आनुवंशिकता** (Heredity) तथा **भिन्नता** (Variation) को समझना पहले आवश्यक है। संतानों में प्रधानतः माता-पिता के ही गुण पाये जाते हैं। अतः वे पैतृक गुणों की धरोहर हैं। ये अपनी स्पीशीज को शाश्वत या चिरन्तन बनाये रखने के साधन हैं। प्रत्येक पीढ़ी में जातीय गुणों (Specific characters) के संरक्षण की इस प्रवृत्ति को आनुवंशिकता (Heredity) कहते हैं। इसी पर लक्ष्य करके विकासवादियों ने कहा है कि जीव मरणशील है परन्तु जीवन का दीप कभी नहीं बुझता है अर्थात् हरेक जाति के जीव पैदा होते और मरते हैं पर वह जाति सदा कायम रहती है।

प्रत्येक पीढ़ी की सन्तानें माता-पिता के प्रधान गुणों को पैतृक सम्पत्ति के रूप में प्राप्त करती हैं और भावी संतति में उसको संरक्षित रखने का प्रयास करती है। यह क्रम निरन्तर जारी रहता है लेकिन कुछ पैतृक गुणों में छोटी-छोटी भिन्नतायें प्रत्येक पीढी में प्रवेश करती जाती हैं। संतानें माता-पिता से पूर्ण साम्य नहीं रखती, कुछ बातों में भिन्न होती हैं। अतः एक ही माता-पिता की सभी संतानें एक-सी नहीं होतीं। इस प्रकार की भिन्नतायें प्रत्येक पीढ़ी में बढ़ती जाती हैं और इससे नई स्पीशीज का निर्माण होता है।

डार्विन के शब्दों में विकास यों लिखा गया है—"जीवों के सभी वर्त्तमान रूप कैम्ब्रियन युग से बहुत पहले के जीवों के वंशजों के फैलाव हैं। हमलोग विश्वास के साथ कह सकते हैं कि वंशानुक्रम कभी एकबार भी भंग नहीं हुआ है।" डार्विन ने फिर आगे कहा है—"इस विचार में आकर्षण है कि इतने सरल जीवों से आरम्भ होकर एक से एक सुन्दर और विचित्र जीव विकसित हो गये हैं।"

विकास पूरी स्पीशीज़ या उसके एक समुदाय के सामान्य गुणों का परिवर्त्तन है। यह परिवर्त्तन निरन्तर वंशानुक्रम से होता रहता है। इससे कालान्तर में जीव पैतृक रूपों से इतने भिन्न हो जाते हैं कि नई जाति या किस्म का निर्माण होता है। यह परिवर्त्तन यदि जाति के एक समुदाय में

हुआ तो उस जाति के शेष जीव अपनी संतति बिना किसी परिवर्त्तन के बनाये रखते हैं। यदि जाति के कई समुदायों का एक ही समय विभिन्न दिशाओं में परिवर्त्तन हुए और ये समुदाय आपस में वन्ध्य (Infertile) हों तो एक से कई जातियाँ बन जायेंगी। विकास का कार्य जीवों के शरीर की संरचना को जटिल बनाना है अतः निम्नकोटि के जीवों से उच्चकोटि के जीव पैदा करना है। पराश्रयी जीवों के निर्माण में ठीक इसका उलटा होता है।

डार्विनवाद के अनुसार जीवों में आहार, आवास आदि के लिए आपस में प्रतिद्वन्द्विता होती है जिसे अस्तित्व के लिए संघर्ष (Struggle for existence) कहते हैं। इस संघर्ष में जीव अपने में लाभदायक भिन्नतायें लाने की कोशिश करते हैं। इनमें से प्रकृति कुछ को चुन लेती है और बकिये ठुकरा दिये जाते हैं। प्रकृति द्वारा इस चुनाव को प्राकृतिक चुनाव (Natural Selection) कहते हैं। प्रकृति उन्हीं जीवों को चुनती है जिन्हें वह जीवों की संतति कायम रखने के लिये सुयोग्यतम पाती है। इसे सुयोग्यतम जीवों का बचाव (survival of the fittest) कहते हैं। वास्तव में डार्विनवाद दो मूल सिद्धान्तों पर आधारित है। पहला है कि प्रत्येक जीव अपने ही सदृश दूसरा जीव पैदा करता है। ("Like begets like") और दूसरा है कि प्रकृति अपने सांचे को दुबारा नहीं व्यवहार करती ("Nature never uses the same mould twice")।

मानव की संतान उसका प्रतिरूप मानव ही होता है। लेकिन दो मनुष्य कभी भी एक दूसरे के पूर्णरूपेण प्रतिरूप (exact duplicate) नहीं होते। प्रत्येक मनुष्य दूसरे से कुछ बातों में भिन्न होता है। अतः इसे यों कह सकते हैं कि संतानें माता-पिता से आनुवंशिकता (Heredity) के द्वारा मिलती-जुलती हैं या समरूपता रखती हैं। लेकिन भिन्नता द्वारा वे एक दूसरे से कुछ बातों में भिन्न होती हैं।

जीवोद्विकास के सबूत
(Evidences of organic Evolution)

विकासवाद के पक्ष में निम्नलिखित प्रमाण है—

१. वर्गीकरण की वर्त्तमान पद्धतियों में जीवों के समुदाय को आपस की समानता के मुताबिक सजाया जाता है। जैसे-जैसे हम स्पीशीज से ऊपर

जाते हैं, देखते हैं कि आपस की समता क्रमशः घटती जाती है। एक ही प्रजाति की अनेक जातियाँ इतनी समान हैं कि इनका वंशानुक्रम एक ही मालूम होता है।

२. **आकारिकी** (Morphology) **के तथ्य** :—अनेक प्रकार के जानवरों की आकारिकी का पर्यवेक्षण करने पर पता चलता है कि उनके अंगों की बनावट की एक ही योजना होगी। उदाहरण के लिए यदि हम मेढक, खरगोश, घोड़ा, मनुष्य तथा ह्वेल की बाहुओं की हड्डी को देखें तो पता चलेगा कि उनकी बनावट की योजना एक ही है। आकार में कुछ अन्तर हो सकता है। कहीं-कहीं कुछ हड्डियाँ नहीं पाई जातीं तथा कहीं-कहीं जुटी हुई होती हैं। इसका कारण यही जान पड़ता है कि इनकी पैदाइश एक ही प्रकार के पूर्वजों से हुई है जिनकी बाहुएँ इसी प्रकार की थीं। वे अंग जो समानाकार अंगों के रूपान्तर से बने है आपस में समजात (Homologous) कहे जाते हैं। वे अंग जिनके कार्य एक ही है लेकिन स्वतंत्र रूप से दूसरे-दूसरे अंगों से बने हैं, आपस में समवृत्ति (Analogous) कहे जाते है। जैसे मैमल (Mammal) तथा कीटों के पंख एक ही काम करते हैं लेकिन उनकी आकारिकी में मौलिक अन्तर है।

३. **भ्रूण-विज्ञान** (Embryology) **के तथ्य**—इससे भी विकास के बारे में पता चलता है—सभी जीवों का आरम्भ एक कोशिका से होता है और जैसे-जैसे उसकी वृद्धि होती है वह अपने पूर्वजों का रूप धारण करता हुआ अन्त में अपने आखिरी रूप में पहुँचता है।

४. **जीव-भूगोल** (Bio-Geography) के तथ्य :—दुनिया के अनेक भू-भागों के जीव-जन्तुओं के अध्ययन से पता चलता है कि कभी-कभी दो देशों की जलवायु एक-सी होते हुए भी वहाँ के जीव-जन्तु (Fauna) तथा उद्भिज (Flora) एक दूसरे से भिन्न हैं। इसका प्रधान कारण भौगोलिक विलगाव (Geographical isolation) है। भिन्नता का कारण विकास के अलावा और कुछ नहीं हो सकता। इंगलैंड के जीव-जन्तु अन्य यूरोपीय देशों से बहुत कुछ मिलते-जुलते हैं। न्यूजीलैंड की जलवायु इंगलैंड की ही तरह है पर दोनों के जीव-जन्तु एक दूसरे से भिन्न हैं। इसका कारण यह है कि दोनों देशों के जीवों का विकास भौगोलिक विलगाव के कारण अलग-अलग हुआ है। भौगोलिक विलगाव का तात्पर्य केवल दूरी से नहीं बल्कि दूरी और गमनागमन

दोनों से है। बोर्नियों के जीव-जन्तु ३५० मील दूर होने पर भी एशियाई देशों से मिलते-जुलते हैं क्योंकि इन देशों से उनका आपसी सम्बन्ध तथा गमनागमन प्राचीन युग से है। मडागास्कर अफ्रिका से केवल २५० मील ही दूर है लेकिन यहाँ के जीव-जन्तु अफ्रिकी देशों से नहीं मिलते क्योंकि इनसे इसका प्राचीन सम्बन्ध नहीं रहा है।

५. **फॉसिल-विज्ञान** (Palaeontology) के तथ्य—पौधों तथा प्राणियों का फॉसिल इतिहास भी जीवोद्विकास का समर्थन करता है। वास्तव में इसके सभी प्रमाणों के लिए हमलोगों को इसी पर निर्भर रहना चाहिए था लेकिन इसकी अपूर्णता के कारण हमें सभी प्रमाण नही मिल पाते हैं। इससे एक बात अवश्य स्पष्ट हो जाती है कि पृथ्वी के विकास के विभिन्न काल में जीवों में निरन्तर परिवर्त्तन होता रहा है। फलस्वरूप जीव-विकास की वर्त्तमान अवस्था तक हम पहुँच पाये है।

संक्षिप्त वर्णन (Summary)—

(१) "जीवों की उत्पत्ति जीवों से हुई है"—इस मत को विकासवाद कहते हैं।

(२) विकासवाद को आधुनिक रूप देनेवाले डार्विन और वालेस माने जाते हैं। १८५९ ई० में डार्विन की विख्यात पुस्तक "Origin of Species" के प्रकाशन के बाद इस वाद को निश्चित रूप मिला।

(३) जीवोद्विकास (Organic Evolution) को समझने के लिए आनुवंशिकता (Heredity) तथा भिन्नता (Variation) को समझना आवश्यक है।

(४) आनुवंशिकता संतानों में पैतृक गुणों के संरक्षण की प्रवृत्ति को कहते है। जीवों की जातियाँ (Species) कालान्तर में इसी के द्वारा जातियों को कायम रखती हैं। अतः आनुवंशिकता जाति-संरक्षण के लिए आवश्यक है।

(५) प्रत्येक पीढ़ी की संतानें प्रधानतः पैतृक गुणों को संरक्षित रखते हुए भी कुछ भिन्न होती हैं। यह आवश्यक नहीं कि पैतृक गुणों की यह भिन्नता पूरी जाति में पायी जाय। अधिकांश यह उनके एक या कुछ समुदायों में ही पायी जाती है। यह भिन्नता प्रत्येक पीढ़ी में बढ़कर कालान्तर में नई जातियों का रूप धारण कर लेती है। जीव जगत में इस भिन्नता के ही कारण नई जातियों या किस्मों का निर्माण होता है।

(६) जीने के संघर्ष की प्रतिद्वन्दिता के फलस्वरूप जीवों में भिन्नता होती है।

(७) इन भिन्नतावाले कुछ जीवों को प्रकृति अपना लेती है और शेष जो अपने में प्रकृति से अपना अनुकूलन (Adaptation) नहीं कर पाते मिट जाते हैं। इस चुनाव को प्राकृतिक चुनाव (Natural selection) कहते हैं।

(८) विकासवाद की पुष्टि वर्गीकरण, आकारिकी, भ्रूण विज्ञान, जीव भूगोल तथा वनस्पतियों और तन्तुओं के फॉसिलों के अध्ययन से होती है।

अभ्यास

१. रोगाणु क्या है ? कुछ रोगाणुओं तथा उनके द्वारा होनेवाले रोगों के नाम बतायें।

1. What are pathogens ? Name some pathogenic organisms and the diseases caused by them.

२. शाकाणु (जीवाणु) क्या हैं ? इनके विभिन्न आकारों का वर्णन सचित्र करें।

2. What are Bacteria ? Describe and illustrate their different forms.

३. शाकाणुओं का मानव-जीवन से क्या सम्बन्ध है ? इनसे हमें कौन-कौन-से फायदे और नुकसान होते हैं।

3. What is the importance of Bacteria to human life ? What are their advantages and disadvantages to us ?

४. भूमि की उर्वरता से शाकाणुओं का क्या सम्बन्ध है ? सोदाहरण समझायें।

4. What is the relationship between Bacteria and fertility of soil ? Illustrate it with examples.
(Hints :—(a) Nitrification of soil. (b) Decay of dead organic matter, their putrifaction and incorportion into soil layer).

५. ऑक्सिजन इतर जीवी (anaerobic) जीव किसे कहते हैं ? कुछ ऐसे जीवों के उदाहरण दें।

5. What do you mean by an anaerobic organism ? Give examples of some such organisms.

६. शत्रु और मित्र के रूप में शाकाणुओं के महत्त्व पर एक छोटा लेख लिखें।

6. Write a short essay on Bacteria as friend and foe.

७. रोग रोध के लिए हमारे शरीर में कौन-कौन-से प्राकृतिक साधन हैं ?

7. What are the natural means in our body for the resistance of diseases ?

८. प्रतिकारिता क्या है ? प्राकृतिक और स्वयं प्राप्त प्रतिकारिता में क्या अन्तर है ?

8. What is immunity ? How does natural immunity differ from self acquired immunity ?

९. प्रतिकारिता प्राप्त करने की कृत्रिम विधियों का संक्षेप में वर्णन करें।

9. Discribe briefly the artificial methods adopted for acquiring immunity.

१०. टीका-द्रव्य या लस तथा प्रतिविष या रस में क्या अन्तर है ? इनका अन्तःक्रमण शरीर में क्यों किया जाता है।

10. What is difference between Vaccine and seruem ? Why are they inoculated in the system of our body ?

११. टीका-द्रव्य या लस के आविष्कार की कहानी संक्षेप में लिखें।

11. Write a short history of discovery of Vaccine.

१२. पागल कुत्ते या गीदड़ के काटने का इलाज कैसे किया जाता है ? इसका आविष्कार किसने और कैसे किया था ?

12. What is Antirabic Treatment ? Who discovered it first and how ?

१३. निम्नलिखित रोग क्यों होते हैं और इनका इलाज कैसे किया जाता है—

तपेदिक, धनुस्तम्भ, जलसंत्रास, हैजा, प्लेग, टाइफायड।

13. How are the following diseases caused and treated—Taberculosis, Tetanus, Hydrophobia, Cholera, plague and Typhoid.

१४. छूतवाली बीमारी या सांसर्गिक रोग किसे कहते हैं ? इस तरह के रोगों से संसर्ग कैसे होता है ? सोदाहरण बतायें ।

14. What do you mean by an infectious disease ? Illustrate with examples how does the infection of such diseases spread.

१५. महामारी से आपका तात्पर्य क्या है ? इनके फैलने के कुछ सामान्य कारणों को बतायें ।

15. Do you mean by an epidemic ? Name some Common Causes responsible for its spread.

१६. इन पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें--
प्रतिकारिता, शाकाणु, मानव पाचन संस्थान ।
(उ० मा० वि० प० १९६१)

16. Write short notes on—
(a) Immunity (b) Bacteria (c) Digestive system of man.

१७. इन पर टिप्पणी लिखें--
जन्तुघ्न, रोगाणु नाशक रसायन, विष विरोधी पदार्थ, स्वयं प्राप्त प्रतिकारिता, सक्रिय तथा निष्क्रिय प्रतिकारिता, लार्ड लिस्टर, डॉ० जेनर, लुई पैशर ।

17. Write short notes on –
Antiseptics, Disinfectants, Antibodies, Self acquired immunity, Active and passive immunity, Lord Lister, Dr. Jenar, Luis Pastear.

विविध अभ्यास

बोर्ड की उच्चतर माध्यमिक परीक्षाओं के लिए कुछ आवश्यक प्रश्न

१. सजीवों तथा निर्जीवों के मूल भेदों का उल्लेख करें ? पौधे सजीव हैं या निर्जीव, कारण सहित बतायें ।

1. What are the main differences between living and non living beings ? Explain with reasons whether plants are living or non living beings.

२. पौधों और जन्तुओं के मुख्य भेदों को सारणिक रूप में लिखें। पौधे मुख्यतः अचर तथा जन्तु तेजी से चलने-फिरनेवाले क्यों होते हैं ?

2. Write in a tabular form the main differences between plants and animals. Why do animals move about whereas plants are more or less stationary ?

३. पौधों के वर्गीकरण का क्या तात्पर्य है ? पौधों की मुख्य श्रेणियों के नाम सोदाहरण और मुख्य पहचानों के साथ लिखें।

3. What do you mean by classification of plants ? Name different groups of plants with examples and mention their chief features.

४. पोषाहार से आपका क्या तात्पर्य है ? पौधों में पोषाहार की विभिन्न विधियों का उल्लेख करें।

4. What do you mean by nutrition ? Mention the different modes of nutrition in plants.

५. अंकुरण क्या है ? चित्र द्वारा एक अधोभूमिक तथा एक ऊपरिभूमिक अंकुरण को समझाएँ।

5. What is Germination ? Illustrate and explain one example each of hypogeal and epigeal types.

६. एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री बीजों के एक-एक उदाहरण दें और उनकी बनावट को समझाएँ।

6. Give one example each of Monocotyledonous and Dicotyledonous seeds and illustrate their different parts.

७. बीज कैसे अंकुरता है ? चित्र बनाकर अंकुरण की विभिन्न अवस्थाओं को समझाएँ।

[उ० मा० वि० प० १९६० वार्षिक]

7. How does a seed germinate ? Explain the different states of seed germination with illustration.

[Higher Secondary 1960A]

८. भ्रूणपोषी तथा अभ्रूणपोषी बीजों से आपका क्या तात्पर्य है ? दोनों के कुछ सामान्य उदाहरण दें तथा उनकी अंकुरण विधियों को समझाएँ।

8. What do you mean by endospermous (albuminous) and non-endospermous (exalbuminous) seeds? Give some common examples of botb and explain their methods of germination.

९. बीज के किन भागों से जड़ तथा धड़ की व्युत्पत्ति होती है ? इनके मुख्य कार्यों का उल्लेख करें तथा दोनों के मुख्य भेदों को समझाएँ।

9. From what parts of a seed are Roots and Stems derived ? What are the different functions of roots and stems and how do they differ from each other ?

१०. मूसला तथा अस्थानिक जड़ों में क्या भेद है ? दोनों के कुछ सामान्य उदाहरण दें तथा मूसला जड़ के रूपान्तरों का सचित्र वर्णन करें।

10. How do tap roots differ from the adventitious ones ? Give some examples of both and illustrate the different modifications of tap root.

११. निम्नलिखित में अन्तर बताएँ—

(अ) मूल गोप तथा मूल गोह, (ब) मूल रोम तथा मूलिका, (स) प्रमेह तथा जटा मूल, (द) ऊपरिरोही तथा पराश्रयी जड़ें, (इ) हरित तथा आरोही जड़ें।

11. Distinguish between the following—

(a) Root-cap and Root-pocket, (b) Root hair and Rootlet, (c) Prop and Stilt roots, (d) Epiphytic and Parasitic roots, (e) Assimilatory and climbing roots.

१२. तने के मुख्य रूपान्तरों को सचित्र समझाएँ।

12. Diagramatically illustrate the main modifications of stems.

१३. तने के भूमिगत रूपान्तरों को सचित्र समझाएँ।

13. Illustrate with diagrams the underground modifications of stems.

१४. निम्नलिखित में अन्तर बताएँ—

(अ) स्तम्भ तथा मूल कन्द,

(ब) प्रकन्द तथा घनकन्द,

(स) पर्ण कार्य स्तम्भ, पर्णेक पर्व और पर्णायित वृन्त,
(इ) भू प्रसारी तथा विरोहक।

14. Distinguish between the following—
(a) Stem and root tubers,
(b) Rhizome and corm,
(c) Phylloclade, Cladode and Phyllode,
(d) Runner and Stolon.

१५. पुष्प क्या है? इसके विभिन्न चक्रों के नाम तथा उनके कार्यों का उल्लेख करें।

15. What is a flower? Name its different whorls and mention their functions.

१६. पुष्पक्रम क्या है? ये कितने प्रकार के होते हैं? प्रत्येक प्रकार के तीन पुष्पक्रमों का सचित्र वर्णन करें।

16. What is inflorescence? What are its different kinds? Illustrate three examples from each kind.

१७. परागण क्या है? यह पौधों के लिए क्यों आवश्यक है?

17. What is pollination? Why is it necessary for the plants?

१८. स्वयं तथा अपर परागण से क्या समझते हैं? इन दोनों में आप किसे अच्छा समझते हैं और क्यों?

18. What do you mean by Cross and Self Pollination? Which of the two you consider to be better and why?

१९. कीटों का परागण से क्या सम्बन्ध है? कीट परागित फूलों की कुछ विशेषताओं का उल्लेख करें।

19. What is the relation between insects and pollination? Mention some specialities of Insect-Pollinated (entomophilous) flowers.

२०. पर-परागण का क्या तात्पर्य है? इस प्रकार के परागण के लिए फूलों में क्या विशेषताएँ होती हैं?

20. What do you mean by Cross Pollination? What are the special adaptations for this kind of pollination?

२१. निषेचन क्या है ? निषेचन के बाद होनेवाले कुछ परिवर्त्तनों का उल्लेख करें ।

21. What is fertilisation ? Name some post-fertilisation changes in flowers.

२२. फल क्या है ? ये कितने प्रकार के होते हैं, समझायें ।

22. What is a fruit ? Briefly explain its different kinds.

२३. आम, शरीफा, सेव, अंजीर, मटर की छीमी, केला तथा ककड़ी किस प्रकार के फल हैं ? इनके खाद्यांशों पर टिप्पणी करें ।

23. Comment on the edible part of the following fruits and say what type of fruits they are ?

Mango, Castard apple, Apple, Fig, Pea, Banana and Gourd.

२४. फलों तथा बीजों के विकिरण का क्या तात्पर्य है ? इसके लिए पौधों में कौन-सी विधियाँ होती हैं ?

24. What do you mean by dispersal of fruits and seeds ? What are the special mechanisms for it ?

२५. खाद पौधों के लिए क्यों आवश्यक है ? विभिन्न प्रकार की खादों पर संक्षेप में टिप्पणियाँ लिखें ।

25. Why is manure necessary for plants ? Write short notes on different types of manures.

२६. अपने राज्य में उगाई जानेवाली पाँच फसलों के नाम बताओ । उनकी खेती कैसे की जाती है संक्षेप में लिखो ।

26. Name five important Crops of your state and briefly mention how they are cultivated.

२७. शस्यावर्तन से आपका क्या तात्पर्य है ? फसलों को इससे क्या लाभ है सोदाहरण समझायें ।

27. What do you mean by "Rotation of Crops" ? Illustrate with example the advantages of this practice.

२८. भूमि की उर्वरता तथा शाकाणुओं में क्या सम्बन्ध है ? सोदाहरण इसे स्पष्ट करें ।

28. What is relationship between Bacteria and fertility of soil ? Illustrate it with examples.

२९. शिम्बधारी पौधे किस कुल में आते हैं ? इनका क्या आर्थिक महत्त्व है ?

29. In what family are the leguminous plants included ? What is their economic importance.

३०. कपास तथा सरसों कुल के मुख्य लक्षणों का उल्लेख करें तथा इनके आर्थिक महत्त्व पर टिप्पणी करें ।

30. Mention important characters of the family Malvaceae and Cruciferae. Briefly comment upon their economic importance.

३१. जन्तुओं के मुख्य समुदायों तथा उनकी मुख्य पहचानों का उल्लेख करें ।

31. Name defferent phyla of animals and mention their chief characters.

३२. कुछ रोगजनक प्रजीवों तथा उनके द्वारा जनित रोगों के नाम बतायें ।

32. Name some pathogenic protozoa and the diseases caused by them.

३३. अमीबा किस प्रकार का जीव है ? इसकी जीवनी का संक्षेप में उल्लेख करें ।

33. What type of animal is Amoeba ? Give a short account of its life-cycle.

३४. मलेरिया परजीवी किस प्रकार का जीव है ? इसकी जीवनी का वर्णन संक्षेप में चित्रों द्वारा करें ।

34. What is a Malarial parasite ? Diagramatically illustrate its life-cycle in brief.

३५. फसलों के तीन हानि पहुँचानेवाले कीटों के नाम बताओ और उनसे होनेवाले नुकसानों का उल्लेख करो ?

35. Name three insect-pests of crops and mention the harms caused by them.

३६. घरेलू मक्खी के जीवन की मुख्य अवस्थाओं का सचित्र वर्णन करें । मक्खियों द्वारा फैलाये जानेवाले कुछ रोगों के नाम बतायें ।

36. Describe diagramatically the important stages in the life-cycle of a house-fly. Name some diseases spread by the fly.

३७. वन्य जीवन-सुरक्षा तथा प्रकृति-संरक्षण से आपका क्या तात्पर्य है ? इससे हमलोगों को क्या लाभ है ?

37. What do you mean by wild-life protection and nature conservation ? What are their advantages ?

३८. अपने शरीर के विभिन्न भागों के नाम बतायें और उनके कार्यों का उल्लेख करें ।

38. Name different parts of your body and mention their functions.

३९. मनुष्य के पाचन-संस्थान का सचित्र तथा संक्षिप्त वर्णन करें ।

39. Describe briefly and diagramatically the digestive system of man.

४०. मुख से लेकर गुदा तक गुजरने में भोजन में जो परिवर्तन होते हैं उनका संक्षेप में वर्णन करें ।

40. Briefly describe the changes our food undergoes in passage from mouth to rectum.

४१. हम भोजन क्यों करते हैं ? भोजन के मुख्य अवयवों के नाम तथा उनके कार्यों का उल्लेख करें ।

४२. हमारे भोजन में विटामिन और खनिज पदार्थों का क्या महत्त्व है ? तीन विटामिनों के नाम लिखें और उन खाद्य पदार्थों के नाम बताएँ जिनमें ये पाये जाते हैं । (S.S.E. 1961 A)

42. What is the importance of vitamins and minerals in our food ? Mention the names of any three vitamins and the names of the food material in which they are found. (S.S.E. 1961 A)

४३. संतुलित आहार के क्या प्रमुख अवयव हैं ? उनके कार्यों का वर्णन करें । (S.S.E, 1959 A)

43. What are the main constituents of balanced diet ? Mention their functions. (S.S.E. 1959 A)

४४. 'शाकाणु हमारे दोस्त तथा दुश्मन दोनों हैं'—इस कथन की पुष्टि उदाहरण द्वारा करें ।

४५. मनुष्य के शाकाणु जनित कुछ रोगों तथा उन्हें पैदा करनेवाले रोगाणुओं के नाम बतायें।

45. Name some bactrial diseases and their pathogens.

४६. विभिन्न प्रकार के शाकाणुओं का सचित्र वर्णन करें।

46. Briefly describe various kinds of Bacteria.

४७. रोग रोध या प्रतिकारिता क्या है? इसे आदमी कैसे प्राप्त करता है? समझायें।

47. What do you mean by immunity or resistance from diseases? Explain how a man acquires immunity.

४८. टीका-द्रव्य तथा रस में क्या अन्तर है? दोनों की तुलना उदाहरणों द्वारा करें।

48. What is difference between vaccine and serum? With the help of examples bring out a comparison between them.

४९. वन्य-जीवन सुरक्षा तथा प्रकृति संरक्षण से क्या समझते हैं? मानव कल्याण के लिए ये क्यों आवश्यक हैं?

49. What do you mean by wild-iife protection and nature conservation? Why are they necessary for the welfare of the human race.

५०. डार्विनवाद के मूल सिद्धान्त क्या हैं? जीवोद्विकास के प्रमाणों को संक्षेप में लिखें।

50. What are the main doctrines of Darwinisn? Mention in brief the evidences for organic evolutions.

५१. अपने राज्य के पाँच जंगली जानवरों तथा पक्षियों के निवास स्थान और प्रधान गुणों का उल्लेख करें।

51. Name five wild animals and birds of your state and mention their habitats.

जैविकी

(BIOLOGY)

हिन्दी-अँगरेजी शब्दावली

(Glossary of Hindi-English Words)

A

Abdomen—उदर ।

Absorption—अवशोषण ।

Acid—अम्ल, तेजाब ।

Actinomorphic—बहुयुग्म, अरिसम्मित ।

Active—सक्रिय ।

Acuminate—उदग्र ।

Adnate—लग्न ।

Adventitious root—प्रस्थानिक मूल ।

Aerial—वायवीय ।

Aerobic—ऑक्सिजन जीवी, एअरोविक ।

Aerobic respiration—ऑक्सिजन श्वसन ।

Aggregate fruit—पुंज फल ।

Algae—शैवाल, शैबाल ।

Alimentary Canal—आन्त्र-कुल्या या अन्न-नली ।

Amphibia—द्विचर या उभयचर प्राणी ।

Anaerobic - आक्सिजन इतर जीवी ।

Anaerobic respiration—आक्सिजन इतर श्वसन ।

Analysis—विश्लेषण ।

Anatomy—शारीर ।

Anatorpous—अधोमुख ।

Androecium—पुमंग ।

Anemophilous—वायु परागित ।

Angiosperms—संवृतबीजी पौधे, ऐंजियोसपर्म ।

Anterior—अग्र ।

Antenna—स्पर्श सूत्र ।

Anus—मल द्वार ।

Anther—पराग कोश ।
Apex—अग्रक ।
Apical bud—अग्रस्थ कलिका ।
Apocarpous—पृथकांडप ।
Aquatic—जलीय ।
Arrangement—विन्यास ।
Articulation—संधि ।
Artificial—कृत्रिम ।
Ascending—आरोही ।
Ascent—आरोहरण ।
Ascent of sap—रसारोहण ।
Asexual—अलिंगी ।
Assimilation—स्वीकरण ।
Atmosphere—वायुमंडल ।
Attachment—संयोजन ।
Axil—कक्ष ।
Axile—अक्षवर्ती ।
Axillary—कक्षस्थ ।
Axillary bud—कक्षस्थकलिका ।
Axis—अक्ष ।

B

Basal—आधार लग्न ।
Basifixed—अधः स्थित ।
Bacteria—शाकाणु या जीवाणु ।
Berry—बदरी, भरी ।
Biennial—द्विवर्षजीवी ।
Bile juice—यकृत रस ।
Binomial nomeclature—द्विनाम पद्धति ।
Biparous—द्विशाखी ।
Bipinnate—द्विपक्षवत् ।
Blood corpuscle—रक्त कोशिका या रक्त कणक ।
Botany—वनस्पति विज्ञान ।
Bract—निपत्र ।
Branch—शाखा ।
Bryophyta—ब्रायोफाइटा, हरितोद्भिद ।
Buccal cavity—मुख गुहा ।
Bud—कलिका ।
Bee—मधुमक्खी ।
Bulbil—पत्रकन्द ।
Bundle—बंडल ।

C

Calyx—वाह्य दल पुंज ।
Cambium—एधा ।
Companulate—घंटाकार ।
Compylotropous—वक्रावर्त ।
Capitulum—मुंडक ।
Capsular—स्फोट शीलक ।
Carbon assimilation—कार्बन स्वीकरण ।
Carina—नौतल ।
Carpel—अंडप ।
Catkin—मंजरी ।
Cell—कोशिका
Cell wall—कोशिका भित्ति ।
Chalaza—प्रवीजाधार, शैलजा ।
Chlorophyll—पर्णहरिम ।
Chloroplast—हरिम कणक ।

Chromoplast—रंग कणक ।
Cladode—पर्णीकपर्व ।
Class—वर्ग ।
Classification—वर्गीकरण ।
Climling root—आरोही मूल ।
Cohesion—संलाग ।
Coleoptile—भ्रूणाग्र चोल ।
Coleorhiza—भ्रूणाग्रमूल चोल ।
Cocoon—कोआ ।
Conjoint bundle—संयुक्त बंडल ।
Connective—योजी ।
Convergent—अभिसारी ।
Corolla—दलपुंज ।
Cortex—अन्तस्त्वचिका ।
Corymb—समशिख ।
Cotyledon—बीजपत्र ।
Cross pollination-परपरागण ।
Cruciform—स्वस्तिकाकार ।
Culm—संधिस्तम्भ ।
Cyathium—कटोरिया ।
Cypsela—सूरजमुखी फल ।
Cytology—कोशिका विज्ञान ।
Cytoplasm—कोशिका द्रव्य ।
Cymose—बहुवर्ध्यक्ष ।

D

Decussate—चतुष्क ।
Dehiscence—स्फुटन ।
Dentate—दन्तुर ।
Diadelphous—द्विसंलाग ।
Dichasial—द्विशाखी ।
Dichogamy—पृथक पक्वता ।
Disc floret—बिम्बपुष्पक ।
Digestion—पाचन ।
Dispersal—विकिरण ।
Dormant—सुप्त ।
Drupe—अष्ठिफल ।

E

Ecology—पारिस्थिकि ।
Egg—अंडा ।
Embryo—भ्रूण ।
Endodermis—अंतस्त्वचा ।
Endosperm—भ्रूणपोष ।
Enzyme—विकर ।
Epicalyx अनुवाह्यदल ।
Epicotyl—बीजोपर ।
Epidermis—वाह्यत्वचा ।
Epigeal—उपरिभूमिक ।
Epipetalous—दललग्न ।
Epiphyte—उपरिरोही ।
Etaerio—समूहफल ।
Evolution—विकास ।
Excretion—मलोत्सर्जन ।
Exine—वाह्यचोल ।
Exstipulate—अननुपत्री ।

F

Family—कुल ।
Fat—वसा ।
Fertilisation—निषेचन ।

Filament of Algae—शैवाल तन्तु ।
Filament of anther—पुतन्तु ।
Fission—संडन ।
Follicle—एकसेवनी ।
Fungi—फंफूदी ।
Fusiform—तकुं रूप ।

G

Gamete—युग्मक ।
Gametophyte—युग्मक-सू
Gamopetalous—युक्तदली ।
Genetics—पैत्रागतिकी ।
Germination—अंकुरण ।
Gland—ग्रन्थि ।
Gramineae—धान्यकुल ।
Gill—गलफड़ ।
Guard cell—द्वारकोशिका ।
Gynaecium—जायांग ।

H

Hair—रोम ।
Helicoid—कुंडलाकार ।
Heredity—आनुवंशिकता ।
Hermaphrodite—द्विलिंगी ।
Hesperidium—नारगंक ।
Histology—औतिकि ।
Host—पाषक ।
Hormone—ग्रन्थिरस ।
Hypocotyl—बीजोधर ।

I

Immunity—प्रतिकारिता ।
Incision—भेदन ।
Indehiscent—अस्फुटनशील ।
Inflorescence—पुष्पक्रम ।
Inoculation—अन्तःक्रमण ।
Internode—पर्व ।
Intestine—आमाशय ।

K

Katabolism—अपचय ।
Keel—नौतल ।
Kidney—वृक्क ।

L

Lamina—फलक ।
Larva—लार्वा, अभ्रक ।
Legume—शिम्ब ।
Leucocyte—श्वेत रूधिर कोशिका ।
Lomentum—अनुप्रस्थक ।

M

Malvaceae—कपासकुल ।
Mature—परिपक्व ।
Margin—तट, सीमा ।
Marginal—सीमान्त ।
Medulla—मज्जक ।
Medullary ray—मध्यक रश्मि ।
Meristematic—प्रविभाजी ।
Mesocarp—मध्य फल भित्ति ।
Mesophyll—पर्णमध्य ।
Metabolism—चयापचय ।
Metaxylem—अनुदारू ।
Micropyle—अंडद्वार ।
Microscope—अणवीक्ष या सूक्ष्म-दर्शी ।

Midrib—मध्यशिरा ।
Modification—रूपान्तर ।
Monoadelphous—एकसंलाग ।
Monocarpellary—एकाण्डपी ।
Monocotyledonous—एक बीजपत्री ।
Monochasial—एकशाखी ।
Morphology—आकारिकी ।
Molar teeth—चिबानेवाले दाँत ।
Moulting—केचुल छोड़ना ।

N

Napiform—कुम्भीरूप ।
Node—गाँठ ।
Nodule—ग्रन्था ।
Non-endospermous—अभ्रूणपोषी ।
Normal—सामान्य ।
Nucellus—प्रदेश ।
Nucleus—न्यष्टि या नाभिक ।
Nucleolus—न्यष्टिका या अणु-नाभिक ।
Nutrition—पोषाहार ।
Nerve—स्नायु ।

O

Obovate—अंडवत ।
Oblong—दीर्घवत ।
Ochrea—परिवेष्टक ।
Oesophagus—निगल ।
Offset—भूस्तारिक ।
Opposite decussate leaves—अभिमुख चतुष्य पत्रे ।
Opposite superposed leaves—अभिमुख आच्छादित पत्रे ।
Orbicular—मंडलाकार ।
Osmosis—रसाकर्षण
Outgrowth—उद्वर्द्ध ।
Outline—रूपरेखा ।
Ovary—अंडाशय ।
Ovule—बीजांड ।

P

Palisade—लम्ब उत्तक ।
Palmate—पाणिवत् ।
Palmatifid—पाणिवद्दर ।
Palmatipartite—पाणिवद्-विदर ।
Palmatisect पाणिवच्छिदर ।
Papilionaceous—आगस्तिक ।
Pappus—वाह्यदलरोम ।
Parachute mechanism—वायु छत्रत्व
Parasite—परजीवी ।
Parallel venation—समा-नान्तर नाड़ी विन्यास ।
Pathogen—कीटाणु ।
Parenchyma—मृदूतक ।
Parietal placentation—भित्तिलग्न जरायु ।
Pedicel—पुष्प वृन्त ।
Perennial—वर्षानुवर्षी ।
Pericarp—फलावरण ।
Petal—दल, पंखुड़ी ।

Petiole—पत्रवृन्त ।
Photosynthesis—प्रकाश-संश्लेषण ।
Phylloclade—कर्णकार्य स्तम्भ ।
Phyllode—पर्णायित वृन्त ।
Phyllotaxy—पत्ररचना ।
Pigment—रंगद्रव्य ।
Pinnately compound leaf - पक्षवत संयुक्त पत्र ।
Pinnatifid—पक्षवद्दर ।
Pinnatipartite—पक्षवद्विदर ।
Pinnati sect—पक्षवच्छिद्र ।
Placenta—जरायु ।
Placentation—जरायुन्यास ।
Plastid—आदि लव ।
Plamule—प्रांकुर, भ्रूणाग्र ।
Pollen grain—परागकण ।
Pollen-tube—पराग नलिका ।
Pollination—परागण ।
Pome—सेविया ।
Positively geotropic—भूम्याकृष्ट ।
Post fertiilsation change—निषेचनोत्तर परिवर्तन ।
Potometer—उत्स्वेदन मापक ।
Primary root—प्राथमिक मूल ।

T

Transpiration—उत्स्वेदन ।

U

Uniparous—एक शाखी ।

V

Vein—शिरा ।

Z

Zoophilous—जन्तु परागित ।

ज्योतिष-विज्ञान

(ASTRONOMY)

पहला अध्याय

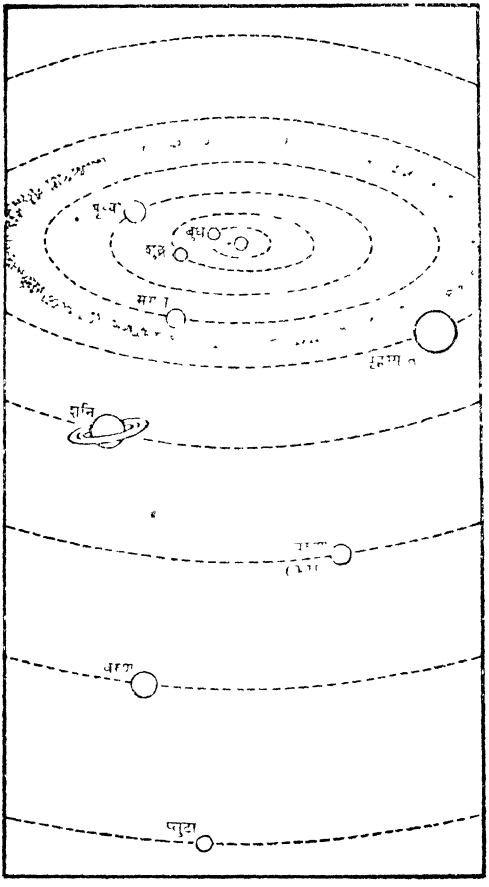
सौर-जगत के विभिन्न ग्रह

विषय-प्रवेश :—रात के समय जब हम नजर उठाकर देखते हैं, तो हमें असंख्य तारे, ग्रह या उपग्रह चमकते हुए दिखलाई पड़ते हैं। वह विशाल गोलार्द्ध जिसमें ये प्रकाश-बिन्दु चमकते हैं, **खगोल** या आकाश-मंडल कहलाता है। विज्ञान का वह भाग जिससे हम आकाशीय पिंडों, नक्षत्रों, तारों और ग्रहों आदि के विषय में अध्ययन करते है, **ज्योतिष-विज्ञान** या **खगोल-विज्ञान** (*Astronomy*) कहलाता है।

आकाश में चमकनेवाले ये प्रकाश-बिन्दु क्या है और उनकी उत्पत्ति कैसे हुई ? आदिकाल से वैज्ञानिकों ने इन रहस्यों का पता लगाने की कोशिश की है। भिन्न-भिन्न धर्मों के माननेवालों ने इनके विषय में अनेक बातें कही हैं। अतः इनके विषय में बहुत से अन्धविश्वास लोगों में प्रचलित है। इनकी उत्पत्ति कैसे हुई, यह वैज्ञानिकों में अभी विवाद का विषय है। इस विज्ञान में हम आकाशीय पिंडों और उनकी उत्पत्ति के विषय में पढ़ेंगे।

सौर-जगत (Solar System) :—हमारे सूर्य के चारों तरफ परिक्रमा करनेवाले अनेक आकाशीय पिंड है जिन्हें **ग्रह** (*Planets*) कहा जाता है। हर एक ग्रह एक निश्चित समय में सूर्य के चारों ओर एक चक्कर पूरा करता है। ग्रहों में अपना प्रकाश नहीं होता। वे सूर्य के प्रकाश से चमकते हैं, अर्थात् सूर्य की किरणें इन ग्रहों से परावर्तित होकर हमारी आँखों में जब घुसती हैं, तो ये ग्रह चमकते नजर आते हैं। ग्रह नौ हैं—बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि, अरुण (यूरेनस), वरुण (नेपच्यून) तथा कुबेर (प्लुटो)।

कुछ ग्रहो की परिक्रमा करनेवाले भी आकाशीय पिंड है; इन्हे उपग्रह (*Satellite*) या चाँद (*Moons*) कहते है। चन्द्रमा हमारी पृथ्वी का एक उपग्रह है। इसी तरह अन्य ग्रहो के भी छोटे-छोटे चाँद है जो उनके (ग्रहों के) चारो ओर घूमते हैं—जैसे. मगल के दो, वृहस्पति के दस, शनि के नौ, अरुण के चार और वरुण के एक चाँद है।



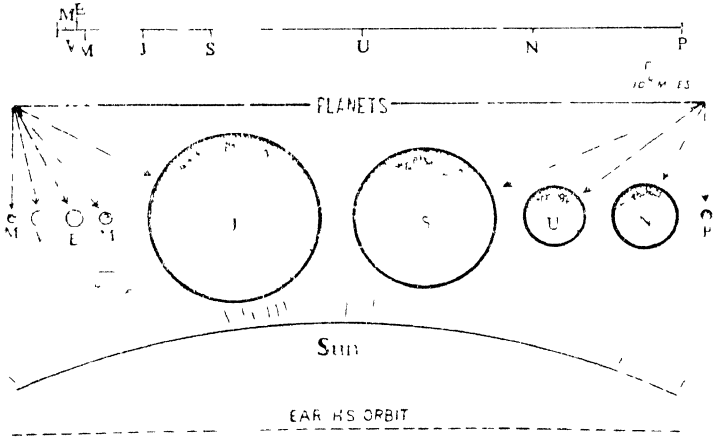
चित्र १ — सौर-जगत

वैज्ञानिको का विश्वास है कि इन ग्रहो और उपग्रहों की, जो सूर्य की परिक्रमा करते है, उत्पत्ति सूर्य मे ही हुई है। इसलिये सूर्य सहित इन ग्रहो और उपग्रहो को **सौर-परिवार** कहा जाता है। सौर-परिवार आकाश के जिस भाग मे परिक्रमा करता है उसे **सौर-जगत** या **सौर-मंडल** (*Solar system*) कहते है। चित्र १ मे सौर-परिवार के ग्रह दिखलाये गये है। ये ग्रह दूरबीन (Telescope) से अच्छी तरह देखे जा सकते हैं।

जो ग्रह सूर्य से जितना ही अधिक दूरी पर है उसका कक्ष (Orbit) उतना ही बड़ा है और सूर्य के चारो ओर एक बार पूरा चक्कर देने में उसे उतना ही अधिक समय लगता है। ग्रहो के कक्ष वृत्ताकार या दीर्घवृत्ताकार (Elliptical) होते हैं।

आकार :—ऊपर ग्रहों के नाम सूर्य से उनकी दूरी के अनुसार रखे गये है। बुध सूर्य के सबसे समीप है और प्लुटो सबसे अधिक दूर। वृहस्पति सब ग्रहों में बड़ा है, इसलिये इसे ग्रहो का गुरु कहते हैं। आकार के अनुसार (बड़ा से छोटा) ग्रहो के नाम यो हैं—वृहस्पति, शनि, वरुण, अरुण, पृथ्वी, कुबेर, शुक्र, मंगल और बुध।

ग्रह और उपग्रह सूर्य की तुलना में कितने छोटे है, यह चित्र २ से मालूम पड़ता है। ग्रहों की तुलना में सूर्य इतना बड़ा है कि उसका पूरा आकार [illegible] है, अतः उसके आकार का एक अंश दिखलाया गया है।



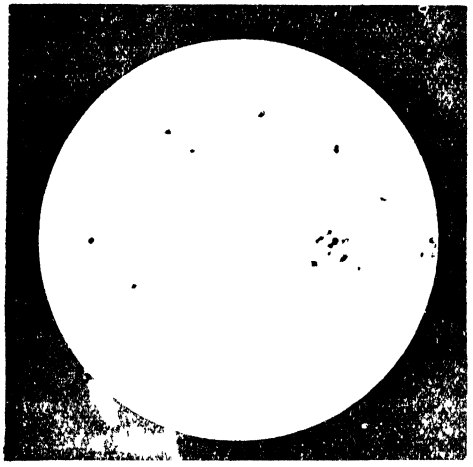
चित्र २ सूर्य तथा उनके ग्रहों के आकार का तुलनात्मक चित्र

M=Mercury (बुध) V=Venus (शुक्र)
E=Earth (पृथ्वी) M=Mars (मंगल)
J=Jupiter (वृहस्पति)
S=Saturn (शनि) U=Uranus (अरुण)
N=Neptune (वरुण) P=Pluto (कुबेर)

सूर्य (The Sun) :—सूर्य एक जलता हुआ गैस का पिंड है जो सदा चारों दिशाओ में ताप और प्रकाश-शक्ति विकिरण करता रहता है। यह पृथ्वी के सबसे नजदीक में स्थित एक तारा है (तारा उस पिंड को कहते है जो ज्वलन्त रहता है और प्रकाश देता है)। सौर-मंडल के सभी ग्रह वृत्ताकार या दीर्घवृत्ताकार

कक्ष में इसकी परिक्रमा करते हैं। वैज्ञानिकों का कहना है कि सभी ग्रह सूर्य से पैदा हुए हैं। किसी समय अचानक किसी घटना से सूर्य का कुछ भाग उससे अलग हो गया और आकर्षण के कारण उसकी परिक्रमा करने लगा। यही ग्रह हुआ। कालान्तर में ग्रह का कुछ खंड उससे अलग होकर आकर्षण के प्रभाव से ग्रह के चारों ओर घूमने लगा और वह उपग्रह हो गया। इस तरह ग्रहों और उपग्रहों की सृष्टि हुई, और इन सबका जन्मदाता सूर्य ही है।

सूर्य में अनेक गैसें और तत्व है तथा काले-काले धब्बों के बादल है जैसा चित्र ३ में दिखलाया गया है। इसका आकार अन्य ग्रहों की तुलना मे बहुत बड़ा है। इसका व्यास (diameter) ८,६४००० मील है, और पृथ्वी का व्यास सिर्फ ८,००० मील, अर्थात् सूर्य का व्यास पृथ्वी के व्यास से लगभग १०९ गुना बडा है। इसका आयतन (Volume) पृथ्वी के आयतन का साढे बारह लाखगुना है। सूर्य की मात्रा (mass) करीब २×१०^{३३} ग्राम है (पृथ्वी की मात्रा करीब ७×१०^{२७} ग्राम है)। सूर्य का घनत्व कम रहने पर भी यह पृथ्वी से तीन लाख गुना से कुछ अधिक भारी है।



चित्र ३—सूर्य के बीच मे धब्बों का समूह तथा अन्य छोटे-छोटे धब्बे दिखाये गये हैं।

सूर्य की दूरी :—सूर्य पृथ्वी से बहुत बड़ा होने पर भी छोटा दिखलाई पड़ता है क्योंकि वह हमसे अधिक दूरी पर है। जैसे-जैसे कोई वस्तु हमसे दूर होती जाती है, उसका आकार छोटा मालूम पड़ता है। सूर्य की औसत दूरी हमसे (पृथ्वी से) करीब ९ करोड़ ३० लाख मील है।

सूर्य की गति :—सौर-मंडल के ग्रह और उपग्रह सूर्य की परिक्रमा करते है, लेकिन सूर्य भी आकाश में स्थिर नही है। पृथ्वी की तरह सूर्य भी

एक खास नियत समय में अपने अक्ष पर एक बार घूम जाता है। पृथ्वी २४ घंटे (१ दिन) में अपने अक्ष पर घूम जाती है और सूर्य २७½ दिन में। सूर्य के काले धब्बे भी वृत्ताकार पथ में घूमते रहते हैं।

सूर्य की गर्मी :—सूर्य प्रकाश और ताप-शक्ति का एक विशाल भांडार है और आकाश में सब दिशाओं में प्रकाश और ताप छोड़ता रहता है जिसका एक बहुत ही थोड़ा अंश हमारी पृथ्वी पर पहुँचता है। जितनी गर्मी पृथ्वी पर पहुँचती है उसकी करीब ३ लाख गुनी गर्मी सूर्य से आकाश की अन्य दिशाओं में जाती है। सूर्य की सतह का तापक्रम करीब ६०००°C है, लेकिन इसके भीतर लाखों डिग्री सेन्टीग्रेड तक तापक्रम है। वैज्ञानिकों का कहना है कि सूर्य में अनेक तत्व वाष्प के रूप में हैं और बहुत-सी गैसें है जिनमें हाइड्रोजन और हिलियम की मात्रा अधिक है। आप परमाणु शक्ति के उत्पादन के विषय में इस पुस्तक में (भौतिक विज्ञान में) पढ़ चुके हैं। परमाणुओं के विघटन, विस्फोट और विलयन (fusion) होने से कुछ मात्रा शक्ति में बदल जाती है। सूर्य के भीतर २ करोड़ अंश सें० तापक्रम पर चार हाइड्रोजन के परमाणु मिलकर एक हिलियम (Helium) के परमाणु बनाते हैं और इस विधि में कुछ मात्रा, शक्ति में रूपान्तर हो जाती है। इस तरह सूर्य से जितनी शक्ति निकलती है, उससे अधिक शक्ति पैदा हो जाती है। इसका फल यह होता है कि यद्यपि सूर्य आकाश में विशाल शक्ति छोड़ता रहता है, फिर भी इसका तापक्रम घटता नहीं, बल्कि बढ़ता ही जाता है। प्रयोग द्वारा इस बात की जाँच हुई है।

सौर-परिवार के ग्रह :—सौर-परिवार के ग्रह उससे विभिन्न दूरियों पर है, ये दूरियां निम्नलिखित हैं :—

बुध (Mercury)	३ करोड़ ६० लाख मील
शुक्र (Venus)	६ ,, ७० ,, ,,
पृथ्वी (Earth)	९ ,, ३० ,, ,,
मंगल (Mars)	१४ ,, २० ,, ,,
बृहस्पति (Jupiter)	४८ ,, ३० ,, ,,
शनि (Saturn)	८८ ,, ७० ,, ,,
अरुण (Uranus)	१७८ ,, ५० ,, ,,
वरुण (Neptune)	२७९ ,, ७० ,, ,,
प्लुटो (Pluto)	३६७ ,, ५० ,, ,,

सब ग्रह आकार में बराबर नहीं हैं। वृहस्पति सबसे बड़ा है और मंगल तथा प्लेटो सबसे छोटे। यदि पृथ्वी के व्यास को इकाई मानें तो अन्य ग्रहों के व्यास यों है, अर्थात् पृथ्वी के व्यास के निम्नलिखित गुना है—

बुध	१·३८
शुक्र	०·८८
मंगल	०·५०
वृहस्पति	११
शनि	९
अरुण	४
वरुण	४
प्लुटो	०·५०

सब ग्रहों के आयतन बराबर नहीं हैं। उनके आपेक्षिक आकार चित्र २ में दिखलाये गये है। सौर-मंडल के ग्रहों और उपग्रहों का सक्षिप्त विवरण नीचे दिया जाता है।

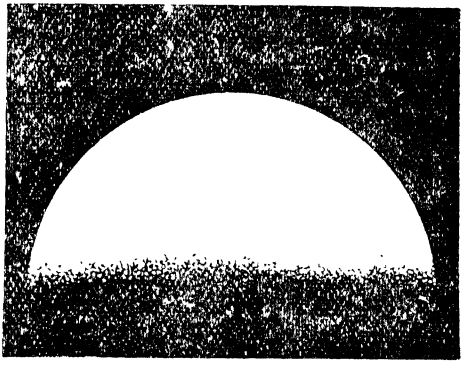
बुध (Mercury) :—यह ग्रह सूर्य के सबसे नजदीक है और ८८ दिन में सूर्य की परिक्रमा करता है (हमारी पृथ्वी यह काम ३६५ दिन ६ घंटे में पूरा करती है)। चूंकि यह ग्रह सूर्य के निकटतम है, इसलिये इसकी गति सबसे अधिक है। यह आसानी से दिखलाई नहीं पड़ता और सूर्य के साथ उगता और डूबता है। यह आकाश में सुबह या शाम में करीब आधे घंटे तक नजर आता है।

बुध का **कक्ष** (Orbit) पृथ्वी के कक्ष के अन्दर है। इसका एक भाग ही हम देख सकते हैं, इसलिये यह ठीक से नहीं कहा जा सकता कि वह अपने अक्ष पर घूमता है कि नहीं। इस ग्रह पर सुबह, शाम और जाड़ा, गर्मी नहीं होती। जो भाग सूर्य के सामने रहता है वहाँ अधिक गर्मी पड़ती है और जो भाग सूर्य से ओझल रहता है वहाँ सर्दी पड़ती है और अन्धकार रहता है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि इस ग्रह पर कोई वायुमंडल नहीं है।

शुक्र (Venus) :—बुध के बाद पृथ्वी के कक्ष के अन्दर सूर्य के चारों ओर घूमनेवाला यह दूसरा ग्रह है और २२५ दिन में एक बार सूर्य की परिक्रमा करता है। बुध की तरह यह ग्रह भी सूर्य के बहुत समीप होने के कारण

अधिक गर्म है, इसलिये इसपर किसी प्रकार के जीव-जन्तु या पेड़-पौधे का होना सम्भव नहीं है।

यह ग्रह पृथ्वी के नजदीक है और सबसे अधिक उज्ज्वल मालूम पड़ता है और आसानी से दिखलाई पड़ता है। यह ग्रह सूर्य के उगने के दो-तीन घंटे पहले और सूर्यास्त के कुछ देर बाद दिखलाई पड़ता है। इसलिए इसे सुबह का



चित्र ४ लाल रोशनी में ली गई शुक्र (Venus) ग्रह की तस्वीर

तारा (Morning star) और संध्या-तारा (Evening star) कहते हैं (यह खयाल रखना चाहिये कि शुक्र एक ग्रह है, तारा नहीं है और सूर्य के प्रकाश से चमकता नजर आता है)। चित्र ४ में शुक्र-ग्रह की एक तस्वीर दिखलाई गई है।

यह ग्रह करीब पृथ्वी के आकार का है। चन्द्रमा की तरह इसकी भी कलाएँ होती हैं। यह पृथ्वी से अधिक गर्म है। वैज्ञानिकों का विचार है कि इस ग्रह पर वायुमण्डल है लेकिन उसमें ऑक्सीजन और जल-वाष्प की मात्रा बहुत ही कम है। कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा उसके वायुमंडल में अधिक है। यह अपने कक्ष पर करीब ३० दिन में एक बार घूमता है, इसलिए इसका विभिन्न भाग सूर्य के सामने आता रहता है।

पृथ्वी (The Earth) :—शुरू में पृथ्वी एक जलता हुआ गोला थी लेकिन बाद में धीरे-धीरे ठंढी हुई, जिससे उसकी सतह ऊबड़-खाबड़ हो गई।

पृथ्वी के चारों ओर की गैसें और जल-वाष्प भी ठंढे हुए और जल-वाष्प पानी के रूप में पृथ्वी पर आ गया। इस तरह समुद्र बने। पृथ्वी की सतह जहाँ अधिक ऊँची हो गई वहाँ पहाड़ बने। पृथ्वी के अन्दर की परत आज भी गर्म है और वहाँ धातु या पदार्थ पिघली अवस्था में हैं और धीरे-धीरे ठंढे हो रहे हैं। कभी-कभी ज्वालामुखी पहाड़ के विस्फोट के समय पृथ्वी की परत फट जाने से उसके अन्दर की चीजें जो गर्म और पिघली अवस्था में रहती हैं, बाहर निकल पड़ती हैं। इससे मालूम होता है कि पृथ्वी की भीतरी सतह आज भी गर्म है।

पृथ्वी का व्यास लगभग ८००० मील है और करीब ३६५ दिन ६ घंटे में सूर्य के चारों ओर एक बार परिक्रमा करती है। साथ-ही-साथ पृथ्वी अपने अक्ष पर घूमती रहती है और २४ घंटे में एक बार घूम जाती है, इसे दैनिक गति कहते हैं। इस दैनिक गति से दिन-रात होते हैं और वार्षिक गति से ऋतु-परिवर्त्तन, जिसके विषय में आगे विस्तृत रूप में बतलाया जायेगा।

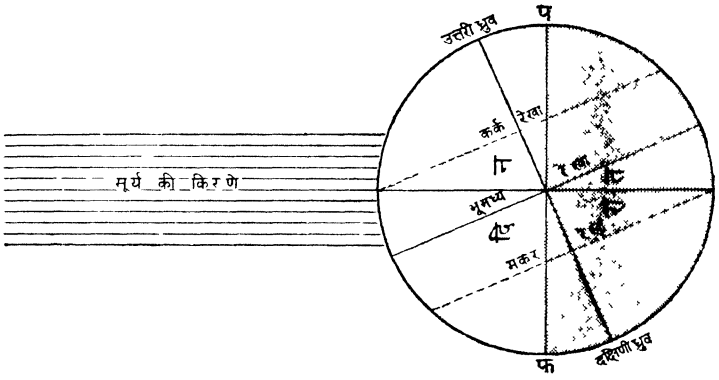
पृथ्वी सूर्य से औसत ९ करोड़ २० लाख मील दूर है। यह दूरी समय के अनुसार थोड़ी बदलती रहती है।

जैसा कि आप जानते हैं पृथ्वी के चारों ओर कई मीलों तक वायुमंडल की परत है। इस वायुमंडल में अनेक गैसें मिली हुई हैं। आक्सीजन २०·६%, नाइट्रोजन ७७·१५%, जल-वाष्प १·४%, धूल या अन्य गैसें करीब १% है। इसी वायुमंडल और सूर्य के प्रकाश के कारण पृथ्वी पर जीव-जन्तु हैं तथा पेड़-पौधे फूलते-फलते हैं।

असल में पृथ्वी का आकार बिल्कुल गोलाकार नहीं है, बल्कि वह नारंगी की तरह थोड़ा अंडाकार है। इस तरह वह भूमध्य रेखा पर उभरी हुई है और ध्रुवों पर चिपटी है। पृथ्वी का एक उपग्रह चाँद है जो २९½ दिन में पृथ्वी की एक बार परिक्रमा करता है। चन्द्रमा और इसकी कलाओं के विषय में अलग बताया जायगा।

पृथ्वी की धुरी इसके कक्ष (Orbit) पर सीधी नहीं है, बल्कि ६६½° का कोण बनाती है। इस तरह पृथ्वी सूर्य की किरणों के सामने झुकी हुई है (चित्र ५)। गोल होने के कारण पृथ्वी के आधे भाग पर सूर्य की रोशनी पड़ती है और बाकी आधा भाग अंधेरे में रहता है। उजले भाग पर दिन

रहता है और अंधेरे भाग पर रात होती है (चित्र ५)। पृथ्वी के अपने कक्ष पर झुके रहने का परिणाम यह होता है कि विभिन्न ऋतुओं मे दिन-रात की



चित्र ५ पृथ्वी की दैनिक गति

लम्बाइयाँ भिन्न-भिन्न होती है। इसके विषय में विस्तारपूर्वक आगे बतलाया जायगा।

मंगल (Mars) :—इस ग्रह का कक्ष पृथ्वी के कक्ष के बाहर है। यह ग्रह पृथ्वी की तरह ठंढा हो चुका है। दूरबीन से देखने पर ऐसा मालूम पड़ता है कि पृथ्वी की तरह इस ग्रह पर भी बादल, पानी, वायु, कुहासा आदि हो सकते हैं। यह ६८७ दिनों मे सूर्य की परिक्रमा करता है।

पृथ्वी के जैसा इस ग्रह पर जमीन, हवा आदि है और दूरबीन से देखने पर इसकी सतह पर बड़ी-बड़ी धारियाँ दिखलाई पड़ती हैं जिसे लोग नहर समझते हैं। इसकी सतह का दूरबीन से अध्ययन करने से नदियाँ, चट्टानें, मरुभूमि और बर्फ से ढँके पहाड़ आदि दीख पड़ते हैं। पृथ्वी की तरह इस ग्रह पर भी दिन-रात होते है। इसलिए वैज्ञानिकों का विचार है कि इस ग्रह पर जीव-जन्तु होंगे, यद्यपि इसके वायुमंडल में कार्बन डाइआॅक्साइड (Carbon

dioxide) की अधिकता है। आक्सीजन (Oxygen) की मात्रा ०·१% से भी कम है। इस ग्रह पर अधिक गर्मी और अधिक ठंढक पड़ती है।



चित्र ६—मंगल ग्रह

सतह पर झुर्रियाँ तथा पोलर केप (Polar cap) दीख रहे हैं।

इस ग्रह के दो उपग्रह हैं। जो इसकी परिक्रमा करते हैं। ये उपग्रह चन्द्रमा से छोटे हैं।

ग्रह-पुंज (Asteroids) :—मंगल और वृहस्पति के बीच अनेक छोटे-छोटे ग्रह हैं जो सूर्य की परिक्रमा करते हैं (देखें चित्र १)। इनकी संख्या ६०० से भी अधिक है। ये भिन्न-भिन्न आकार के हैं और सूर्य के चारो ओर घूमते हैं। ये ग्रह विशेष महत्त्व के नहीं हैं।

वृहस्पति (Jupiter) :— ग्रह-पुंजों के बाद वृहस्पति ग्रह आता है। इसका आकार सब ग्रहों से बड़ा है। यह करीब ११·८६ वर्षों में सूर्य की परिक्रमा करता है और सूर्य से करीब ४८ करोड़ ३० लाख मील दूर है। यह पृथ्वी की अपेक्षा सूर्य से ५ गुनी दूरी पर है; अतः प्रति इकाई क्षेत्र पर पृथ्वी की

गर्मी का $\frac{1}{25}$ गर्मी सूर्य से वृहस्पति को मिलती है। इसलिए इसकी सतह अधिक ठंढी है। पृथ्वी की तरह यह अपनी धुरी (Axis) पर घूमता है जिससे इसका आकार पृथ्वी जैसा बीच में उभरा हुआ और ध्रुवों पर चिपटा हो गया है। इस ग्रह को सतह बादलों से ढँकी है।

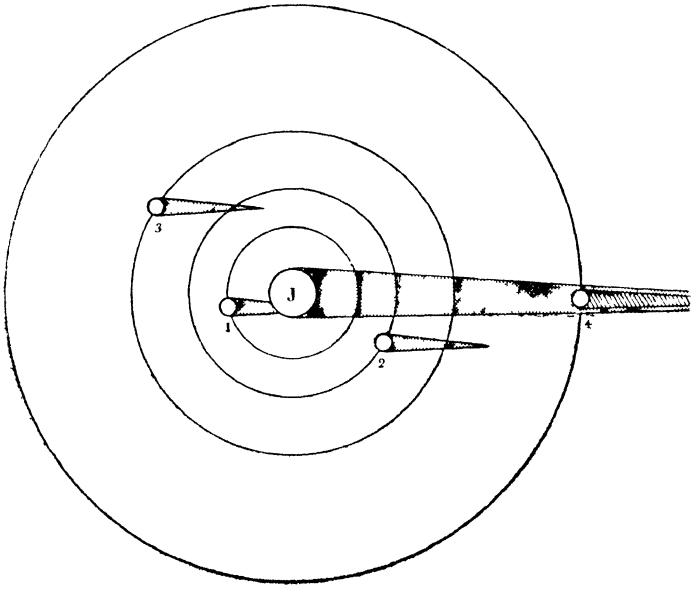


चित्र ७—वृहस्पति ग्रह (Jupiter)
सतह पर धुरियाँ (Markings) दीख रही हैं।

इस ग्रह के वायुमंडल में अमोनिया (Ammonia) और मीथेन (Methane) नामक गैस हैं। इसको सतह पर तापक्रम करीब २१६°F है जहाँ अमोनिया गैस जमकर ठोस हो जाती है। चूँकि इस ग्रह पर अधिक ठंढक है और वायुमंडल जहरीला (Poisonous) है, इसलिए यहाँ किसी भी प्रकार के जीव-जन्तुओं के रहने की सम्भावना नहीं है।

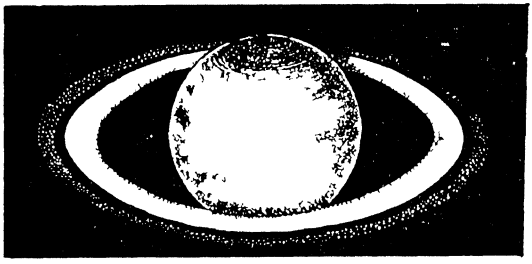
इस ग्रह के दस उपग्रह हैं जो इसकी परिक्रमा करते हैं। उपग्रहों में चार बहुत बड़े हैं और दूरबीन द्वारा आसानी से दिखलाई पड़ते हैं। इन उपग्रहों में बारी-बारी से ग्रहण लगते हैं जिनका अध्ययन रोमर नामक वैज्ञानिक ने किया था। इस अध्ययन से उसने इस बात का पता लगाया कि प्रकाश एक

सीमित गति (Finite Velocity) से चलता है। उसने उपग्रहो में ग्रहण लगने के समय का अवलोकन कर प्रकाश का वेग नापा।



चित्र ८—वृहस्पति (Jupiter) के उपग्रह

शनि (Saturn) :—वृहस्पति को छोड़कर अन्य ग्रहो से यह बड़ा है



चित्र ९—शनि (Saturn) ग्रह

और पृथ्वी से ९५ गुना बड़ा है। यह ग्रह बहुत हल्का है और इसका घनत्व

पानी के घनत्व का $\frac{1}{8}$ है। यह ग्रह सूर्य से करीब ८८ करोड़ ६० लाख मील दूर है और सूर्य की परिक्रमा करने में इसे २९$\frac{1}{2}$ वर्ष लगते हैं।

इस ग्रह के वायुमंडल में अमोनिया और मीथेन गैस है। इसका तापक्रम—२४३°F है जहाँ अमोनिया गैस जमकर ठोस हो जाती है। सूर्य से प्रति इकाई क्षेत्र पर जितनी गर्मी पड़ती है उसका $\frac{1}{10}$ भाग शनि-ग्रह के इकाई क्षेत्र पर पड़ती है।

इन ग्रहों के चारों ओर तीन चौड़ी पट्टियाँ हैं जिन्हें छल्ला (Rings) कहते हैं (चित्र ८)। ये छल्ले धूल के कण हैं या छोटे-छोटे पिंडों के समूह हैं। ये कण शनि के चारों ओर परिक्रमा करते हैं और वास्तव में छोटे-छोटे उपग्रह हैं। चूंकि यह ग्रह अधिक ठंढा है, इसलिये यहाँ जीव-जन्तुओं का रहना सभव नहीं है। आजकल कुछ वैज्ञानिकों का विचार है कि एक समय इस ग्रह के वासिन्दों ने विज्ञान में बड़ी तरक्की की थी और उन्होंने शनि के चारो ओर घूमनेवाले बनावटी उपग्रह (Artificial Satellite) छोड़े थे। ये ही बनावटी उपग्रह शनि के छल्ले के रूप में आज भी उसकी परिक्रमा करते हैं। अभी यह कहना कठिन है कि यह बात कहाँ तक ठीक है।

छल्लों को छोड़कर इस ग्रह के नौ उपग्रह या चाँद हैं, जो इसके चारों ओर घूमते हैं।

अरुण और वरुण (Uranus and Neptune) :—अरुण का पता १७८१ ई० में लगा था और वरुण का १८४६ ई० में। इन दोनों का आकार करीब-करीब बराबर है और इनमें से हरएक आकार में पृथ्वी से चार गुना बड़ा है। अरुण सूर्य से करीब १७८ करोड़ मील दूर है और वरुण २८० करोड़ मील दूर। अरुण ८४ वर्ष में सूर्य के चारो ओर एक बार परिक्रमा करता है और वरुण १६५ वर्ष में। इसका मतलब यह है कि यदि इन ग्रहों पर चार ऋतुयें हों तो अरुण पर हर एक ऋतु २१ वर्ष की होगी और वरुण पर ४१ वर्ष की। बहुत दूर होने के कारण इन ग्रहों के विषय में हमें पूरा ज्ञान नहीं है। ये ग्रह बहुत ठंढे हैं और उनका तापक्रम बहुत ही कम है। वरुण इतना धुँधला है कि बड़ी दूरबीन से ही देखा जाता है। अरुण के चार और वरुण के एक उपग्रह हैं।

कुबेर (Pluto) :—यह छोटा ग्रह है और इसका आकार पृथ्वी के आकार का करीब आधा है। अधिक दूर होने के कारण इसके विषय में हमें

जानकारी बहुत कम है। यह सूर्य से करीब ३६७ करोड़ मील दूर है और २४८ वर्ष में उसकी एक बार परिक्रमा करता है। इसका व्यास ३६०० मील है और इसकी मात्रा पृथ्वी की मात्रा का $\frac{१}{१०}$ भाग है। इसके कोई उपग्रह नहीं है और यह अरुण, वरुण से ठंढा है। इसका तापक्रम करीब $-३५०^{\circ}F$ है।

यह कहना मुश्किल है कि कुबेर ही सौर-परिवार का आखिरी ग्रह है। यदि दूसरे ग्रह होंगे तो वे अधिक दूर होंगे या बहुत छोटे होंगे। इसलिये उनका पता लगाना या उनके विषय में जानकारी प्राप्त करना बहुत ही कठिन है।

संक्षिप्त वर्णन :—

(१) विज्ञान की वह शाखा जिसमें आकाशीय पिंडों, नक्षत्रों, तारों और ग्रहों आदि का अध्ययन किया जाता है **ज्योतिष-विज्ञान** (Astronomy) कहलाती है।

(२) सूर्य के चारों ओर परिक्रमा करनेवाले आकाशीय पिंडों को ग्रह (Planets) तथा ग्रहों की परिक्रमा करनेवालों को उपग्रह (Satellites) या चांद (Moons) कहते हैं। ग्रहों तथा उपग्रहों की अपनी रोशनी नहीं होती वरन् वे सूर्य के परावर्तित किरणों से प्रकाशमान होते हैं।

(३) ग्रह नव है जिनके नाम आकार के अनुसार यों है—बृहस्पति, शनि, वरुण (Neptune), अरुण (Uranus), पृथ्वी, कुबेर (Pluto), शुक्र, मंगल और बुध। इनमें बृहस्पति सबसे बड़ा तथा बुध सबसे छोटा है। सूर्य सहित इन ग्रहों तथा उपग्रहों को **सौर-परिवार** तथा आकाश के जिस भाग में ये परिक्रमा करते हैं उसे **सौर-मंडल** (Solar system) कहते है। ग्रह तथा उपग्रह सूर्य की तुलना में बहुत ही छोटे हैं।

(४) वैज्ञानिकों के मतानुसार सूर्य से ग्रहों की तथा ग्रहों से उपग्रहों की उत्पत्ति हुई है।

(५) सूर्य में अनेक गैसें, तत्व तथा काले धब्बों के बादल हैं। सूर्य का व्यास ८,६४००० मील है जब कि पृथ्वी का केवल ८,००० मील।

(६) पृथ्वी से सूर्य की दूरी करीब ९ करोड़ ३० लाख मील है।

(७) सौर-मंडल में ग्रह और उपग्रह सूर्य की परिक्रमा करते है। सूर्य भी अपने अक्ष पर २७$\frac{१}{२}$ दिनों में एक बार घूम जाता है जब कि पृथ्वी अपनी धुरी के चारों ओर २४ घंटे में एक चक्कर लगाती है।

(८) सूर्य की सतह का तापक्रम करीब ६०००°C है पर भीतर लाखों डि० से० तक तापक्रम है।

(९) बुध पृथ्वी से सबसे नजदीक है और केवल ८८ दिन में सूर्य की परिक्रमा करता है जबकि इसके लिए पृथ्वी को ३६५ दिन ६ घंटे लगाना पड़ता है। बुध का कक्ष पृथ्वी के कक्ष के अन्दर है।

(१०) बुध के बाद पृथ्वी के कक्ष के अन्दर सूर्य के चारों ओर घूमनेवाला दूसरा ग्रह शुक्र है। २२५ दिन में सूर्य के चारों ओर एक चक्कर लगाता है। बुध की तरह सूर्य के नजदीक होने के कारण प्रचंड गर्मी पड़ती है। अतः यहाँ भी पेड़-पौधे या जीव-जन्तु नहीं होते।

(११) शुक्र सूर्योदय के कुछ पहले तथा सूर्यास्त के कुछ देर बाद दिखाई देता है इसलिये इसे सुबह का तारा (Morning star) या शाम का तारा (Evening star) कहते हैं ?

(१३) पृथ्वी जैसे-जैसे ठंढी हुई स्थलमंडल (Lithosphere) जलमंडल (Hydrosphere) तथा वायुमंडल (Atmosphere) का निर्माण हुआ।

(१३) मंगल ग्रह का कक्ष पृथ्वी के कक्ष के बाहर है। यह ६८७ दिनों में सूर्य की एक परिक्रमा करता है। वैज्ञानिकों का विचार है कि इसपर जीव हैं। इस ग्रह के दो उपग्रह हैं जो चन्द्रमा से छोटे है।

(१४) मंगल और बृहस्पति के बीच सूर्य की परिक्रमा करनेवाले ९०० से अधिक ग्रह हैं। ये विशेष महत्त्व के नहीं है। इन्हें ग्रहपुंज (Asteroids) कहते है।

(१५) बृहस्पति (Jupiter) सूर्य से ४८ करोड़ तीस लाख मील दूर है। सूर्य से दूर होने के कारण यहाँ पृथ्वी की अपेक्षा अधिक ठंढक पड़ती है। यहाँ का वायुमंडल जहरीला और अधिक ठंढा है इसलिये सम्भवतः कोई जीव न होंगे।

(१६) शनि (Saturn) पृथ्वी से ९५ गुना बड़ा है। इसे सूर्य की परिक्रमा करने में २९½ वर्ष लगते हैं। इसके चारों ओर तीन पट्टियाँ है जिन्हें छल्ला (Rigns) कहते हैं। ये वास्तव में उपग्रह हैं। छल्लों के अलावा इसके ९ उपग्रह है।

(१७) अरुण और वरुण (Uranus and Neptune) में से प्रत्येक पृथ्वी से चार गुने बड़े है।

(१८) कुबेर (Pluto) का आकार पृथ्वी के आधा है। इसका तापक्रम करीब ३६५°F है।

अभ्यास

१. खगोल या ज्योतिष शास्त्र से आप क्या समझते हैं ? इसके अध्ययन से हमें किस प्रकार का ज्ञान प्राप्त होता है ?

1. What do you understand by Astronomy ? What type of knowledge do we get from its study ?

२. सौर-परिवार क्या है और इसमें कितने ग्रह हैं ? ग्रहों का नाम लें और उनके कुछ उपग्रहों को बताएँ ।

2. What is a solar system and how many planets are there ? Name the planets and mention their satellites.

३. सूर्य क्या है और इससे ग्रहों की उत्पत्ति कैसे हुई ? सूर्य में वर्तमान गैसों और धब्बों के विषय में आप क्या जानते हैं ?

3. What is sun and how were planets born from it ? What do you know about the different gases and spots present in the sun ?

४. सूर्य में ताप-शक्ति कैसे पैदा होती है ? पृथ्वी से बड़ा होने पर भी यह छोटा क्यों मालूम पड़ता है ? इसकी गति के विषय में आप क्या जानते हैं ?

4. How are heat-energies produced in the sun ? Why does it look small even though it is bigger than the earth ? What do you know about its motion ?

५. ग्रह किसे कहते हैं ? ग्रह और तारों में भेद बतायें ।

5. What is a planet ? Distinguish between a planet and a star.

६. ग्रहों के आकार के विषय में आप क्या जानते हैं ? विभिन्न ग्रहों के उपग्रहों को बतायें ।

6. What do you know about the size of the different planets ? Mention the satellites of the various planets.

७. बुध और शुक्र ग्रह के विषय में एक छोटा लेख लिखें ।

7. Write a short essay on Mercury and Venus.

८. 'हमारी पृथ्वी' पर एक निबन्ध लिखें। दिन-रात की लम्बाइयाँ विभिन्न ऋतुओं में भिन्न-भिन्न क्यों होती हैं ?

8. Write an essay on 'Our earth'. Why are the lengths of days and nights different in various seasons ?

९. मंगल ग्रह के विषय में हमारी जानकारी क्या है ? इस पर जीवन संभव है कि नहीं ?

9. What do we know about Mars ? Is life possible on it or not ?

१०. इनपर टिप्पणी लिखें सौर-मंडल, ग्रह, उपग्रह, तारे, बुध, मंगल।

10. Write notes on Solar system, planet, satellite, stars, Mercury and Mars.

११. बृहस्पति ग्रह के विषय में आप क्या जानते हैं ? इस ग्रह पर वायुमंडल है कि नहीं ? इसके उपग्रहों के ग्रहण से कौन-सी महत्त्वपूर्ण जानकारी हासिल हुई है ?

11. What do you know about the planet Jupiter ? Does atmosphere exist on it or not ? What important informaton has been obtained from the eclipses of its satellites ?

१२. अरुण, वरुण और कुबेर के विषय में आपको क्या मालूम है ? इनके विषय में हम कम क्यों जानते हैं ?

12. What do you know obout Uranus, Neptune and Pluto ? Why do we know much less about them ?

१३. इनपर नोट लिखें — भोर का तारा, अरुण, वरुण, बृहस्पति के उपग्रह, ग्रह-पुँज, शनि के छल्ले।

13. Write notes on — Morning star, Uranus, Neptune, Satellites of Jupiter, Asteroids and Saturn's rings.

१४. सूर्य पर एक लेख लिखें।

14. Write an essay on sun.

दूसरा अध्याय

तारे, नक्षत्र, धूमकेतु और उल्काएँ

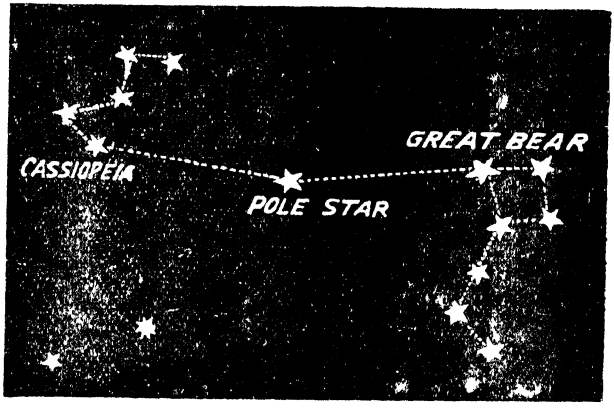
स्वच्छ आकाश में अंधेरी रात के समय ऊपर नजर उठाकर देखने पर हमे अनगिनत आकाशीय पिंड दिखलाई पड़ते है। इनमें सौर-परिवार के ग्रह है—बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, वृहस्पति, अरुण, वरुण और कुबेर। ये ग्रह सूर्य से विभिन्न दूरियों पर स्थित है और भिन्न-भिन्न समय में सूर्य की परिक्रमा करते है। इन ग्रहों के अतिरिक्त आकाश में पाँच हजार से अधिक तारे है जो नंगी आँख से दिखलाई पड़ते है। बड़ी दूरबीन से देखने पर करोड़ों तारे नजर आते है। वास्तव में उनकी संख्या ठीक-ठीक मालूम नहीं। जितनी बड़ी दूरबीन से हम आकाश की तरफ देखते है, उतने ही अधिक तारे नजर आते है। दूरबीन से देखने पर उनका आकार भिन्न-भिन्न मालूम पड़ता है, यद्यपि नंगी आँख से देखने पर वे एक ही आकार के मालूम पड़ते है।

तारे (Stars) :—तारे प्रकाशमान आकाशीय पिंड है और अपने ही प्रकाश से दीप्त होते है। ये हमसे बहुत दूर है, करोड़ों मील या इससे भी अधिक दूर। सूर्य भी एक प्रकार का तारा है। कुछ तारे सूर्य से कई गुना बड़े है—कुछ लाख और करोड़ो गुना बड़े है। वे तारे सूर्य से बहुत अधिक प्रकाश और ताप छोड़ते है। पृथ्वी से उन तारों की दूरी इतनी ज्यादा है कि उसे मीलों में बताना मुश्किल है। इस दूरी को **प्रकाश-वर्ष** (Light-year) की इकाई मे व्यक्त करते है। यह वह दूरी है जो प्रकाश- किरणें पूरे एक वर्ष में तय करती है। प्रकाश किरणें एक सेकेण्ड मे १८६,००० मील जाती है, इसलिए एक वर्ष में ३६५ × २४ × ६० × ६० मील अर्थात् करीब ५·९ × १०^{१२} मील जायेंगी। यह दूरी एक प्रकाश-वर्ष है। बहुत-से तारे हमसे सैकड़ों, हजारों, लाखों और करोड़ों प्रकाश-मील दूर है। मान लें कि

एक तारा हमसे एक लाख प्रकाश-वर्ष दूर है। इसका मतलब यह निकलता है कि वहाँ से प्रकाश को पृथ्वी पर आने में एक लाख वर्ष लगते हैं। यदि किसी कारण से वह तारा किसी आकाशीय पिंड से टकराकर नष्ट होकर लुप्त हो जाय, तो भी एक लाख वर्ष तक हम उसका प्रकाश देखते रहेंगे, यद्यपि वह तारा आकाश में वर्तमान नहीं है।

इन तारों को प्रकाश, रंग और आकार के अनुसार कई श्रेणियों में बाँटा गया है। कुछ तारे चलते हैं और कुछ की चाल इतनी धीमी है कि वे अचल मालूम पड़ते हैं। कुछ तारे झुंड में चलते हैं और एक झुण्ड के तारों की आपसी दूरी बदलती नहीं है। बड़ी दूरबीन से देखने पर लगभग ५०-६० करोड़ तारों का झुण्ड मालूम पड़ता है।

ध्रुव-तारा (Pole Star)—उत्तर दिशा में एक तारा है जिसे ध्रुव-तारा कहते हैं। पृथ्वी के उत्तरी ध्रुव से देखने पर वह ठीक ऊपर मालूम पड़ता है। ध्रुवतारे को देखकर आज भी हम कभी-कभी दिशा का ज्ञान प्राप्त कर लेते हैं। पहले जब दिशा बतानेवाले यंत्र नहीं थे तो तारों को देखकर लोग दिशा मालूम



चित्र १०—सप्तर्षि मंडल (great bear)

करते थे। आकाश में सात चमकीले तारों का एक समूह है जिसे सप्तर्षि या उड़न-खटोला कहते हैं। इनमें चार एक चतुर्भुज के कोने पर हैं और बाकी तीन पूँछ की तरह एक ओर लगे हैं (चित्र १०)। उड़न-खटोला की दूसरी भुजा

को, जिसमें पूछ नही है, सीधे बढ़ाने पर आगे एक तारा मिलता है, जिसे ध्रुवतारा कहते हैं। नंगी आँख से देखने पर उसके आस-पास कोई तारा नजर नही आता। ध्रुव-तारा पृथ्वी से बहुत बड़ा है और इसकी दूरी का ठीक पता हमलोगों को नही है। ध्रुव-तारे की ओर मुँह करने से पीठ दक्षिण की ओर होगी, दाहिना हाथ पूरब की ओर और बायाँ पश्चिम की ओर। इस तरह ध्रुव-तारे से हम दिशा का ज्ञान प्राप्त करते हैं।

नक्षत्र :—तारे विभिन्न रंग के दिखलाई पड़ते हैं, कुछ तेज है और कुछ धीमे, कुछ सफेद है, कुछ पीले और कुछ नीले मालूम पड़ते हैं। तारों की गति का पता हमें इसलिए मालूम नहीं पड़ता, चूँकि वे हमसे बहुत दूर हैं। एक झुण्ड में भी तारों की आपसी दूरियाँ बहुत अधिक हैं।

कुछ तारों का एक विशेष झुण्ड है, जो एक खास कक्ष पर घूमता है। एक प्रसिद्ध झुण्ड में तारो के नाम हैं—मेष (Aries), वृष (Taurus), मिथुन (Gemini), कर्क (Cancer), सिंह (Leo), कन्या (Virgo), तुला (Libra), वृश्चिक (Scorpio), धनु (Sagittarius), मकर (Capricornus), कुम्भ (Aquarius) और मीन (Pisces)। ज्योतिष में इन्हें राशि कहते हैं। प्राचीन काल के लोगों को इन राशियों का पता था। इन राशियों में तारों को रेखाओं से मिला दे तो भेड़ (मेष), बैल (वृष), तराजू (तुला), सिंह आदि के चित्र बन जाते है।

आकाश-गंगा (Milky Way)—स्वच्छ आकाश में अनेक तारों के समूह एक चौड़ी, धुंधली लाइन में ऐसे फैले रहते है कि वे एक उजली, टूटी सड़क की तरह मालूम पड़ते हैं। इसे **आकाश-गंगा** (Milky way) कहते है। असल में ये असंख्य तारों का समूह है। धुंधले प्रकाश के कारण तारे साफ-साफ नहीं दिखलाई पड़ते। तारो के बीच में एक प्रकार की धूल के बादल हैं जिन्हे ब्रह्माण्ड के तारों की धूल (Intersteller dust) कहा जाता है। आकाश-गंगा में ऐसी धूल के अनेक बादल हैं।

उल्काएँ (Meteors or Meteorites) :—हम जानते हैं कि अनेक आकाशीय पिंड सूर्य की परिक्रमा करते हैं। कभी-कभी किसी कारणवश कुछ पिंड पथ-भ्रष्ट होकर पृथ्वी की आकर्षण-शक्ति के घेरे मे आने पर जमीन की ओर आकृष्ट होते हैं। पृथ्वी की आकर्षण शक्ति के कारण जैसे-जैसे वे नजदीक

आते हैं, उनकी गतिज-शक्ति बढ़ती है और उनका वेग अधिक होता जाता है। पृथ्वी के वायुमण्डल में घुसने पर हवा के कण उन पिंडों से टकराते हैं जिससे ताप उत्पन्न होता है। कुछ देर में वे इतने गर्म हो जाते हैं कि जल उठते हैं और चिनगारियों जैसा जमीन पर गिरते नजर आते है। जबतब हम इन्हें रात के



चित्र ११—एक उल्का (उजली लकीर जैसा)

समय गिरते हुए देखते हैं। लोग ऐसा समझते हैं कि तारे टूट कर गिरते हैं, लेकिन ऐसी बात नही है। ये आकाशीय पिंड हैं और वायुमंडल में घर्षण से उत्पन्न ताप के कारण जल उठते हैं। इन्हें **उल्कायें** (Meteors) कहते हैं।

ये दिन मे भी गिरते है लेकिन सूर्य के प्रकाश के कारण दिखलाई नही पडते। वैज्ञानिको का विचार है कि प्रतिदिन लाखो उल्काएँ जमीन पर गिरती है। चित्र ११ मे एक उल्का का गिरना दिखलाया गया है जो उजली लकीर जैसा मालूम पड़ता है।

ये उल्काएँ कई छटाँक से लेकर हजारो मन तौल की होती हैं और



चित्र १२ जमीन पर गिरी एक बड़ी उल्का (Meteorite)

अधिकतर ये लोहे की बनी होती हैं। चित्र १२ मे एक बड़ी उल्का दिखलाई गई है जिसका वजन करीब १५ मन है और यह लोहे की है यद्यपि निकेल आदि तत्व भी अल्प मात्रा मे इसमे मौजूद हैं। आकाश के विभिन्न भागो मे भी उल्काएँ चलती है और उनकी वृष्टि होती है।

पुच्छल तारा या धूमकेतु (Comets) :—ये ग्रहो जैसा सूर्य की परिक्रमा करते हैं। इनके कक्ष तीव्र दीर्घवृत्ताकार (Highly elliptical) होते है। इसलिए एक बार पुच्छल तारा दिखलाई देता है और उसके बाद बहुत दिनो के लिए आकाश मंडल मे विलीन हो जाता है। फिर एक निश्चित समय के बाद आकाश में नजर आता है। कुछ धूमकेतु हजारो वर्ष बाद दृष्टिगत होते हैं।

यह तारा झाड़ू के आकार का होता है और इसकी एक लम्बी पूँछ होती है। इसलिए इसे पुच्छल-तारा कहते हैं। सूर्य के नजदीक आने पर यह दिखलाई पड़ता है। चित्र १३ में एक पुच्छल-तारा दिखलाया गया है।

पुच्छल-तारा के तीन हिस्से होते है—सिर, बीच का भाग और लम्बी पूँछ। सिर का भाग प्रायः धुँधला होता है और कुहासे-जैसा मालूम पड़ता है। बीच का भाग सबसे चमकीला होता है। सबसे मजेदार बात इस तारे की पूँछ होती है जो बहुत लम्बी होती है। यह लाखो मील लम्बी हो सकती है और

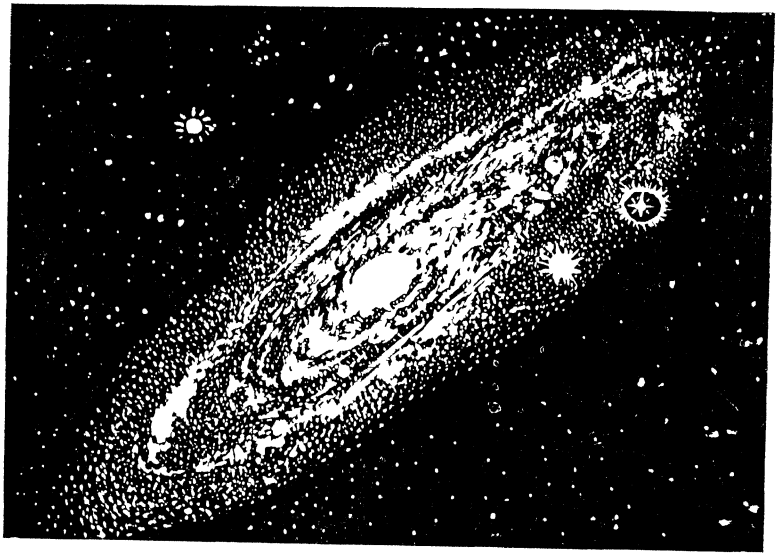


चित्र १३—पुच्छल तारा

सदा सूर्य के विपरीत दिशा मे रहती है। इसका कारण यह है कि सूर्य की किरणें जब पुच्छल-तारा पर पड़ती हैं तो दबाव डालती हैं। इसीलिए पूँछ की दिशा सदा सूर्य के विपरीत रहती है।

पुच्छल-तारा के सिर का व्यास १०,००० मील से १४,००,००० मील तक पाया गया है। ऐसा विश्वास किया जाता है कि इनकी पूँछ कार्बन मोनो-ऑक्साइड (CO) और नाइट्रोजन (N_2) गैस की बनी है। इन धूमकेतुओ मे हेली का धूमकेतु (Halley's comet) अधिक प्रसिद्ध है। १६८२ ई० मे पहले-पहल इसे वैज्ञानिक हेली ने पहचाना था और उसने अध्ययन कर कहा कि १७५९ ई० मे फिर यह दृष्टिगत होगा। ऐसा हुआ भी। तब से यह १८३५ और १९१० ई० में देखा गया और फिर १९८५ ई० मे आयेगा। पुच्छल तारा का दिखाई पडना दुर्घटना का सूचक माना जाता है, लेकिन असल में यह एक अन्धविश्वास है।

निहारिका (Nebulae) :—अंधेरी रात में स्वच्छ आकाश की ओर देखने पर बादल-जैसा धुंधला किन्तु सफेद पदार्थ दिखलाई पडता है जिसे



चित्र १४ - एक बड़ी नीहारिका

निहारिका (Nebulae) कहते हैं। ये मेघ क उजले टुकड़े-जैसा मालूम पडते हैं। दूरबीन से देखने पर ये अनगिनत तारो के समूह मालूम पड़ते है। ये कई आकार-प्रकार के हैं, जैसे कोई गोल है तो कोई सर्पिल तो कोई

चक्राकार। वैज्ञानिकों का कहना है कि सौर-मंडल के सभी ग्रह नीहारिका से पैदा हुए हैं। ये नीहारिकायें इतनी दूर हैं कि वहाँ से प्रकाश को जमीन पर आने मे लाखों वर्ष लग जाते हैं। इन नीहारिकाओं का आयतन इतना बड़ा है कि उसमें करोडो सूर्य घुस जायेंगे। वैज्ञानिको का विचार है कि नीहारिकाओं की गैस और धूल से तारो की उत्पत्ति हुई है। ये एक अक्ष पर नाँचती थी और



चित्र १५ – एक चक्राकार नीहारिका

जब ये सिकुड़ने लगी तो इनका घूमना और तीव्र हुआ जिससे उनके कुछ अंश उनसे निकल गये और वे तारे बने। इस तरह ग्रह और तारे पैदा हुए।

चल और अचल तारे :—कुछ तारे ऐसे हैं जो एक खास नियम से दूसरे तारों के चारो ओर घूमते हैं। लेकिन कुछ तारे अचल मालूम पडते हैं। असल में ऐसी बात नही है। ये तारे किसी दूर स्थित तारों के चारों ओर घूमते हैं, इसलिए इनकी गति धीमी मालूम पड़ती है और हम इन्हे अचल तारे कहते हैं। विश्व मे कोई भी चीज स्थिर नही है। ध्रुव-तारा भी कई हजार वर्षों में किसी तारे के गिर्द एक बार परिक्रमा करता है।

विश्व (Universe) :—इस विश्व (Universe) में अनेक सौर-मंडल, असंख्य ताराओं के समूह, उल्काएँ और अनेक नीहारिकाएँ हैं। विश्व कितना बड़ा है, इसकी हम कल्पना भी नहीं कर सकते हैं। जितने बड़े-बड़े दूरबीन बनाये जाते हैं उतनी ही अधिक नीहारिकाएँ और तारे दृष्टिगोचर होते हैं। मालूम होता है कि उनका न कहीं छोर है, न अन्त। असल मे विश्व असीम और अनन्त है और इसका रहस्य मनुष्य के लिए एक चुनौती है। वैज्ञानिकों का विचार है कि यह विश्व बड़ी ही तीव्र गति से फैल रहा है। विश्व कब पैदा हुआ और कब इसका अन्त होगा—यह विचार हमारे दिमाग से परे है।

संक्षिप्त वर्णन :—

(१) तारे (Stars) प्रकाशमान आकाशीय पिंड है जो अपने ही प्रकाश से दीप्त होते है। ग्रह (Planets) भी आकाशीय पिंड है लेकिन इनकी अपनी रोशनी नहीं होती। ये सूर्य की परावर्तित किरणों से प्रकाशमान होते हैं।

(२) तारे जलते हुए आग के गोले हैं जिनके अन्दर बहुत-सी चीजें जल रही हैं। ग्रहों के धरातल तारों की सतह की अपेक्षा ठंढे होते हैं।

(३) प्रचंड तापमान के कारण प्राणियों की उत्पत्ति तारों पर नहीं हो सकती, पर ग्रहों पर हो सकती है। यह आवश्यक नहीं कि सभी ग्रहों पर प्राणी हों। जो ग्रह सूर्य से अधिक नजदीक हैं उनपर प्राणी नहीं रह सकते।

(४) तारों का आयतन ग्रहों की अपेक्षा बहुत अधिक होता है।

(५) तारे रात में टिमटिमाते हैं अर्थात् Twinkle करते है, पर ग्रह-स्थिरता के साथ चमकते है।

(६) सूर्य एक तारा है। उत्तरी ध्रुव के ठीक ऊपर चमकनेवाले तारे को ध्रुवतारा (Pole-Star) कहते है। सप्तर्षि मंडल में सात तारे होते है जो रात में आकाश मे दिखाई देते हैं। आकाश गंगा (Milky way) असंख्य तारों का समूह है जो रात्रि मे टूटी हुई धूँधली सड़क के समान दिखाई देता है।

(७) सौर-जगत के सभी ग्रह एक आकर्षण में बँधे हुए हैं। कभी-कभी ये पिंड पथभ्रष्ट होकर पृथ्वी के आकर्षण के घेरे में आ जाते है। जैसे-जैसे ये पृथ्वी के नजदीक आते हैं घर्षण बढ़ता है और नजदीक आने पर जल उठते हैं और चिनगारी की तरह रात को गिरते दीखते हैं। लोग ऐसा समझते है कि तारे टूटकर गिर रहे हैं लेकिन यह वास्तव में **उल्का (Meteor) है।**

(८) कभी-कभी कुछ वर्षों के बाद आकाश में झाड़ू के आकार का एक तारा दिखाई देता है जिसे धूमकेतु या पुच्छल तारा (Comet) कहते हैं। इसके तीन भाग होते हैं—सिर, बीच का भाग तथा पूँछ। सिर का भाग धुंधला और कुहासा जैसा और बीच का भाग सबसे चमकीला होता है। पूँछ लाखों मील लम्बी हो सकती है। यह सूर्य की विपरीत दिशा मे रहती है। इसका कारण यह है कि सूर्य की किरणें पुच्छल तारा पर दबाव डालती है।

(९) रात को स्वच्छ आकाश में देखने से मेघ की तरह धूँधली परत दिखाई पड़ती है। दूरबीन से देखने पर ये तारों के समूह मालूम पड़ते है। इन्हे **नीहारिका** (Nebulae) कहते है।

अभ्यास

१. तारे क्या हैं ? तारे और ग्रहों में भेद बताएँ।

1. What are stars ? Distinguish between stars and planets.

२. ध्रुवतारा क्या है। इसकी स्थिति का पता कैसे लगाते हैं ? इससे दिशा का ज्ञान हम कैसे प्राप्त करते हैं ?

2. What is a Pole-star ? How do we locate its position ? How do we get the knowledge of direction from it ?

३. नक्षत्र और राशि से क्या समझते हैं ? आकाश-गंगा पर एक छोटा नोट लिखें।

3. What do you understand by groups & constellation of stars ? Write a short note on the Milky-way.

४ उल्काएँ क्या हैं और ये गिरते हुए तारे-जैसा क्यों मालूम होती हैं ? उनकी रचना बताएँ।

4. What are Meteors and why do they look like falling stars ? Describe their construction.

५. इन पर निबन्ध लिखें :—तारे, ग्रह, ध्रुवतारा, आकाश-गंगा, उल्का, नीहारिका।

5. Write an essay on :—Stars, Planets, Pole-star, Milky-way, Meteors and Nebulae.

६. पुच्छल तारा क्या है ? इसकी पूँछ सदा सूर्य की विपरीत दिशा में ही क्यों रहती है ?

6. What is a comet ? Why is its tail always directed opposite to the sun ?

७. नीहारिकाएँ क्या हैं ? इनसे तारे और ग्रहों की उत्पत्ति कैसे हुई ?

7. What are Nebulae ? How are stars and planets produced from it ?

८ यह विश्व ब्रह्माण्ड) क्या है ? चल और अचल तारों से आप क्या समझते हैं ?

8. What is this universe ? What do you understand by 'fixed' and 'moving' stars ?

९. इन पर टिप्पणी लिखें—नीहारिका, धूमकेतु, विश्व, आकाश-गंगा।

9. Write notes on—Nebulae, comets, Universe and the Milky-way.

१०. प्रकाश-वर्ष से आप क्या समझते हैं ? तारों की दूरी इस इकाई में क्यों व्यक्त की जाती है ?

10. What do you understand by a light-year ? Why is the distance of stars expressed in that unit ?

११. एक तारा पृथ्वी से एक सौ प्रकाश-वर्ष दूर है। यदि तारा किसी आकाशीय पिंड से टकरा कर नष्ट हो जाय और उसका अस्तित्व मिट जाय, तो कितने समय तक हम उसका प्रकाश जमीन पर देखते रहेंगे ?

11. A star is at a distance of one hundred light-years from the earth. If that star is destroyed by collision with a heavenly body and its existence disappears, how long will we be seeing its light on earth ?

●

तीसरा अध्याय

पृथ्वी की गतियाँ और पंचांग

(Motions of Earth and the Calendar)

पृथ्वी की गतियाँ :—हमारी पृथ्वी शून्य मे एक धुरी पर लट्टू की तरह नाचता है और साथ-ही-साथ सूर्य की भी परिक्रमा करती है। पृथ्वी २४ घंटे में एक बार अपनी धुरी पर घूम जाती है। इसे पृथ्वी की **दैनिक गति** (Rotation) कहते हैं। चूंकि पृथ्वी का घेरा विषुवत रेखा पर करीब २५,००० मील है, इसलिए वहाँ स्थित एक आदमी एक मिनट मे करीब १८ मील घूमता है।



चित्र १६

सूर्य के चारो ओर पृथ्वी करीब-करीब वृत्ताकार पथ में ३६५ दिन ५ घंटा ४८ मिनट और ४६ सेकेंड में एक चक्कर पूरा करती है। इस परिक्रमा को

वार्षिक गति (Revolution) कहा जाता है। दैनिक गति से दिन-रात होते हैं और वार्षिक गति से ऋतु-परिवर्तन।

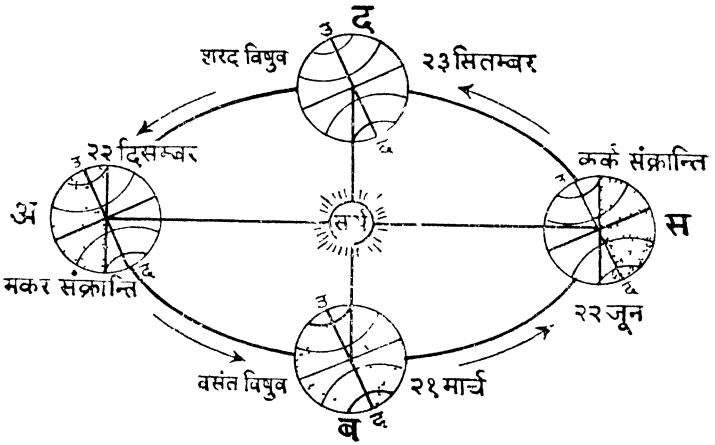
पृथ्वी के गोल होने के कारण सदा उसका आधा ही भाग सूर्य की रोशनी से प्रकाशित रहता है। जो भाग प्रकाश में रहता है वहाँ दिन होता है और जहाँ रोशनी नहीं पहुँचती वहाँ अँधेरा होने से रात रहती है। पृथ्वी का अपनी धुरी पर नाचने का फल यह होता है कि सदा एक ही अर्द्ध भाग सूर्य के सामने नहीं रहता, बल्कि पृथ्वी के घूमने से वह बदलता रहता है। इस तरह पृथ्वी के विभिन्न भागों पर दिन-रात होते रहते हैं। पृथ्वी अपनी धुरी पर पश्चिम से पूर्व की ओर घूमती है, इसलिए सूर्य, तारे, चन्द्रमा वगैरह पूर्व से पश्चिम की ओर जाते हुए मालूम पड़ते हैं।

जिस रास्ते से पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करती है, वह **ग्रहपथ या कक्ष** (Orbit) कहलाता है। यह कक्ष वृत्ताकार नहीं, बल्कि दीर्घ-वृत्ताकार (Elliptical) है। पृथ्वी ३६५ दिन ५ घंटे ४८ मिनट और ४६ सेकेण्ड में सूर्य के चारों ओर एक पूरा चक्कर काटती है। साल में ऋतु परिवर्तन पृथ्वी के सूर्य के चारों ओर चक्कर काटने से ही होता है।

ऋतु-परिवर्तन (Change of Seasons) :—इसका कारण पृथ्वी की वार्षिक गति है। दूसरा कारण यह है कि पृथ्वी अपने कक्ष तल पर ६६½° का कोण बनाते हुए एक ओर झुकी हुई है। यदि पृथ्वी इस तरह झुकी नहीं रहती तो सब जगह दिन और रात की लम्बाई बराबर होती और ऋतु परिवर्तन नहीं होता, भूमध्य रेखा (Equator) पर कड़ाके की गर्मी पड़ती। यदि पृथ्वी सूर्य के चारों ओर चक्कर नहीं काटती, तो एक गोलार्द्ध में सदा दिन बड़ा और रात छोटी होती।

कर्क-संक्रान्ति (Summer-Solstice) :—सूर्य २१ या २२ मार्च से भूमध्य रेखा से उत्तर की ओर जाने लगता है। पृथ्वी के घूमने और झुके रहने के कारण २१ मार्च के बाद से भूमध्य रेखा के उत्तर का भाग सूर्य के सामने और निकटतर होने लगता है। उत्तरी अक्षांश रेखाओं का आधे से अधिक भाग रोशनी में रहता है। उत्तरी गोलार्द्ध में दिन बड़े होते हैं और रातें छोटी। इसके विपरीत दक्षिणी गोलार्द्ध में रातें बड़ी होती हैं और दिन छोटे। २२ जून को पृथ्वी की कर्क रेखा का भाग सूर्य के सामने और निकटतम हो

जाता है। पृथ्वी की इस स्थिति को **कर्क-संक्रान्ति** या **ग्रीष्म-सम्पात्** (Summer-Solstice) कहा जाता है। उस दिन उत्तरी गोलार्द्ध में दिन सबसे बड़ा



चित्र १७—पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर घूमना और ऋतु-परिवर्तन

और रात सबसे छोटी होती है तथा दक्षिणी गोलार्द्ध में रात सबसे बड़ी और दिन सबसे छोटा होता है। उत्तरी गोलार्द्ध में गर्मी की ऋतु रहती है और दक्षिणी गोलार्द्ध में **जाड़े** की। २१ जून के बाद से कर्क रेखा के दक्षिण का भाग सूर्य के सामने और निकट होने लगता है।

२३ सितम्बर का सूर्य ठीक भूमध्य रेखा के सामने रहता है। दोनों गोलार्द्ध में दिन-रात बराबर होते हैं। इसके बाद भूमध्य रेखा के दक्षिण का भाग सूर्य के सामने और समीप होने लगता है। दक्षिणी अक्षांश रेखाओं का आधे से अधिक भाग सूर्य के प्रकाश में रहता है। इसलिए दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन बड़ा और रात छोटी होती है तथा उत्तरी गोलार्द्ध में दिन छोटा और रात बड़ी होती है।

मकर-संक्रान्ति (Winter-Solstice) :—२२ दिसम्बर को मकररेखा पर स्थित पृथ्वी का भाग सूर्य के ठीक सामने आता है। उस दिन दक्षिणी गोलार्द्ध में रात सबसे छोटी और दिन सबसे बड़ा होता है। साथ ही, उत्तरी गोलार्द्ध में रात सबसे बड़ी और दिन सबसे छोटा होता है। पृथ्वी की इस स्थिति को **मकर-संक्रान्ति या शीत सम्पात्** (Winter-Solstice) कहा जाता है।

विषुव (Equinoxes) :—२१ मार्च और २३ सितम्बर को सूर्य ठीक भूमध्य रेखा के ऊपर रहता है। अन्धकार और प्रकाश को अलग करनेवाली रेखा सब अक्षांश रेखाओं को बराबर-बराबर हिस्सों में विभाजित करती है। इसलिए उत्तरी और दक्षिणी गोलार्द्धों में दिन-रात बराबर होते हैं, अर्थात् दिन १२ घंटे का होता है और रात भी १२ घंटे की। २१ मार्च को उत्तरी गोलार्द्ध में बसन्त-ऋतु रहती है, इसलिए उस दिन की स्थिति को **वसन्त-विषुव** कहा जाता है। २३ सितम्बर को उत्तरी गोलार्द्ध में शिशिर-ऋतु रहती है और इसे **शरद-विषुव** कहा जाता है। विषुव की स्थिति में सूर्य ठीक पूर्व में उगता है और ठीक पश्चिम में डूबता है।

पंचांग (Calendar)

समय का ज्ञान :—हमें धार्मिक, सामाजिक तथा दैनिक अनेक कामों में समय, तिथि आदि की जानकारी जरूरी है। प्राचीन काल से ही लोग समय और तिथि के ज्ञान का महत्त्व समझते थे और उन्हें मालूम करने के लिए साधारण उपकरण काम में लाते थे। समय की जानकारी के लिए जल-घड़ी, बालू-घड़ी या धूप-घड़ी इस्तेमाल की जाती थी। बालू या जल-घड़ी में दो बर्तन एक पतली नली से मिलाये जाते थे और एक बर्तन में बालू या जल भरा रहता था जो एक निश्चित समय में दूसरे बर्तन में गिरता था। इससे समय के अल्प भाग का ज्ञान हो जाता था। इसके विषय में भौतिक विज्ञान में विशेष रूप से बतलाया गया है।

समय की इकाई :—पृथ्वी सूर्य के चारों ओर एक वर्ष में एक परिक्रमा करती है। साल भर के दिनों के औसत मान को **मध्यमान सौर दिवस** (Mean Solar Day) कहते हैं। एक औसत दिन की अवधि को चौबीस बराबर भागों में बाँटते हैं और हर एक भाग को घंटा (Hour) कहते हैं। एक घंटा ६० मिनटों में बँटा है और एक मिनट ६० सेकेन्डों में बँटा रहता है। इस तरह सेकेन्ड एक मिनट का साठवाँ भाग है और मिनट एक घंटे का साठवाँ भाग। २४ घंटे का एक दिन होता है और इतने समय में पृथ्वी अपनी धुरी पर एक बार घूम जाती है।

सौर-वर्ष और अंगरेजी पंचांग :—असल में पृथ्वी करीब ३६५$\frac{1}{4}$ दिन में एक परिक्रमा पूरा करती है। प्रायः साल ३६५ दिन का होता है लेकिन हर

चौथे साल एक दिन बढा देते हैं, अर्थात् फरवरी २८ दिन के बदले २९ दिन की होती है और साल ३६६ दिन का होता है। जिस साल ऐसा होता है उसे **वृद्धि-वर्ष या लीप-ईयर** (Leap-year) कहते हैं।

अंगरेजी पंचांग के अनुसार बारह बजे रात के बाद से दिन शुरू होता है। किसी रात के बारह बजे रात से अगले बारह बजे रात तक को एक दिन कहते हैं। एक साल बारह महीने का होता है। इस पंचाग मे सब महीने बराबर नही होते। जनवरी, मार्च, मई, जुलाई, अगस्त, अक्तूबर और दिसम्बर महीनो में से हर एक ३१ दिन का होता है। अप्रैल, जून, सितम्बर और नवम्बर महीने तीस-तीस दिनो के होते है। फरवरी महीना प्रायः २८ दिन का होता है, लेकिन जैसा ऊपर बतलाया गया है हर चौथे साल, लीप-ईयर में वह २९ दिन का होता है। उस वर्ष ३६५ दिन के बदले ३६६ दिन का एक साल होता है।

चन्द्र-मास :—चन्द्रमा २९½ दिनो में पृथ्वी की परिक्रमा करता है। यह अवधि एक **चन्द्र मास** कहलाती है। हिन्दू धर्म की तिथियाँ चन्द्रमा और नक्षत्रो पर निर्भर करती हैं। हिन्दू-पंचाग के मुताबिक सूर्य के उगने से दिन का आरम्भ होना माना जाता है। एक सूर्योदय से अगले सूर्योदय की अवधि को एक दिन कहते हैं। प्रतिपदा (पूर्णिमा के बाद) से लेकर अगली पूर्णिमा के बीच का समय एक चन्द्र-मास (Lunar month) कहलाता है। एक महीना २९½ दिन का होता है और १२ महीने का एक साल होता है। इस तरह इस पंचांग के अनुसार एक वर्ष २९½ × १२ = ३५४ दिनो का होता है। यह समय एक सौर-वर्ष से ११ दिन कम होता है। हिन्दू शास्त्रकारो का विचार है कि हिन्दू-पर्व, त्याहार आदि विशेष ऋतु और महीनो मे मनाये जायँ। इसलिए इस पंचाग को अंगरेजी पंचांग से (जो सौर-वर्ष के अनुसार चलता है) मिलाने के लिए हर तीसरे साल वर्ष के किसी मास में एक मास और जोड देते है। इस अतिरिक्त मास को **मलमास** या **अतिरिक्त मास** कहा जाता है। इस प्रकार चन्द्र-वर्ष को सौर-वर्ष मे मिलाकर ठीक कर लेते है। बगाल और महाराष्ट्र मे सौर-वर्ष प्रचलित है, लेकिन बिहार में चन्द्र-मास हा चलता है।

मुसलमानी पंचांग (Muslim Calendar)—यह भी चन्द्र-मास पर निर्धारित है। इस पंचाग के मुताबिक सूर्यास्त से दिन आरम्भ होना है। एक सूर्यास्त से अगले सूर्यास्त की अवधि को एक दिन कहते हैं। इस पंचांग के

मुताबिक महीना अमावस्या के बाद प्रतिपदा से शुरू होता है। १२ महीना का एक वर्ष होता है जो चन्द्र-वर्ष ही है। लेकिन मुसलमानी पंचांग में मलमास (अतिरिक्त मास) नहीं होता। इसलिए सौर-वर्ष से प्रति साल यह ११ दिन पीछे होता जाता है। इसका फल यह होता है कि मुसलमानी पर्वों का सम्बन्ध ऋतुओं से नहीं रहता। कभी रमजान या मुहर्रम गर्मी मे होता है और कभी जाड़े में। इसका कारण यह है कि इस पंचांग में चन्द्रवर्ष को सौर-वर्ष से मिला कर ठीक नहीं किया जाता है।

राष्ट्रीय पंचांग (National Calendar) :—भारत के विभिन्न राज्यों में प्रचलित पंचांग भिन्न-भिन्न होते है और उनमें काफी अन्तर पाया जाता है। हमारे देश मे महीने विभिन्न तिथियो से आरम्भ होते है और उनके नाम भी विभिन्न राज्यों में भिन्न-भिन्न है। इस तरह यहाँ कई वर्ष-गणनाएँ चलती हैं। दक्षिण हिन्दुस्तान में महीना अमावस्या को खतम हो जाता है, और अगली प्रतिपदा से नया महीना शुरू होता है। उत्तरी हिन्दुस्तान में पूर्णिमा को महीने का अन्त होता है और नवमास उसके बाद की प्रतिपदा से आरम्भ होता है। तामिलनाड, बंगाल और आसाम में सौर-वर्ष चलता है। सब जगहों पर महीने का आरम्भ एक दिन से नही होता।

भारत के सभी राज्यों में पंचांगो में एक समानता लाने के लिए एक नया पंचांग प्रचलित किया गया है जिसे **राष्ट्रीय पंचांग** (National Calendar) कहते हैं। इससे अनेक सुविधाएँ प्राप्त होंगी और साथ-ही-साथ राष्ट्रीय एकता में भी वृद्धि होगी। इस पंचांग में शक-संवत् को राष्ट्रीय संवत् माना गया है। १९५७ ई० की २२ मार्च से १८७९ शक-संवत् शुरू होता है। इसमें वर्ष चैत्र मास से शुरू होगा और एक साल में १२ महीने होते है। महीने ३० या ३१ दिनों के है जैसा नीचे बताया गया है—

चैत्र	३० दिन	आश्विन	३० दिन
वैशाख	३१ दिन	कार्तिक	३० ,,
ज्येष्ठ	३१ ,,	अगहन (मार्गशीर्ष)	३० ,,
आषाढ़	३१ ,,	पौष	३० ,,
श्रावण	३१ ,,	माघ	३० ,,
भादो	३१ ,,	फाल्गुन	३० ,,

इस तरह इस पंचांग के एक वर्ष में सौर-वर्ष की तरह ३६५ दिन होते हैं तथा हर चौथे साल लीप-ईयर (Leap-year) की भाँति एक दिन चैत्र मास में जोड़ दिया जाता है। इस तरह हर चौथे साल मे चैत्र ३१ दिन का होता है। यह पंचांग सौर-वर्ष से मिलता है और इसके अनुसार पर्व, त्यौहार निश्चित ऋतुओं में होंगे और मलमास की जरूरत नहीं है। आशा है, कि यह पंचांग भारत में कुछ दिनों में सब जगह प्रचलित हो जायगा।

भारतीय प्रामाणिक समय (Indian Standard Time—I. S. T.) :—पृथ्वी के गोल होने से सूर्य का प्रकाश सब जगहों पर भिन्न-भिन्न समय में पहुँचता है, इसलिये सूर्योदय भी सब स्थानों पर विभिन्न समय में होता है। इसलिए हर एक जगह का अपना-अपना स्थानीय समय होता है। इससे अनेक असुविधाएँ पैदा होती हैं। इन्हें दूर करने के लिए सारे भारत में एक ही प्रकार का समय व्यवहार किया जाता है। यह भारत के उज्जैन स्थान का स्थानीय समय (Local Time) है। उज्जैन ग्रिनविच (Greenwich) से ८२½° पूरब है और २३° अक्षांश पर स्थित है। इस समय को **भारतीय प्रामाणिक समय** कहते हैं। यह समय ग्रिनविच के समय से ५½ घंटा आगे रहता है, अर्थात् जिस समय भारत में ५½ बजे शाम होती है, उस समय इंगलैंड में १२ बजे दोपहर रहता है।

संक्षिप्त वर्णन :—

(१) पृथ्वी की दो गतियाँ है—**दैनिक** (Rotation) तथा **वार्षिक गति** (Rovolution)। दैनिक गति के कारण दिन-रात होते हैं तथा वार्षिक गति के फलस्वरूप ऋतुओं (Seasons) का हेर-फेर या परिवर्त्तन होता है। जिस पथ (Orbit) से पृथ्वी सूर्य की परिक्रमा करती है वह दीर्घ **वृत्ताकार** (Elliptical) है।

(२) पृथ्वी की वार्षिक गति के कारण कर्क और मकर रेखाओं के बीच के स्थान बारी-बारी से सूर्य के सामने आते रहते हैं। जो स्थान सूर्य के सामने रहता है वहाँ सूर्य की किरणें लम्बवत पड़ने के कारण गर्मी ज्यादा पड़ती है। २१ मार्च को सूर्य विषुवत रेखा से उत्तर की ओर बढ़ने लगता है और इस रेखा के उत्तर के स्थानों में दिन बढ़ने लगता है और रात घटने लगती है। इस समय दक्षिणी गोलार्द्ध में इसका उलटा होता है। २२ जून को सूर्य कर्क

रेखा के सामने तथा निकटतम आ जाता है। इसलिए यहाँ के स्थानों में दिन सबसे बड़ा और रात सबसे छोटी होती है। पृथ्वी की इस स्थिति को कर्क संक्रान्ति (Summer solstice) कहते हैं। २३ सितम्बर को सूर्य फिर भूमध्य रेखा के ऊपर आ जाता है और दोनों गोलार्द्ध में दिन-रात बराबर होते हैं। २१ मार्च तथा २३ सितम्बर को दोनों गोलार्द्ध मे दिन-रात बराबर होते है।

(३) २२ दिसम्बर को सूर्य ठीक मकर रेखा के सामने आ जाता है। इसलिए दक्षिणी गोलार्द्ध में दिन सबसे बड़ा तथा रात सबसे छोटी और उत्तरी गोलार्द्ध में ठीक इसका उल्टा होता है। पृथ्वी की इस स्थिति को मकर संक्रान्ति (Winter solstice) कहते है।

(४) २१ मार्च या २३ सितम्बर को विषुव (Equinox) कहते है। २१ मार्च को उत्तरी गोलार्द्ध में बसन्त ऋतु रहती है इसलिए उस दिन की स्थिति को वसन्त विषुव कहते है। २३ सितम्बर को, उत्तरी गोलार्द्ध में शरद विषुव कहते है।

(५) यूरोपीय देशों के पंचाग में बारह महीने और ३६५ दिन होते हैं। प्रत्येक चौथे वर्ष फरवरी २९ दिनों को होती है। इस साल को लीप-ईयर (Leap year) कहते हैं। इसमें गणना पृथ्वी की गति पर आधारित है। यह अधिक वैज्ञानिक है। इसमें तारीख रात १२ बजे के बाद बदलती है। इसे सौर-पंचांग (Solar calendar) कहते है।

(६) चन्द्र पंचांग मे तारीख की शुरुआत सूर्य के उगने से होती है। इसमें गणना चन्द्रमा तथा नक्षत्रो की गति पर आधारित है। इसमे साल ३५४ दिन का होता है। इसीलिए प्रत्येक तीसरे साल हिन्दू पंचांग में मलमास लगता है। इसमें किसी महीने में एक महीना और जोड़ देते हैं। इसलिए हिन्दूपर्व खास ऋतु में ही पड़ते है।

(७) मुसलमानी पंचाग भी चन्द्रमास पर ही आधारित है। इसमें एक सूर्यास्त से अगले सूर्यास्त तक को एक दिन मानते है। लेकिन ऋतुओ का फेर तो सौर महीनों के अनुसार होता है। इसलिए मुसलमानी पर्व हर साल ११ दिन पीछे खसकते जाते हैं और इनका सम्बन्ध ऋतुओं से नहीं होता।

(८) देश भर में एकरूपता (Uniformity) के लिए राष्ट्रीय पंचांग (National Calendar) बनाया गया है। इसमें शक सम्बत् को

राष्ट्रीय सम्बत् माना गया है। इसमें सौर वर्ष की भाँति साल में ३६५ दिन होते हैं। प्रत्येक चौथे साल लीप-इयर होता है। १९५९ की २२ मार्च से सम्बत् १८७९ माना गया है। इसमें साल चैत से शुरू होता है और १२ महीने होते हैं।

(९) भारत मे उज्जैन के समय को भारतीय प्रामाणिक समय (Indian standerd time—I. S. T.) माना गया है। उज्जैन ग्रीनविच से ८२½° पूरब तथा २३° अक्षांश पर स्थित है। यह समय ग्रीनविच से ५½ घंटे आगे रहता है।

अभ्यास

१. पृथ्वी की कौन-सी भिन्न-भिन्न गतियाँ हैं और उनके क्या असर हैं ?

1. What are the different kinds of motions of the Earth and what are their effects ?

२. पृथ्वी की दैनिक और वार्षिक गतियों को समझाएँ। ऋतु-परिवर्तन क्यों होता है ?

2. Explain the durrinal and annual motions of earth. Why do changes in seasons take place ?

३. कर्क-संक्रान्ति और मकर-संक्रान्ति से आप क्या समझते हैं ? विभिन्न ऋतुओं में दिन-रात की लम्बाइयाँ भिन्न-भिन्न क्यों होती हैं ?

3. What do you understand by summer-solstice and winter-solstice ? Why are the lengths of days and nights different in diffcrent seasons ?

४. अच्छी तरह समझाएँ कि २१ मार्च और २३ सितम्बर को दिन-रात बराबर क्यों होते हैं ?

4. Explain fully as to why days and nights are equal on 21st. Morch and 23 rd. September ?

५ प्राचीन काल में लोग समय का ज्ञान कैसे प्राप्त करते थे ? समय की इकाई क्या है और इसकी परिभाषा क्या है ?

5. How did people get the knowledge of time in ancient times ? What is the unit of time and how is its defined ?

६. सौरवर्ष और अंगरेजी पंचांग को समझावें। हर चौथे साल फरवरी महीने में २९ दिन क्यों होते हैं ?

6. Explain the solar year and the English Calendar. Why after every four years are there 29 days in February ?

७. चन्द्रमास क्या है ? मुसलमानी पंचांग के अनुसार एक ही पर्व कभी गर्मी और कभी जाड़े में क्यों पड़ता है ?

7. What is a lunar month ? Why is the same festival held sometimes in summer and sometimes in winter according to Muslim Calendar ?

८. राष्ट्रीय पंचांग को समझाएँ। इसमें कौन महीने कितने-कितने दिनों के होते हैं ?

8. Explin the national Calendar. How many days are Contained in each month in this Calendar ?

९. इन पर नोट लिखें :—
सौरवर्ष, चन्द्रमास, भारतीय पंचांग, भारतीय प्रामाणिक समय, मुसलमानी पंचांग, हिन्दू-पंचांग, मलमास।

9. Write notes on :—Solar year, lunar month, Indian Calendar, Indian Standard time, Muslim Calendar, Hindu-Calendar and Intercalary month.

चौथा अध्याय

चाँद, उसकी कलाएँ, ग्रहण और ज्वारभाटा

(Moon, its phases, Eclipses and Tides)

चाँद की उत्पत्ति :—चन्द्रमा एक उपग्रह है जो पृथ्वी के चारों ओर २९½ दिन में एक चक्कर पूरा करता है। यह पृथ्वी से २५०,००० मील दूर है और पृथ्वी से बहुत छोटा है। वैज्ञानिकों का विचार है कि पृथ्वी जब सूर्य से अलग हुई तो बहुत गर्म थी और अपनी धुरी पर बहुत तेजी से नाचती थी। पृथ्वी की तीव्र गति के कारण उसका कुछ हिस्सा छिटक कर दूर फेंका गया और वह ठंढा होकर चन्द्रमा बन गया। प्रशान्त महासागर का आकार चन्द्रमा के आकार से मिलता-जुलता है, अतः ऐसा विश्वास किया जाता है कि पृथ्वी के इसी भाग से चन्द्रमा निकला था।

चाँद की कलाएँ (Phases of the Moon) :—चन्द्रमा में अपना प्रकाश नहीं है। जब सूर्य की किरणें उसकी सतह से परावर्तित होकर हमारी आँखों में प्रवेश करती हैं तो वह चमकता नजर आता है। अतः सूर्य के प्रकाश से ही चन्द्रमा हमें चमकीला दीख पड़ता है। चूँकि चन्द्रमा गोल है इसलिए सदा उसका आधा भाग सूर्य के प्रकाश में रहता है और आधा भाग अँधेरे में। लेकिन चन्द्रमा की स्थिति के कारण उसका आकार कभी हँसुए की शक्ल का मालूम होता है, तो कभी अर्द्धवृत्ताकार, तो कभी पूर्ण वृत्ताकार। जब चन्द्रमा सूर्य और पृथ्वी के बीच में घूमते-घूमते आ जाता है, तो वह हमें बिल्कुल दिखलाई नहीं पड़ता, क्योंकि उसका अप्रकाशित हिस्सा हमारे सामने होता है। उस तिथि को **अमावस्या** कहा जाता है। जब चन्द्रमा का पूरा प्रकाशित भाग हमारे सामने होता है तो चन्द्रमा पूर्ण वृत्ताकार दिखलाई पड़ता है। उस तिथि को **पूर्णिमा** कहते हैं। पूर्णिमा से अमावास्या तक की अवधि **कृष्णपक्ष** कहलाती

चित्र १८—चाँद की कलाएँ

है और अमावस्या से पूर्णिमा तक की अवधि **शुक्लपक्ष**। एक **पक्ष** करीब १५ दिनों का होता है। चित्र १८ में चाँद और उसकी कलाएँ (Phases) दिखलाई गई है। विभिन्न समय में चन्द्रमा के भिन्न-भिन्न रूपों को चाँद की कलाएँ कहते हैं। चित्र १८ से स्पष्ट है कि विभिन्न तिथियों में चन्द्रमा का भिन्न-भिन्न प्रकाशित भाग हम देखते हैं।

पृथ्वी की तरह चन्द्रमा भी अपनी धुरी पर घूमता रहता है। सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि जितनी देर में चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर घूमता है, उतने ही समय में वह अपनी धुरी पर एक बार घूम जाता है। इसका फल यह होता है कि चन्द्रमा का एक ही भाग हम सदा देखते हैं। उसके दूसरे भाग में क्या है, कोई नहीं जानता। अभी हाल में रूस देश के वैज्ञानिकों ने चन्द्रमा पर राकेट भेजा है जिससे उसके विषय में विशेष जानकारी प्राप्त हुई है। एक दूसरा ऐसा राकेट (Rocket) उन लोगों ने छोड़ा, जिसने चाँद की दूसरी ओर जाकर उसका फोटो लिया और रेडियो से वह हमें प्राप्त हुआ। इसलिए आज हम चाँद के पिछले भाग की जानकारी प्राप्त कर चुके हैं। आजकल के वैज्ञानिक युग में राकेट (Rocket) चन्द्रमा पर जाता है और उसकी परिक्रमा कर उसकी दूसरी सतह का फोटो लेता है। इस तरह हम उसके विषय में विशेष ज्ञान प्राप्त करते हैं, जो पहले संभव नहीं था।

चन्द्रमा २९½ दिन में पृथ्वी की परिक्रमा करता है। जैसा कि पिछले अध्याय में बतलाया गया है। इस अवधि को चन्द्रमास (Lunar month) कहते हैं। एक चन्द्रवर्ष (Lunar year) ३५५ दिनों का होता है।

चन्द्रमा की सतह—चाँद को गौर से देखने पर उसकी सतह बराबर चमकीली मालूम नहीं पड़ती, बल्कि उसमें कुछ काले दाग मालूम पड़ते हैं। चाँद पृथ्वी से अधिक ठंढा है और उसकी सतह का तापक्रम बर्फ से ६३°c नीचे है। इसकी सतह पर बड़े-बड़े गढ़े, पहाड़, प्लेटो, घाटियाँ और मैदान आदि हैं। चन्द्रमा की सतह का कुछ भाग चित्र—१९ में दिखलाया गया है। वहाँ बहुत-से ज्वालामुखी पहाड़ (Volcanoes) है जो आजकल मर गये है, अर्थात् उनका विस्फोट नहीं होता। चाँद पर पानी नहीं है, न कोई वायुमंडल ही। पानी नहीं रहने से चाँद पर न समुद्र है, न झील, न नदियाँ, न बादल आदि। वायुमंडल नहीं रहने से वहाँ चारों तरफ शान्त वातावरण है, क्योंकि ध्वनि के

प्रसार के लिए कोई माध्यम चाहिए। जल और वायु नहीं रहने से वहाँ न तो पेड़-पौधे हैं, न जीव-जन्तु।



चित्र १६—चन्द्रमा की सतह

ग्रहण (Eclipses) :—ग्रहण दो तरह के होते हैं—**चन्द्रग्रहण** और **सूर्यग्रहण**। जब पृथ्वी की छाया चन्द्रमा पर पड़ती है तो चन्द्रग्रहण लगता है, लेकिन जब चन्द्रमा की छाया पृथ्वी पर पड़ती है, तो सूर्यग्रहण होता है।

हम जानते हैं कि चन्द्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करता है। ऐसा करते समय कभी-कभी ऐसा होता है कि चन्द्रमा पृथ्वी की छाया में पड़ जाता है। पृथ्वी की छाया शंकु (Cone) के आकार की होती है। जब चन्द्रमा पृथ्वी की छाया में पूरी तरह पड़ जाता है तो वह एकदम दिखलाई नहीं पड़ता। इसे **पूर्ण चन्द्रग्रहण** (Total Luner Eclipse) कहा जाता है। जब छाया चन्द्रमा के सिर्फ एक भाग पर ही पड़ती है, तो चन्द्रमा का वह भाग नहीं दिखाई पड़ता, लेकिन बाकी भाग नजर आता है। इसे **आंशिक** चन्द्रग्रहण (Partial Lunar Eclipse) कहा जाता है।

चन्द्रग्रहण अकसर पूर्णिमा को लगता है, लेकिन हर पूर्णिमा को नहीं लगता। इसका कारण यह है कि पृथ्वी और चन्द्रमा के कक्ष (Orbit) एक

दूसरे से झुके हुए हैं और इसलिए चन्द्रमा हर पूर्णिमा को पृथ्वी की छाया में नहीं आता।

सूर्य-ग्रहण (Solar Eclipse) :—कभी-कभी ऐसा होता कि घूमते-घूमते चन्द्रमा, सूर्य और पृथ्वी के बीच में आ जाता है और चन्द्रमा की छाया पृथ्वी पर पड़ती है। पृथ्वी के उस भाग से जहाँ चन्द्रमा की छाया पड़ती है, सूर्य नहीं दिखलाई पड़ता। इस घटना को सूर्य-ग्रहण कहते हैं। कभी-कभी ऐसा होता है कि चन्द्रमा का थाल सूर्य को पूरी तरह से नहीं ढकता। इसका कारण यह है कि सूर्य की अपेक्षा चन्द्रमा बहुत छोटा है। इसलिए चन्द्रमा की छाया अधिक संसृतकारी (Converging) होती है। अतः सूर्य के बीच में कुछ गोलाकार भाग चन्द्रमा की ओट के कारण पृथ्वी से नहीं नजर आता; लेकिन सूर्य की परिधि के आस-पास का कुछ भाग दिखलाई पड़ता है। इसे **वलयाकार सूर्य-ग्रहण** (Annular Solar Eclipse) कहा जाता है। ऐसा ग्रहण कुछ ही देर तक दिखलाई पड़ता है। चन्द्र-ग्रहण तथा सूर्य-ग्रहण इस पुस्तक के भौतिक विज्ञान के चित्र १०५ और १०६ में देखें।

सूर्य-ग्रहण प्रायः अमावस्या को लगता है, लेकिन हर अमावस्या को सूर्य-ग्रहण नहीं लगता। कारण यह है कि चन्द्रमा और पृथ्वी के कक्ष एक दूसरे से कुछ कोण पर झुके हुए हैं जिससे चन्द्रमा हर अमावस्या को सूर्य और पृथ्वी के बीच में नहीं आता।

प्रत्येक वर्ष कम-से-कम दो और अधिक से अधिक सात ग्रहण लगते हैं। १९ वर्ष में करीब २९ चन्द्रग्रहण और ४१ सूर्यग्रहण लगते हैं। ग्रहण लगने के समय आसानी से निकाले जा सकते हैं। ये समय पंचांग में छपे रहते हैं जिन्हें देखकर हम भविष्य में ग्रहण लगने का समय मालूम कर लेते हैं।

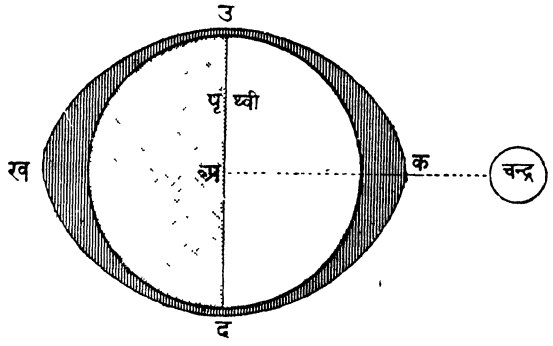
ज्वार-भाटा (Tides)

न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण के नियम (Law of Gravitation) के अनुसार एक आकाशीय पिंड दूसरे किसी पिंड को आकर्षित करता है। यह आकर्षण बल दो पिंडों की दूरी के वर्ग के उत्क्रमानुपाती (Inversely proportional) होता है। चूँकि चन्द्रमा पृथ्वी के अधिक समीप है, इसलिए पृथ्वी पर सूर्य की अपेक्षा चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति का असर अधिक होता है। पृथ्वी के ठोस भाग की अपेक्षा उसपर स्थित जल अधिक आकर्षित होकर ऊपर

उठ जाता है। इस तरह समुद्र के जल के उठने को **ज्वार** (Tide) कहते हैं। जब घूमते-घूमते चन्द्रमा, सूर्य और पृथ्वी की सीध में आ जाता है, तो उस दिन समुद्र का जल सबसे अधिक ऊपर उठता है। इसे वृहत्-ज्वार कहा जाता है।

ज्वार-भाटा और उसके कारण :—चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति के कारण समुद्र का जल करीब २४ घंटे में दो बार ऊपर उठता है और गिरता है। इस घटना को ज्वार-भाटा कहा जाता है। समुद्र के जल के ऊपर उठने को **ज्वार** और नीचे गिरने को **भाटा** कहते हैं। २४ घंटा ५० मिनट में दो ज्वार-भाटा होते हैं। यदि आज १० बजे दिन में ज्वार आया तो फिर रात में १० बजकर २५ मिनट में ज्वार आयगा और फिर दूसरे दिन सुबह में १० बजकर ५० मिनट में ज्वार आयगा। भाटा के विषय में भी यही बात है। इस तरह दो ज्वार या भाटे के बीच १२ घंटे २५ मिनट समय लगता है।

ज्वार-भाटा का कारण चन्द्रमा और सूर्य की आकर्षण-शक्ति है। चूंकि चन्द्रमा सूर्य की अपेक्षा पृथ्वी के अधिक नजदीक है, इसलिए चन्द्रमा पृथ्वी पर स्थित जल को अपनी ओर अधिक ताकत से खींचता है। इससे समुद्र का जल ऊपर उठ जाता है। पृथ्वी पर एक ही समय दो ज्वार और दो भाटा होते हैं। चन्द्रमा के सामनेवाली जगह **क** पर तथा इसके विपरीत **ख** पर

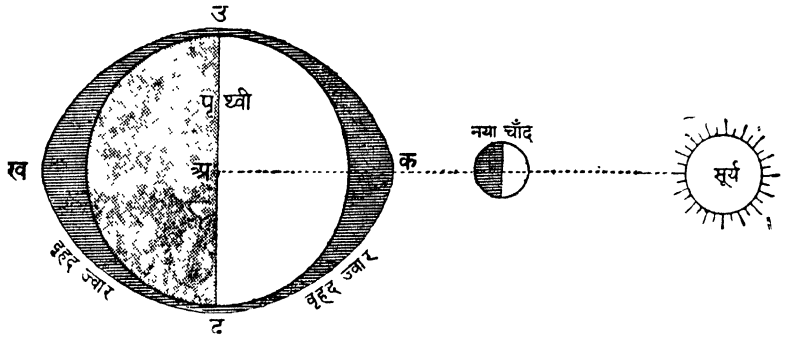


चित्र २० क और ख पर ज्वार उ और द पर भाटा

ज्वार होते हैं (चित्र २०)। **क** स्थान पर का जल चन्द्रमा के अधिक नजदीक रहने के कारण उसकी आकर्षण-शक्ति से खिंचाकर ऊपर उठता है और वहाँ

ज्वार होता है। इसी समय **क** के विपरीत **ख** पर भी ज्वार होता है। चूंकि पृथ्वी का केन्द्र **अ** बिन्दु ख से नजदीक है, इसलिए **अ** पर ख की अपेक्षा चन्द्रमा का खिचाव अधिक होता है। इस तरह पृथ्वी के कुछ खिच जाने से **ख** स्थान के जल और उसकी पेंदी में अन्तर हो जाता है। इसलिए **उ** और **द** स्थानों से जल इस अन्तर को भरने के लिए दौड़ पड़ता है। अतः **ख** पर भी ज्वार होता है और **उ** तथा **द** स्थानों पर उसी समय भाटा हो जाता है (चित्र—२०)।

वृहत-ज्वार और लघु-ज्वार :—सूर्य की आकर्षण शक्ति के कारण कभी ज्वार-भाटा विशाल होता है और कभी लघु। हम जानते हैं कि अमावस्या

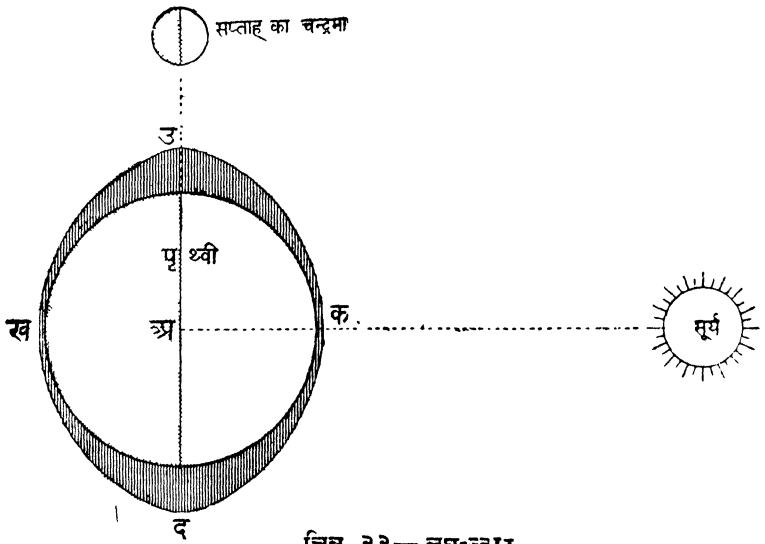


चित्र २१—क और ख पर वृहत्-ज्वार

और पूर्णिमा को सूर्य, चन्द्रमा और पृथ्वी एक ही सीध में आ जाते हैं। इस स्थिति में **क** स्थान पर स्थित जल पर चन्द्रमा और सूर्य की आकर्षण शक्ति का संयुक्त प्रभाव पड़ता है। इसलिये **क** स्थान पर ज्वार बहुत बड़ा उठता है। ऊपर बताये हुए कारण से **ख** स्थान पर भी बड़ा ज्वार होता है। इन्हें वृहत्-ज्वार (Spring Tide) कहते हैं। उसी समय **उ** तथा **द** स्थानों पर भाटा होता है (चित्र २१)।

लघु-ज्वार :—जब सूर्य और चन्द्रमा एक दूसरे के समकोण पर रहते हैं, जैसा चित्र—२२ में दिखलाया गया है, तो लघु-ज्वार (Neap Tide) उठता है। यह अमावस्या और पूर्णिमा के बीच, अर्थात् सप्तमी, अष्टमी को

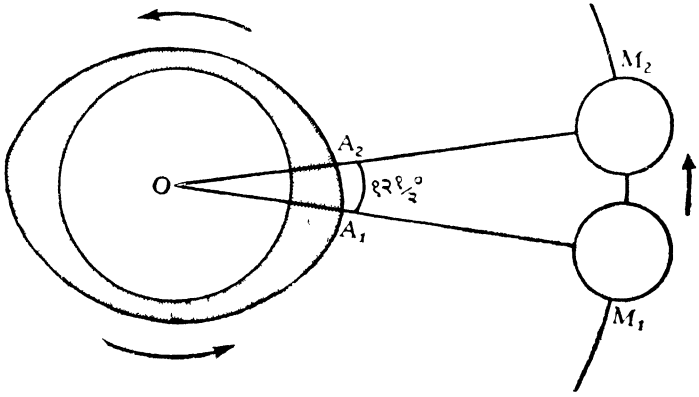
होता है। यहाँ सूर्य और चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति विभिन्न दिशाओं में लगती है, इससे ज्वार उतना बड़ा नहीं होता।



चित्र २२— लघु-ज्वार

ज्वार-भाटे के समय में अन्तर :—किसी भी स्थान पर ज्वार-भाटा प्रतिदिन करीब ५० मिनट देर कर आता है। इसका कारण यह है कि चन्द्रमा पृथ्वी की परिक्रमा करता है। यह २९½ दिनों में पृथ्वी के चारों ओर घूम जाता है। पृथ्वी भी अपनी धुरी पर २४ घंटे में एक बार घुमती है। पृथ्वी और चन्द्रमा की इन गतियों का फल यह होता है कि एक खास स्थान २४ घंटे के बाद चन्द्रमा के सामने नहीं आता है। मानलें कि कोई स्थान A_1 जब चन्द्रमा M_1 की स्थिति में है, ज्वार हुआ। पृथ्वी की दैनिक गति के कारण २४ घंटे के बाद A_1 स्थान फिर वहीं चला आता है लेकिन चन्द्रमा उसके सामने अब नहीं है, क्योंकि वह घूमता रहता है। वह M_2 की स्थिति में है (चित्र २३)। चूंकि २९½ दिन मे चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर एक बार, अर्थात् ३६०° से घूमता है इसलिये २४ घंटे में वह करीब १२½° से घूम जाता है। चूंकि पृथ्वी २४ घंटे में ३६०° घूमती है, इसलिए १° घूमने में करीब ४ मिनट लगते हैं। इसलिये १२½° से घूमने में पृथ्वी को करीब

५० मिनट लगते हैं इसलिए २४ घंटे ५० मिनट के बाद वही स्थान फिर चन्द्रमा के सामने आता है, जो M_2 की स्थिति में है। चूंकि इतने समय में दो बार ज्वार आता है, इसलिए १२ घंटा २५ मिनट के बाद ज्वार आता रहता है।



चित्र २३—ज्वार का प्रतिदिन देरी से आना

जो समुद्र जमीन से चारों ओर घिरा हुआ है, वहाँ ज्वार अधिक ऊँचाई तक नहीं उठता; जैसे भूमध्य सागर में दो या तीन फुट तक ही ज्वार उठता है। महासागरों में भी दो-तीन फुट से अधिक ज्वार नहीं उठता। छिछले (Shallow) समुद्र या संकीर्ण मुँह की खाड़ी में ज्वार अधिक ऊँचाई तक उठता है। कलकत्ते में हुगली नदी जहाँ बंगाल की खाड़ी में गिरती है, वहाँ ज्वार करीब २० फुट ऊँचा उठता है।

ज्वार-भाटा से लाभ :—(१) कभी-कभी ठंढे मुल्कों में नदियाँ जहाँ समुद्र में गिरती हैं, वहाँ उनके मुहाने जाड़े के दिनों में जमकर बर्फ हो जाते हैं। ज्वार-भाटा समुद्र के खारे पानी को नदियों के मीठे जल से मिला देता है। इससे नदियों के मुहाने जमने नहीं पाते।

(२) छिछले समुद्र में ज्वार के समय अधिक पानी उठ जाता है, इसलिए बड़े-बड़े जहाज किनारे तक, अर्थात् नदियों के मुँह तक आसानी से आ जाते हैं, जो अन्यथा संभव नहीं था। इसी तरह बड़े-बड़े जहाज हुगली नदी में कलकत्ते तक पहुँच जाते हैं।

(३) भाटा के समय नदी के मुँह पर शहर का जो कूड़ा जमा रहता है, वह बहकर समुद्र में चला जाता है और नदी का मुँह साफ हो जाता है।

(४) बहुत-सी नदियाँ अपने मुहाने पर मिट्टी आदि जमा करती जाती हैं; इससे उनके मुँह पर डेल्टा (Delta) बन जाता है। यदि उन नदियों के मुँह पर ज्वार-भाटा आता हो तो वहाँ डेल्टा नहीं बनता क्योंकि वह मिट्टी आदि को बहाकर समुद्र में ले जाता है। डेल्टा नहीं रहने से उन नदियों के मुँह पर (जहाँ ज्वार-भाटा आता रहता है), अच्छे बन्दरगाह होते हैं।

संक्षिप्त वर्णन :—

(१) जिस प्रकार पृथ्वी की पैदाइश सूर्य से हुई है उसी प्रकार पृथ्वी से चन्द्रमा की।

(२) चन्द्रमा में अपना प्रकाश नहीं है। वह सूर्य की परावर्तित किरणों से चमकता है।

(३) अमावस्या को चाँद सूर्य और पृथ्वी के बीच में रहता है। पूर्णिमा को चन्द्रमा का पूरा प्रकाशित भाग हमारे सामने रहता है। पूर्णिमा से अमावस्या तक **कृष्ण पक्ष** तथा अमावस्या से पूर्णिमा तक **शुक्ल पक्ष** रहता है।

हाल ही में रूसवालों ने रॉकेट के द्वारा अन्तरिक्ष यात्रा में काफी सफलता प्राप्त की है और चन्द्रमा के बारे में फोटोग्राफ द्वारा अधिक जानकारी प्राप्त कर ली है।

(४) जब पृथ्वी की छाया चन्द्रमा पर पड़ती है तब **चन्द्र-ग्रहण** (Lunar eclipse) और जब चन्द्रमा की छाया पृथ्वी पर पड़ती है तब **सूर्य-ग्रहण** (Solar eclipse) लगता है।

(५) चन्द्रमा की आकर्षण-शक्ति के कारण समुद्र का जल दिन में दो बार उठता और गिरता है जिसे ज्वार-भाटा कहते हैं। दो ज्वार या भाटे के बीच का समय १२ घंटा २५ मिनट होता है।

(६) ज्वार-भाटा से हमें अनेक लाभ हैं (अ) ठंढे देशों में समुद्र के खारे जल को नदी के मुहाने के मीठे जल से मिला कर जमने से बचाते हैं। (ब) बन्दरगाह तक जहाजों के पहुँचने में मदद करते हैं। (स) नदियों के मुहानों पर डेल्टा बनने से रोकते हैं ताकि ये बन्दरगाह के रूप में व्यवहार किये जा सकें।

अभ्यास

१. चाँद की कलाओं से क्या समझते हैं ? कभी हम चाँद को हँसुए की तरह, कभी आधा और कभी पूरा क्यों देखते हैं ?

1. What do you understand by the phases of the moon ? Why does sometimes moon look like a sickle, somtimes half and sometimes full ?

२. चन्द्रमा की उत्पत्ति कैसे हुई ? उसकी सतह के विषय में आप क्या जानते हैं ?

2. How was moon born ? What do you know about the surface of the moon ?

३ चाँद में धब्बे क्यों दिखाई देते हैं ? चन्द्र-ग्रहण कब और कैसे लगता है ?

3. Why are spots seen on the moon ? How and when does lunar eclipse occur ?

४. इनपर नोट लिखें--

पूर्णिमा, चन्द्रमास, चाँद की कलाएँ, मलमास, अमावस्या ।

4. Write notes on :—

Full moon day, lunar month, phases of the moon, intercalary month, new moon day.

५. सूर्य-ग्रहण अमावस्या को क्यों लगता है ? हर अमावस्या को सूर्य-ग्रहण क्यों नहीं लगता ?

5. Why does solar eclipse take place on the new moon day ? Why does solar eclipse not occur on every new moon day ?

६. प्रत्येक दिन चन्द्रमा एक ही आकार का क्यों नहीं दिखलाई देता ? अच्छी तरह समझायें ।

6. Why does moon not appear of the same shape every day ? Explain fully.

७. चन्द्रमा का हम सदा एक ही तरफ का मुँह क्यों देखते हैं ? आजकल के वैज्ञानिक युग में दूसरा मुँह देखना सम्भव हुआ है कि नहीं और कैसे ?

7. Why do we see the same face of the moon always ? Has it been possible to see the other face in the scientific age of to-day, and if so how ?

८. चन्द्रमा पर वायुमंडल है या नहीं ? दूरबीन से देखने पर उसकी सतह कैसी मालूम पड़ती है ? पूरी तरह वर्णन करें ।

8. Is there any atmosphere on moon or not ? How does its surface look like when seen by a telescope ? Describe fully.

९. ज्वार-भाटा क्या है और यह क्यों होता है ? वृहत्-ज्वार और लघु-ज्वार से आप क्या समझते हैं ?

9. What are tides, and why does it occur ? What do you understand by spring tides and neap tides ?

१०. यह बताएँ कि एक ही समय पृथ्वी पर दो स्थानों पर ज्वार और दो स्थानों पर भाटा क्यों होते हैं ?

10 Why do two tides occur at two places of the earth at the same time ? Explain fully.

११. किसी स्थान पर ज्वार ठीक २४ घन्टे के बाद नहीं, बल्कि कुछ देर बाद आता है, क्यों ?

11. The tide does not come at the same place exactly after 24 hours, but a few minutes later, why ?

१२. ज्वार-भाटे से कौन-कौन फायदे होते हैं ? यदि चन्द्रमा नहीं रहता तो पृथ्वी पर ज्वार-भाटा होता या नहीं ?

12. What are the advantages from tides ? Had there been no moon, would there be tides on earth or not ?

विविध अभ्यास

१. तारों और ग्रहों में क्या अन्तर है ? उपग्रह क्या हैं ?

1 What is the difference between stars and planets ? What are satellites ?

२. ग्रहों की उत्पत्ति कैसे हुई ? मंगल ग्रह और वृहस्पति के विषय में आप क्या जानते हैं ?

2. How are planets born ? What do you know about Mars and Jupiter ?

३ सभी ग्रहों पर आबादी है या नहीं ? कारण सहित उत्तर दें ।

3. Are all the planets populated or not ? Answer with reasons.

४. उल्का क्या है ? उल्कापात क्यों होता है ?

4. What are meteors ? Why does meteor fall ?

५. पुच्छल-तारा से आप क्या समझते हैं ? इसकी पूँछ सदा सूर्य के विपरीत क्यों रहती है ?

5. What do you understand by a comet ? Why is its tail always directed opposite to the sun ?

६. इनपर टिप्पणी लिखें--

सौर-परिवार, बुध, शुक्र, राशियाँ, नीहारिका, उल्काएँ, ध्रुवतारा, प्रकाश-वर्ष ।

6. Write notes on —

Solar system Mercury, Venus, Constellation of stars, Nebulae, Meteors, and Pole-star, Light-year.

७. इनमें अन्तर बतायें--

(क) ग्रह और उपग्रह, ख) तारे और ग्रह, (ग) सूर्य और तारा, (घ) धूमकेतु और उल्का, (ङ) नीहारिका और आकाश-गंगा ।

7. Distinguish between—
(a) Planets and satellites, (b) Stars and planets, (c) Sun and star, (d) Comets and meteors, (e) Nebulae and the Milky-way.

८. बृहस्पति के विषय में आप क्या जानते हैं ? इस ग्रह पर वायुमंडल है या नहीं ? इसके उपग्रहों के ग्रहण से कौन-सी महत्त्वपूर्ण जानकारी हासिल हुई है ?

8. What do you know about Jupiter ? Does atmosphere exist there or not ? What important information has been obtained from the eclipses of its satellites ?

९. सूर्य क्या है और इससे ग्रहों की उत्पत्ति कैसे हुई ? इसके धब्बे के विषय में आप क्या जानते हैं ?

9. What is sun and how were planets born from it ? What do you know about the sun spots ?

१०. इनपर नोट लिखें भोर का तारा, बृहस्पति के उपग्रह, ग्रह-पुंज, शनि के छल्ले, पृथ्वी, कुबेर ।

10. Write notes on—Morning star, Satellites of Jupitor, Asteroids, Saturn's rings, Earth, Pluto.

११. चल और अचल तारे क्या हैं ? नीहारिकाओं से तारों की उत्पत्ति कैसे हुई ?

11. What are 'fixed' and 'moving' stars. How are stars born from Nebulae ?

१२. पृथ्वी पर दिन-रात क्यों होते हैं ? ऋतु परिवर्तन के क्या कारण हैं ?

12. Why do days and nights occur on earth ? What are the reasons for changes in seasons ?

१३ कर्क-संक्रान्ति और मकर-संक्रान्ति से तुम क्या समझते हो ? विभिन्न ऋतुओं में दिन-रात की लम्बाइयाँ भिन्न-भिन्न क्यों होती हैं ?

13. What do you understand by summer solstice, and winter-solstice ? Why are the lengths of days and nights different in different seasons ?

१४. (अ) चाँद पर पेड़-पौधे और जीव-जन्तु क्यों नहीं हैं ?
(ब) चाँद का एक ही मुख सदा क्यों दिखलाई पड़ता है ?
(स) हिन्दू-पंचांग में हर तीसरे साल एक मलमास क्यों लगता है ?
(द) मुहर्रम कभी जाड़ा और कभी गर्मी में क्यों होता है ?

14. (a) Why do plants and animals not exist on moon ?
(b) Why is the same face of the moon always seen ?
(c) Why is there an intercalary month in every third year in Hindu Calendar ?
(d) Why does Moharrum take place sometimes in winter and sometimes in summer ?

१५. इनपर टिप्पणी लिखें—सौरवर्ष, चन्द्रमास, राष्ट्रीय पंचांग, भारतीय प्रामाणिक समय, मलमास, मुसलमानी पंचांग ।

15. Write notes on—Solar year, Luner month, National Calendar, Indian Standard Time, Intercalary month, Muslim Calendar.

१६. चन्द्रलोक की यात्रा पर एक निबन्ध लिखें ।

16. Write an essay on the journey to the moon.

१७ चन्द्रमा प्रतिदिन देर कर उगता है । कारण सहित समझाएँ ।

17. The moon rises late every day. Explain with reasons.

१८. ज्वार-भाटा क्या है और यह किन कारणों से होता है ? ज्वार-भाटा कभी छोटा और कभी बड़ा क्यों होता है ?

18. What are tides and why do they occur ? Why are tides sometimes small and sometimes big ?

१९. प्रतिदिन चन्द्रमा एक ही आकार का क्यों नहीं मालूम पड़ता ? अच्छी तरह समझाएँ ।

19. Why does moon not appear of the same shape every-day ? Explain fully.

२०. चित्र खींचकर चन्द्र ग्रहण और सूर्य-ग्रहण लगने के कारण समझाएँ । हर पूर्णिमा को चन्द्र-ग्रहण और हर अमावस्या को सूर्य-ग्रहण क्यों नहीं लगता ?

20. Explain, by drawing diagrams, the occurrence of lunar and solar eclipses. Why does lunar eclipse not occur on every full moon-night, and solar eclipse on every new moon-day ?

२१. समुद्रों में ज्वार प्रतिदिन देर कर क्यों आता है ? पूरी तरह समझाएँ।

21. Why do tides occur late every day in seas ? Explain fully.

S. S. Examination Board Questions

१ निम्नलिखित को समझाएँ - (अ) ग्रह, (ब) पुच्छल तारा, (स) उल्काएँ, (द) सौर-मंडल। (१९५४ A)

1. Explain the following—(a) Planets, (b) Comets, (c) Meteorites and (d) Solar system. (1954, A)

२. निम्न पदों की व्याख्या करें—(अ) तारे, (ब) ग्रह, (स) चन्द्र-ग्रहण, (द) सौर-मंडल। (१९५४ S)

2. Explain the following terms :—(a) Stars, (b) Planets, (c) Lunar Eclipse, (d) the Solar System. (1954 S)

३. इनको समझाएँ - (अ) नलदार कुएँ, (ब) उल्काएँ, (स) भूकम्प। (१९५५ A)

3. Explain the following terms :—(a) Tube-wells, (b) Meteorites, (c) Earthquake. (1955 A.)

४. जहाँ सम्भव हो, चित्र खींचकर इनकी व्याख्या करें (अ) ग्रह, (ब) पुच्छल तारा, (स) सूर्य-ग्रहण। (१९५५ S)

4. Explain the following terms, with diagrams where possible :—(a) Planets, (b) Comets, and (c) Solar Eclipse. (1955 S.)

५. इन पर संक्षिप्त नोट लिखें—(अ) नलदार कुएँ, (ब) ज्वालामुखी पहाड़। (१९५६ A)

5. Write short notes on—(a) Tube-wells, (b) Volcanoes. (1956 A.)

६. निम्नलिखित को समझाएँ—(अ) धूमकेतु, (ब) भूकम्प, (स) चन्द्रमा। (१९५६ S)

6. Explain the following—(a) Comets, (b) Earth quake, (c) the moon. (1956 S.)

७. ग्रह और तारे में क्या अन्तर है ? चार ग्रहों और तारों के दो समूहों के नाम लें। (१९५७ A)

7. What is the difference between a planet and a star ? Name four planets and two groups of stars. (1957 A.)

८. सौर-मंडल पर एक लेख लिखें। (१९५७ S)

8. Write an essay on the Solar-system. (1957 S.)

९. विभिन्न ग्रहों का नाम लें, जिनकी दूरी सूर्य से बढ़ती जाती है। उनके विषय में कुछ खास विशेषताओं का वर्णन करें। (१९५८ \)

9. Name of the different planets in order of increasing distances from the sum and discribe any special features associated with them. (1958 A).

१०. स्वच्छ चित्र खींचकर सूर्य-ग्रहण और चन्द्र-ग्रहण के कारण समझाएँ। (१९५८ S)

10. Describe with neat sketches the causes of Solar Eclipse and Lunar Eclipse. (1958 S.)

११. इन पर टिप्पणी लिखें—(अ उल्का, (ब पुच्छल तारा, (स) पृथ्वी का कक्ष। (१९५९ A)

11. Write notes on :—(a) Meteor, (b) Comet, (c) Orbrit of the Earth. (1959 A.)

१२. सूर्य का वर्णन करें और यह दिखलायें कि पृथ्वी पर सब प्रकार के जीव-जन्तुओं का उद्गम सूर्य कैसे है। (१९५९ A)

12. Describe the Sun and show how it is the source of all sorts of life on earth. (1959 A.)

१३ चाँद की विभिन्न कलाओं का वर्णन करें और चित्र खींचकर उनके कारण समझाएँ। (१९५९ S)

13. Discribe the different phases of the Moon and explain their causes with a sketch. (1959 S.)

ज्योतिष विज्ञान

(ASTRONOMY)

हिन्दी-अँगरेजी शब्दावली

(Glossary of Hindi-English Words)

अ

अणु—Molecule.
अमावस्या—New Moon-day.
अरुण—Uranus.

आ

आकाश-गंगा—Milky way.
आकाशीय पिंड—Heavenly bodies.
आंशिक ग्रहण—Partial eclipse.

उ

उत्क्रम—Reciprocal.
उत्क्रमानुपाती—Inversely Proportional.
उड़न खटोला—Plough.
उपग्रह—Satellite.
उल्का—Meteor, Meteorite.
उभरी हुई—Bulging.

ऋ

ऋतु—Seasons.
ऋतु-परिवर्त्तन—Changes of Seasons.

क

कन्या—Vergo.
कर्क—Cancer.
कर्क-सम्पात्—Summer Solstice.
कलाएँ—Phases.
कक्ष—Orbit.
कुबेर—Pluto.
कुम्भ—Aquarius

ख

खगोल—Astronomy.
खगोलीय—Astronomical.

ग

गति—Motion.
ग्रह—Planet.
ग्रह-पुंज—Asteroids.
ग्रह-पथ—Orbit.
ग्रहण—Eclipse.
ग्रिनविच—Greenwich.
ग्रीष्म-सम्पात्—Summer Solstice.
गुरुत्वाकर्षण के नियम—Laws of Gravitation.

च

चन्द्रमा—Moon.
चन्द्रमास—Lunar month.
चन्द्र-ग्रहण—Lunar eclipse.
चन्द्रवर्ष—Luner year.
चाँद—Moon, Satellite.

छ

छल्ला—Rings.
छिछला—Shallow.

ज

ज्वालामुखी पहाड़—Volcanoes.
ज्वार-भाटा—Tides.
ज्योतिष—Astronomy.

त

तत्त्व—Element.
तारे—Stars.

द

दीर्घ-वृत्ताकार—Elliptical.
दूरबीन—Telescope.
दैनिक गति—Diurnal rotation.

ध

धनु—Sagittarius.
धुरी—Axis.
ध्रुवतारा—Pole star.
धूमकेतु—Comet.

न

नलदार कुंए—Tube-wells
नक्षत्र—Group of stars.
नीहारिका—Nebula.

प

परमाणु—Atom.
पंचांग—Calendar.
पिंड—Body.
पुच्छल-तारा—Comet.
पूंछ—Tail.
पूर्ण—Total.
पूर्ण चन्द्र-ग्रहण—Total luner eclipse.
पूर्णिमा—Full moon-day.
पृथ्वी—Earth.
प्रकाश-वर्ष—Light-year.

व

बनावटी उपग्रह—Artificial Satellite.
बुध—Mercury.

भ

भारतीय प्रामाणिक समय—Indian standard time.

म

मकर—Capricornus.
मकर-संक्रान्ति—Winter Solstice.
मलमास—Intercalary month.
मध्यमान सौर दिवस—Mean solar day.
मिथुन—Gemini.
मीन—Pisces.
मेष—Aries.
मुसलमानी पंचांग—Muslim Calenedar.
मौसम—Seasons.
मंगल-ग्रह—Mars.

र

राशि—Constellation of stars.
राष्ट्रीय पंचांग—National Calendar.

व

वरुण—Neptune.
वलयाकार सूर्यग्रहण—Annular solar eclipse.
वार्षिक गति—Annual-Revolution.
विलयन—Fusion.
विषुव—Equinoxes
विषुवत् रेखा—Equator.
विश्व—Universe.
विस्फोट—Eruption.
वृत्ताकार—Circular.
वृष—Taurus.
वृहत्-ज्वार—Spring Tide.

श

शनि—Saturn.
शुक्र—Venus.
शंकु—Cone.
शीत-सम्पात्—Winter Solstice.

स

सप्तर्षि—Plough.
स्थानीय समय—Local Time.
सिंह—Leo.
सीमित—Finite.
सूर्य—Sun.
सूर्यग्रहण—Solar eclipse.
सौर-जगत—Solar system.
संसृतकारी—Converging.

भूगर्भ-विज्ञान

(GEOLOGY)

पहला अध्याय

भूगर्भ की शाखायें—पृथ्वी की उत्पत्ति तथा अनेक प्रकार की चट्टानें

भूगर्भ-विज्ञान क्या है ?

विज्ञान की वह शाखा जिसका सम्बन्ध पृथ्वी के अध्ययन से है भूगर्भ-विज्ञान (Geology) कहलाती है। इसमें पृथ्वी की उत्पत्ति, चट्टानों की बनावट, इसके अन्दर पाये जानेवाले प्राचीन वनस्पतियों तथा जन्तुओं के शेषांश तथा अन्दर पाये जानेवाले आर्थिक महत्त्व की वस्तुओं का अध्ययन होता है। पृथ्वी अनेक धातुओं तथा बहुमूल्य रत्नों का भांडार है। इसके भीतर सोना, चाँदी, अबरक, जस्ता, पीतल, ताम्बा आदि धातुएँ तथा किरासन तेल वगैरह अनेक आर्थिक महत्त्व की वस्तुएँ पायी जाती हैं। इस दृष्टि से भूगर्भ तथा खनिज-विज्ञान (Geology and Mining) का बहुत बड़ा महत्त्व है।

विज्ञान की अन्य शाखाओं की तरह इसके भी कई विभाग है जिनका उल्लेख नीचे किया जा रहा है :—

१. पेट्रॉलोजी (Petrology)—यह भूगर्भ विज्ञान का वह खंड है जिसमें केवल पहाड़ों की रचना का अध्ययन किया जाता है।

२. प्राकृतिक भूगर्भ विज्ञान (Natural or Physical Geology)—यह वह खंड है जिसमें पृथ्वी की वर्त्तमान स्थिति किन-किन प्राकृतिक कारणों से हुई इसका अध्ययन किया जाता है।

३. आर्थिक भूगर्भ विज्ञान (Economic Geology)—यह वह भाग है जो खानों या पृथ्वी के भीतर पायी जानेवाली आर्थिक महत्व की चीजों के निर्माण के अध्ययन से सम्बन्धित है। कोयले, मिट्टी का तेल तथा धातु

इत्यादि की विभिन्न अवस्थाएँ तथा निर्माण-स्थान की पूरी गवेषणा इसमें की जाती है।

४. पैलीऔन्टोलोजी (Palaeontology)—पहाड़ों के नीचे तथा कोयले वगैरह की खानों में विभिन्न प्रकार के जन्तुओं की संरक्षित तथा रूपान्तरित हड्डियाँ या वनस्पतियों के फॉसील (Fossil) पाये जाते हैं। इनमें परिवर्त्तन किस प्रकार हुआ इसका अध्ययन इसमें किया जाता है।

पृथ्वी की उत्पत्ति

पृथ्वी की उत्पत्ति के विषय में समय-समय पर कई सिद्धान्त प्रतिपादित किये गये हैं। उनमें से कौन-सा सिद्धान्त सत्य है इसका निर्णय अभी तक नहीं हो पाया है। उन सिद्धान्तों में डाक्टर जीम्स (Dr. Jeams) का सिद्धान्त सबसे अधिक मान्य है। इनके मतानुसार सौर जगत शुरू में एक विशाल जलता हुआ गैसीय पिंड था। यह आकाश में घूमता रहा। धीरे-धीरे यह पिंड ठंढा हुआ और आयतन कम हुआ। इसके फलस्वरूप यह घनीभूत होने लगा। एकाएक कोई विशाल तारा इसके नजदीक आ गया और पास रहकर फिर दूर चला गया। आकर्षण के कारण ज्वलन्त पिंड विच्छिन्न हो गया। इसका आकार परवल जैसा हो गया। बीच का भाग मोटा तथा दोनों किनारे क्रमशः पतले हो गये। आगे चलकर इसके भी कई खंड हो गये। हरेक खंड से एक-एक ग्रह बना। इन्हीं ग्रहों में से एक पृथ्वी भी है। शीर्षवाले खंड से छोटे-छोटे ग्रह तथा बीचवाले भाग से बड़े-बड़े ग्रह बने। गैस-पिंड का मूल भाग सूर्य बना। इस प्रकार सभी ग्रहों की उत्पत्ति हुई। ये प्रायः एक ही समतल में सूर्य की परिक्रमा करने लगे। जिस प्रकार ज्वलन्त पिंड से ग्रहों की उत्पत्ति हुई उसी प्रकार ग्रहों से उपग्रहों की उत्पत्ति हुई। ज्वलन्त पृथ्वी के खंड से चन्द्रमा की उत्पत्ति हुई। यह अपने मातृ-ग्रह पृथ्वी की परिक्रमा करने लगा। धीरे-धीरे यह भी ठंढा होकर आज चन्द्रमा के रूप में वर्तमान है।

नीहारिकावाद (Nebular theory) के अनुसार इसकी उत्पत्ति एक नीहारिका से हुई है। आरम्भ में यह एक विशाल जलता हुआ गैस का गोला था। धीरे-धीरे इसका बाहरी भाग ठंढा होकर घनीभूत होने लगा। फलस्वरूप यह छोटा होने लगा। इसके वेग में वृद्धि हुई। इसके ऊपर एक बलय बन गया लेकिन भीतरवाला भाग गैसीय रूप में ही वर्त्तमान रहा। वृत्ताकार गति के

कारण यह वलय गैसीय पिंड से अलग होकर स्वतन्त्र रूप से परिक्रमा करने लगा। फलतः इसका आकार गोल हो गया। इस प्रकार एक पिंड से अब दो पिंड हुए। नीहारिका पुनः ठंढी हुई और फिर इसके ऊपर वलय बना जिससे दूसरे ग्रहों की उत्पत्ति हुई। इसी प्रकार नव-ग्रहों की सृष्टि हुई। नीहारिका का बचा हुआ भाग सूर्य के रूप में अभी भी मौजूद है।

पृथ्वी का आरम्भिक इतिहास—शुरू में यह पृथ्वी जलते हुए एक आग के गोले की तरह थी। काल-क्रम से यह धीरे-धीरे ठंढी हुई और इसका निर्माण उसी प्रकार हुआ जिस प्रकार दूध के धीरे-धीरे ठढा होने पर छाली का निर्माण होता है। इसका भूपटल (Earths crust) छाली के समान है। इसका भीतरी भाग अभी भी बहुत गर्म है। ऐसा अनुमान किया गया है कि पृथ्वी के केन्द्रीय भाग का ताप-क्रम अभी भी ५००० सेण्टीग्रेड के करीब है।

भू-पटल की बनावट—पृथ्वी के चारों ओर एक प्रकार का गैसीय बेष्ठन है जिसे वायुमंडल की संज्ञा दी गई है। पृथ्वी के ऊपर इसकी ऊँचाई करीब २०० मील तक है। ऊपर जाने पर हवा पतली होती जाती है।

इसका बाहरी पटल ठोस है जिसपर अनेकों पहाड़, समुद्र, वन, पौधे और जीवों का निवास है। पृथ्वी जैसे-जैसे ठंढी हुई इसके चारों तरफ का भाप ठंढा होकर समुद्र का रूप ले लिया। ठंढा होने पर सतह ऊँची-नीची हो गई। ऊँची और कठोर सतहों को पहाड़ की संज्ञा मिला। धीरे-धीरे वनों, नदियों और जीव आदि की उत्पत्ति हुई। आरम्भ में यह पृथ्वी इस तरह कत्तई नहीं थी जैसी आज है। हम जैसे-जैसे नीचे जाते है गर्मी बढ़ती जाती है। पृथ्वी के ठंढे और ठोस भाग की गहराई कहीं भी चालीस मील से अधिक नहीं है। पृथ्वी के इस भाग को भूपटल कहते हैं। साधारणतः पृथ्वी के तीन भाग हैं।

(अ) भूपटल (Earth's crust) :—पृथ्वी की ऊपरी सतह से चालीस मील की गहराई तक के भाग को भूपटल या स्थलमंडल (Lithosphere) कहते हैं। भूपटल का वह भाग जो जलमय है अर्थात् जहाँ समुद्र है, जलमंडल (Hydrosphere) कहलाता है। भूपटल के क्षेत्रफल का ७१ प्रतिशत जल तथा २९ प्रतिशत स्थल है। पश्चिमी गोलार्द्ध (नयी दुनिया) में जल का भाग अधिक तथा स्थल कम है। इसके विपरीत पूर्वी गोलार्ध में स्थल का ही भाग अधिक है और जल का भाग कम। पृथ्वी के करीब दो सौ

मील तक की ऊँचाईवाले हवा के वेष्ठन को वायुमण्डल (Atmosphere) कहते हैं।



चित्र १

पृथ्वी की बनावट जिसमें इसके सभी मंडल दिखाये गये हैं।

(ब) **कठोर मण्डल या गुरु-मण्डल** (Barysphere) :—इसकी सतह भूपटल से १७५० मील नीचे तक है। यह अर्द्ध द्रव अवस्था में है।

(स) **केन्द्र-मण्डल** (Centrosphere)—यह पृथ्वी का अन्तस्थल है। गुरुमंडल के बाद लगभग २२०० मील तक फैला हुआ है। इसकी अवस्था अभी भी द्रव जैसी है। इसमें लोहे, निकेल तथा अन्य खनिज पदार्थ द्रव के रूप में मौजूद है।

विभिन्न प्रकार की चट्टानें (Different types of rocks):—स्थल-मंडल चट्टानों से बना होता है। साधारणतः चट्टान शब्द का अर्थ कड़ा पत्थर

होता है, परन्तु भूगर्भ विज्ञान में ग्रेनाइट (Granite) जैसी कड़ी चीज तथा गीली मिट्टी दोनों के लिए इस शब्द का व्यवहार समान रूप से होता है। चट्टान (Rocks) उन सभी चीजों को कहा जाता है जो खनिजों (Minerals) के मेल से बनी हों। चट्टान शब्द के अर्थ में कड़ापन (Hardness) कोई स्थान नहीं रखता। चट्टानें मुख्यत: तीन प्रकार की होती हैं—

(१) आग्नेय चट्टानें (Igneous-rocks), (२) परतदार चट्टानें (Sedimentary rocks) तथा (३) परिवर्तित चट्टानें (Metamorphic rocks)।

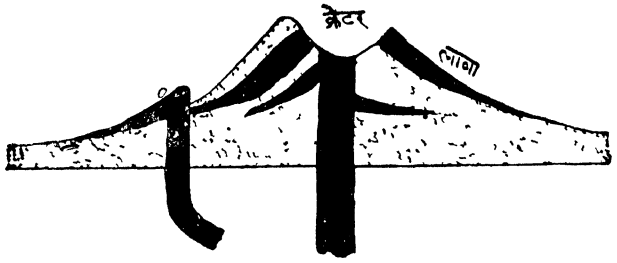
आग्नेय चट्टान (Igneous rock) :—यह चट्टान पिघले हुए पदार्थों के जम जाने के कारण बनती है। जैसे-जैसे हम पृथ्वी के भीतर जाते हैं तापक्रम बढ़ता जाता है। इसीलिये पृथ्वी के अन्दर अपेक्षाकृत पिघले हुए पदार्थ होते हैं। ये पिघले हुए पदार्थ (Magma) कभी-कभी ज्वालामुखी पहाड़ के मुँह से होकर ऊपर चले आते हैं। इन्हें लावा (Lava) कहते हैं। लावा बाहर आकर जम जाता है। इनका कुछ अंश पृथ्वी की सतह तक नहीं पहुँच पाता, नीचे ही रह जाता है। जो पदार्थ ऊपर नहीं पहुँच पाते उनमें अधिक दबाव पर गैस घुले रहते हैं। पृथ्वी विकिरण (Radiation) के द्वारा अपनी गर्मी छोड़ रही है और इसी कारण वह धीरे-धीरे ठंढ़ी भी हो रही है। अत: पृथ्वी के अंदर भी ये पिघले हुए पदार्थ उचित परिस्थिति में जम जाते हैं। इस प्रकार स्थान विशेष पर निर्माण के कारण आग्नेय चट्टानों के तीन निम्न-लिखित भेद हैं—

(अ) **पातालीय चट्टान** (Plutonic rock) :—ग्रीक कथाओं के अनुसार पाताल का राजा प्लूटो है। इसीलिए वे आग्नेय चट्टानें जो पृथ्वी के अंतराल (Interior) में ताप विकिरण के कारण क्रमश: ठंढी होकर बनती हैं उन्हें प्लूटोनिक चट्टान कहते हैं।

पृथ्वी के अन्दर पिघली हुई चीजें धीरे-धीरे ठंढी होती है इसीलिये प्लूटोनिक चट्टानों के रवे (Crystals) बड़े-बड़े होते हैं।

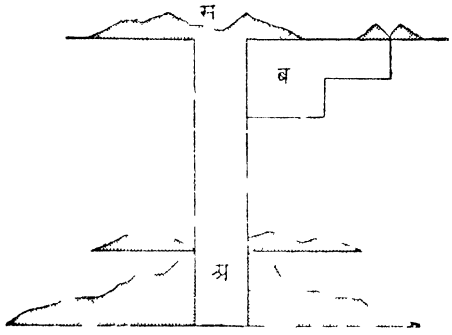
(ब) **डाईक चट्टान** (Dyke rocks) :—पिघले हुए पदार्थ जब रास्ते मे आते हैं तो स्तम्भ जैसा खड़े रह जाते हैं। इन्हें डाईक चट्टान कहा जाता है। रास्ते में पिघली हुई चीजें अन्दर की अपेक्षा शीघ्रता से जमती हैं। इसीलिये डाईक चट्टान के रवे (Crystas) कुछ छोटे होते हैं।

(स) ज्वालामुखी चट्टान (Volcanic rock) :—पृथ्वी के अन्दर के पिघले हुए पदार्थ लावा के रूप मे आकर पृथ्वी की सतह पर जमा हो जाते है और कालक्रम मे ढंढा होकर और जमकर ज्वालामुखी चट्टान बनाते हैं। लावा पृथ्वी पर आकर बड़ी जल्दी ढंढा हो जाता है इसलिये रवा बनने का मौका नही मिलता। बहुत-सी चट्टानो मे रवा होता ही नही और होना भी है तो इतना छोटा कि विना अण्वीक्ष के हम उसे देख नही सकते।



चित्र २—ज्वालामुखी पहाड़

पातालीय चट्टान का उदाहरण ग्रेनाईट और ज्वालामुखी चट्टान का बेसाल्ट (Basalt) है। ग्रेनाईट कडा पत्थर है। यह अबरख, गिल्लौर (Quartz) तथा फेल्स्पार के संयोग से बनी है। इनमें बड़े-बड़े दाने होते है और यह



चित्र ३

संधिस्थल पर ही टूटता है। हजारीबाग जिले के कोडरमा के पास ग्रेनाईट पत्थर मिलता है। बेसाल्ट के टुकड़ों को जौहरी कसौटी (Touch stone) के

रूप में व्यवहार करते हैं। राजमहल की पहाड़ियों के बेसाल्ट से कलकत्ता की सड़कों के फर्श बनते हैं। तोड़-फोड़ की भौतिक तथा रासायनिक क्रियाओं से बेसाल्ट द्वारा ही गुजरात की कपासवाली काली मिट्टी (Black Cotton Soil) बनी है। आग्नेय चट्टानों में परत नहीं जमती इसलिये इन्हें बेपरत भी कह सकते हैं।

(२) परतदार चट्टान (Sedimantary rocks) :—ठोस कणों के पानी के अन्दर तह के रूप में जमने से तहदार चट्टानों का निर्माण होता है। तोड़-फोड़ के कारण पुरानी चट्टानें कण के रूप में परिणत हो पानी के साथ बहने लगती हैं। पानी का बहाव ज्यों-ज्यों धीमा पड़ता जाता है त्यों-त्यों ये कण धीरे-धीरे तल पर जमते जाते हैं। ये कण धीरे-धीरे चट्टान का रूप ले लेते हैं। चट्टान के निर्माण में पानी के दबाव का असर पड़ता है। पानी में घुले हुए लोहे तथा चूने के लवण कणों को जोड़ने का काम करते हैं। पानी का बहाव जारी रहता है और चट्टानें तह-पर-तह जमती जाती हैं इसीलिये इन्हें तहदार चट्टान कहते हैं। चूंकि इनका निर्माण पानी के अन्दर होता है इसलिये इन्हें जलीय चट्टान भी कहते हैं। ये चट्टानें हवा द्वारा पानी के बाहर भी निर्मित होती हैं। उसका उदाहरण चीन का लोएस (Loess) है। सभी जलीय चट्टानों को परतदार चट्टान तो कह सकते हैं पर सभी परतदार चट्टानों को जलीय नहीं कह सकते। परतदार चट्टानें जैव (Organic) तथा अजैव (Inorganic) दो किस्म की हो सकती है। अजैव चट्टानें कंकड़, पत्थर, बालू के कण आदि निर्जीव पदार्थों के समुद्र के गर्भ में जमने से बनती है। पानी के दबाव के कारण चट्टानें कड़ी हो जाती हैं। कीचड़ (Clay) तथा बलुआ पत्थर इसके उदाहरण हैं। बलुआ पत्थर चुनार में काफी मिलता है और यह मकान बनाने के काम में आता है।

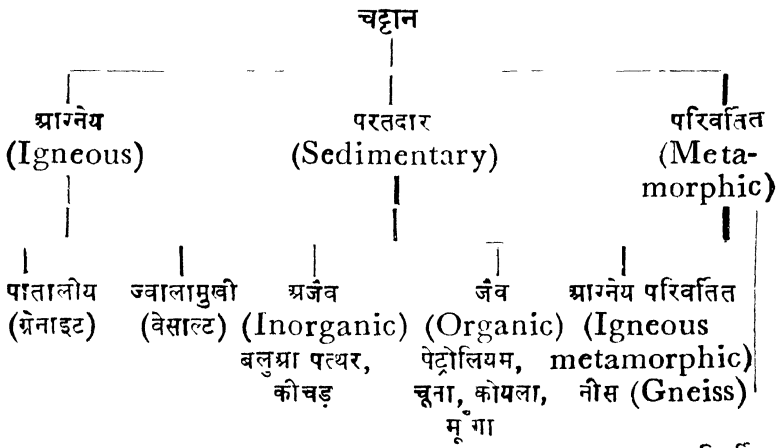
जैव चट्टानें पेड़-पौधे और जीवों के बचे हुए भागों के पानी के नीचे दब जाने से बनती हैं। पेट्रोलियम, किरासन तेल, कोयला, खल्ली, मूँगा आदि इसके उदाहरण हैं।

परिवर्तित चट्टानें (Metamorphic rocks) :—आग्नेय चट्टानें अधिक दबाव तथा ताप के कारण परिवर्तित होकर इस प्रकार की चट्टानें बनाती हैं। इस तरह ग्रेनाईट की आग्नेय चट्टान निस (Gneiss) बन जाती है। ये नई चट्टानें नहीं बल्कि पुरानी चट्टानों के ही गठन (Texture)

तथा ढाँचे (Structure) में परिवर्तन के कारण बनती है। ताप तथा दबाव इन चट्टानों के परिवर्तक हैं। मान लिया जाय कि आग्नेय चट्टान किसी कारण पृथ्वी के अन्दर दब जाय तो यह रूपान्तरित होकर आग्नेय परिवर्तित चट्टानें (Igneous metamorphic rocks) बनाती हैं। उसी प्रकार परतदार चट्टानें दबकर परतदार परिवर्तित चट्टानें बनाती हैं। इन रूपान्तरों में ताप का बड़ा हाथ है क्योंकि बहुत-सी क्रियायें निम्न तापक्रम पर हो ही नहीं सकतीं।

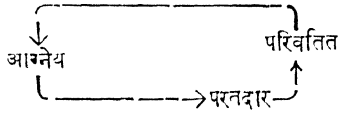
काफी तापमान रहने पर एक खनिज दूसरे खनिज में परिवर्तित हो जाता है तथा पुरानी चट्टानें नयी चट्टानों में बदल जाती हैं। ऊँचा तापमान दो तरह से प्राप्त हो सकता है। कभी गर्म मैग्मा (Magma) जब भूमि के भीतर से निकलने लगता है तब इसमें से कुछ भीतर ही रह जाता है। जो चट्टानें इस गर्म मैग्मा के संसर्ग में आती हैं, वे रूपान्तरित हो जाती हैं। इस परिवर्त्तन को आग्नेय परिवर्त्तन कहते है। कभी-कभी चट्टानें दबाव से जमीन की सतह के बहुत नीचे चली जाती है जहाँ पर काफी तापमान है। उस तापमान पर इनका रूप बदल जाता है। आपने देखा होगा कि कच्चा खपड़ा आग में देने पर पककर रूपान्तरित हो जाता है, उसी प्रकार चट्टानें ताप के कारण रूपान्तरित हो जाती हैं। स्लेट और संगमर्मर इसके उदाहरण हैं। स्लेट चिकनी मिट्टी का परिवर्तित रूप है। यह बिहार के मुंगेर जिले में पाया जाता है। चूना बदलकर संगमर्मर (Marble) बन जाता है। यह विशेषत: जबलपुर में पाया जाता है। हीरा कोयले का बदला हुआ रूप है।

परतदार चट्टानों के साथ हमलोगों को केवल कोयला, तेल तथा चूना मिलता है। आग्नेय तथा परिवर्तित चट्टानों के साथ कीमती धातु जैसे लोहा, सोना तथा हीरा आदि मिलते हैं। कीमती धातु अधिकतर पृथ्वी के गर्भ में मिलते है क्योंकि वहाँ उचित तापक्रम और दबाव मिलता है। ज्वालामुखी तथा भूकम्प आदि के कारण ये पृथ्वी की सतह या उसके बहुत नजदीक चले आते हैं। छोटानागपुर तथा बर्मा के पूर्वी प्लेटो में पुरानी आग्नेय और परिवर्तित चट्टानें हैं, अत: यहाँ बहुमूल्य खनिज मिलते हैं। चट्टानों का वर्गीकरण यों कर सकते हैं—



चट्टानों के परिवर्त्तन का चक्र
(Cycle of change of rocks)

आरम्भ में पृथ्वी एक आग का गोला थी। धीरे-धीरे यह ठंढी हुई। अत: ऊपर जो परत पड़ी होगी वह अवश्य आग्नेय रही होगी। लेकिन इसका पता अभी भी ठीक से नहीं लगा है। आजकल आग्नेय चट्टानें सतह के नीचे दूसरी चट्टानों के नीचे पायी जाती हैं। उनकी उत्पत्ति बाद में पृथ्वी के अन्दर से मैग्मा के निकलने के कारण हुई है। आग्नेय चट्टानों के चाप से जो कण बने उनसे परतदार या तहदार चट्टानें बनी होंगी। परतदार चट्टानो पर ताप और दबाव के कारण अन्य रासायनिक क्रियाओं के कारण जो परिवर्त्तन हुए उनके फलस्वरूप परिवर्तित चट्टानें बनी। कभी-कभी ये चट्टानें सतह के नीचे चली जाती है। अधिक ताप और दबाव के कारण ये तरल पदार्थों में परिणत हो जाती हैं। फिर ठंढा होकर ये आग्नेय चट्टानो का रूप धारण करती है। चट्टानो का यह परिवर्त्तनचक्र पृथ्वी की उत्पत्ति के समय से ही चल रहा है और सदा चलता रहेगा। इनका परिवर्त्तन-चक्र यो है—



भूकम्प (Earth Quakes)

भूकम्प होने के कारण :—यह ऊपर बताया जा चुका है कि पृथ्वी आरम्भ में एक आग का गोला थी। धीरे-धीरे ठंढा होने से भू-पटल (Earth's crust) का निर्माण हुआ। अभी भी पृथ्वी के अन्दर बहुत-से तरल तथा द्रव पदार्थ हैं। दबाव में कमी-बेसी होने के कारण इनका एक स्थान से दूसरे स्थान में जाना जारी रहता है। इन तरल पदार्थों से उत्पन्न गैस पृथ्वी की पतली तथा कमजोर सतहों से होकर बाहर निकलना चाहता है। इसका फल यह होता है कि पृथ्वी काँपने लगती है। पृथ्वी के इस कम्पन को भूकम्प (Earth Quake) कहते हैं।

भूकम्प के निम्नलिखित कारण हैं :—

(१) ज्वालामुखी के मुख से राख, लावा आदि निकल जाने से पृथ्वी के अन्दर का भाग खोखला हो जाता है। यह ऊपर के वजन को संभाल नहीं सकता। अतः ऊपर की चीजें नीचे बैठ जाती हैं। इसके बैठने से तमाम इलाकों में कम्पन पैदा हो जाता है। ज्वालामुखी के क्षेत्र में इस तरह चट्टानों का स्थान-परिवर्तन (Displacement) होता रहता है और भूकम्प अक्सर होता रहता है। दरारों के इलाकों में ऐसा होता है। बिहार का सन् १९३४ का भूकम्प इसी कारण हुआ था। फौल्टलाईन (Fault-line) पर चम्पारण से पूर्णिया तक की जमीन के धस जाने के कारण यह भूकम्प हुआ था।

(२) पृथ्वी के गर्भ में कभी-कभी चट्टानें अन्दर के हलचल के कारण एक जगह से दूसरी जगह फेंक दी जाती हैं। ये फेंकी हुई चट्टानें जहाँ पहुँचती हैं वहाँ की चट्टानों को जोर से धक्का देती हैं और उनमें कम्पन पैदा कर भूकम्प करा देती हैं।

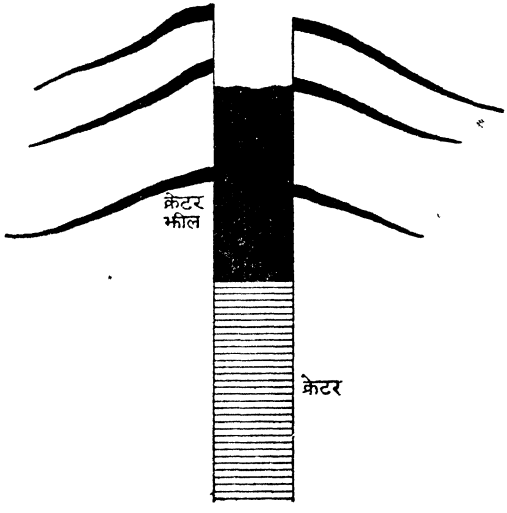
(३) पृथ्वी के अन्दर सूराख हैं। समुद्र का जल इन सूराखों के जरिये पृथ्वी के अन्दर दूर तक चला जाता है और वहाँ विशेष ताप के कारण वाष्प में परिणत हो जाता है। यह वाष्प बाहर निकलने के लिये वेग से इधर-उधर घूमने लगता है जिससे भूकम्प होने लगता है।

(४) ज्वालामुखी से जब लावा, धुआँ आदि बड़े वेग से निकलने लगते हैं तब इसके कारण स्थानीय भूकम्प होता है।

जापान तथा इटली में भूकम्प अधिक हुआ करते हैं। बिहार का सन् १९३४ का भूकम्प बड़ा ही भयानक था जिसके कारण मुँगेर तथा बिहार के

अन्य जिलों में महान् क्षति हुई थी। भूकम्प से धन-जन की काफी क्षति होती है। भूकम्प से बचने के लिए ही जापान में अधिक मकान लकड़ी के बने होते हैं।

भूकम्प से लाभ—भूकम्प से हानि होती है। लेकिन हानि के अलावा कुछ लाभ भी होते हैं। कभी-कभी जमीन के फटने से नीचे की मिट्टी ऊपर चली आती है जिससे मिट्टी की प्रकृति (Nature of soil) बदल जाती है। इससे जमीन की उपज बढ़ जाती है। कभी-कभी नदियों का तल ऊपर उठ जाता है जिससे उनकी गहराई घट जाती है और नदियाँ सिचाई के काम के लिए अधिक उपयुक्त हो जाती हैं। भूकम्प के कारण बहुत से खनिज पदार्थ जमीन के निकट चले आते हैं जिन्हें हम आसानी से खानों से खोदकर निकाल सकते हैं। इस तरह भूकम्प हमें अमूल्य धन देते है। भूकम्प ज्वालामुखी पहाड़ों के क्षेत्र में अधिक होते हैं। पृथ्वी का तरल पदार्थ जब ज्वालामुखी के मुँह से निकलने लगता है उस समय इसमें कम्पन होता है। ज्वालामुखी के मुँह को विवर या क्रेटर (Crater) कहते हैं। क्रेटर से लावा, राख आदि चीजें बाहर निकलती हैं। क्रेटर के आसपास की भूमि ऊँची हो जाती है। कालान्तर में



चित्र ४ ज्वालामुखी का मुँह

क्रेटर से राख तथा लावा निकलना बन्द हो जाता है और ज्वालामुखी भर जाता है। इसका मुँह नीचे से बन्द हो जाता है। अब क्रेटर ऊँची जगहों में

एक गड्ढा-सा रह जाता है। वर्षा का पानी उसमें भर जाता है जिससे झील का निर्माण होता है। इस तरह की झील को ज्वालामुखी झील या क्रेटर झील (Crater lake) कहते हैं। दक्षिणी अमेरिका के बोलविया में टीटीकाका, टर्की में बान तथा फारस में उरुमियाँ की झीलें इसका उदाहरण हैं।

सिस्मोग्राफ (Seismograph) :—यह एक प्रकार का यन्त्र है जिससे भूकम्प का अनुभव करते हैं। दुनिया के किसी कोने में भूकम्प क्यों न हो इसका पता इस सूक्ष्म यन्त्र द्वारा चल जाता है। भूकम्प की रेखा भारतवर्ष में भी है। यह रेखा हिमालय प्रदेश से होकर जाती है।

पृथ्वी के गर्भ में वह स्थान जहाँ हलचल पैदा होती है, भूकम्प का केन्द्र (Centre) कहलाता है। उसके ठीक ऊपर पृथ्वी की सतह का स्थान भूकम्प का उपकेन्द्र (Epicentre) कहलाता है। उपकेन्द्र पर कम्पन नीचे-ऊपर (up and down) होता है इसलिए यहाँ चीजें कम टूटती हैं तथा क्षति कम होती है। उपकेन्द्र के बाद कम्पन की गति इधर-उधर (To and fro) होती है। इसलिए उपकेन्द्र के बादवाले क्षेत्र में क्षति अधिक होती है। उपकेन्द्र से जैसे-जैसे दूर जाते हैं भूकम्प का धक्का कम होता जाता है। भूकम्प से सबसे अधिक क्षति उपकेन्द्र के पासवाले इलाकों में होती है। उपकेन्द्र तथा उपकेन्द्र से दूर के इलाकों में भूकम्प से बहुत कम क्षति होती है।

१६३४ ई० में जो बिहार में भूकम्प हुआ था उसका एपीसेन्टर (Epicentre) मोतिहारी और काठमांडू बताया जाता है।

भूकम्प से बचने की सावधानी—(Precautions against Earth quakes)—इससे बचने के लिए निम्नलिखित सावधानियाँ बरती जायँ—

(१) मकान कई मंजिलों (stroreys) की नहीं बनायें। कई भूकम्पवाले देशों में तो लकड़ी या कूट का मकान बनाते हैं।

(२) आधा कच्चा तथा आधा पक्का मकान कभी नहीं बनाना चाहिए। पूरा मकान पत्थर या ईंटों से बना हो ताकि एक ही सतह पर हिलडुल सके।

(३) मकानों में खिड़कियाँ काफी हों और मकान बिल्कुल कच्ची मिट्टी का हो।

रूप में अपना सकें। संचकों में शाकाणु, फफूँदी, प्रजीव, नीमेटोड तथा केचुआ के तरह के कुछ जीव हैं। ये मिट्टी के माइक्रोफ्लोरा (Microflora) कहलाते हैं। मिट्टी की उर्वरता को बनाये रखने में संचकों का बड़ा हाथ है।

(४) जल मिट्टी का आवश्यक उपकरण है। पौधे इसी जल के घोल में मिट्टी के लवणों का शोषण करते हैं। यह मिट्टी के कणों के चारों ओर पतले आवरण के रूप में रहता है। इस जल को कैशाल जल (Capillary water) कहते हैं। ये जल मिट्टी के अन्दर कैशाल प्रणाली (Capillary system) का निर्माण करते हैं। कैशाल बल के कारण मिट्टी इस जल को धारण कर सकती हैं।

(५) **वायु** (Air) :—मिट्टी के कणों के बीच में वायु रहती है। इसी वायु से पौधे अपना श्वसन करते हैं। दो कणों के बीच के स्थान को वायु-स्थान (Air space) कहते हैं। अच्छी मिट्टी में वायु-स्थान रहना जरूरी है।

मिट्टी का जल—किसी जगह को खोदकर थोड़ी मिट्टी लें और उसे तौलें। फिर उस मिट्टी को सुखाकर तौलें तो पता चलेगा कि उसका वजन घट गया। वजन में अन्तर इसलिये पड़ता है कि मिट्टी का जल गर्मी पाकर वाष्प बनकर उड़ गया। वास्तव में पौधों के उगने के लिए मिट्टी में जल का रहना आवश्यक है। पौधों का शरीर ६५-८५ प्रतिशत जल से ही बना होता है। इस जल का मांडार पृथ्वी ही है। इसी जल में मिट्टी के खनिज लवण घुलकर जड़ों द्वारा पौधों के शरीर में प्रवेश करते हैं। इसी जल की उपस्थिति में ही जीवांश सड़कर मिट्टी का ह्यूमस बनाते हैं।

मिट्टी में तीन प्रकार के जल पाये जाते हैं :—

(क) अतिरिक्त जल (Excess water),

(ख) केशाल जल (Capillary water),

(ग) क्लेदन जल (Hygroscopic water)

किसी कपड़े में थोड़ी गीली मिट्टी लेकर उसे झोली बनाकर टाँग दें। देखेंगे कि जल बूँद के रूप में धीरे-धीरे टपककर गिर रहा है। इस टपकते जल को अतिरिक्त जल कहते हैं। कुछ देर के बाद जल का टपकना बन्द हो जायगा लेकिन मिट्टी गीली ही रहेगी। जल मिट्टी के कणों के बीच चिपका रह जायगा। मिट्टी के ऐसे जल को कैशाल जल कहते हैं। मामूली सूखी

अप्रांगारिक पदार्थों (Inorganic Substances) को नाइट्रेट, सल्फेट या फॉस्फेट की खादों से पूरा करते हैं।

मिट्टी के निर्माण में पौधों की जड़ों का भी हाथ होता है। पत्थरों या चट्टानों पर पहले लाईकेन (Lichens) तथा मौस के पौधे उगते हैं। इनकी जड़ों से कार्बोनिक अम्ल पैदा होता है जो चट्टानों को अपनी रासायनिक प्रतिक्रिया से गलाते हैं। पहले मिट्टी एक कागज की तरह पतला तहों के रूप में पैदा होती है; धीरे-धीरे इसकी मोटाई बढ़ती जाती है। पौधों की जड़ें मिट्टी के भीतर जाकर भी चट्टानों को खुरचती हैं और उनसे मिट्टी का निर्माण करती हैं।

चासवाली मिट्टी, उपमिट्टी तथा तलीय चट्टान (Soil, Sub-soil and bed-rock)—मिट्टी की बनावट को समझने के लिए किसी खान, रेलवे कटिंग या खुदते हुए कुएँ को देखें।

खानों में आपने देखा होगा कि सबसे नीचे बड़ी-बड़ी चट्टानें होती हैं। इनके ऊपर क्रमशः छोटे पत्थर तथा कणीय मिट्टी (granular soil) मिलते हैं। आपने कुआँ खुदते हुए अवश्य देखा होगा। नीचे की मिट्टी ऊपर की मिट्टी से भिन्न होती है। ऊपर की कणीय मिट्टी को चासवाली मिट्टी (soil), उसके नीचे की मिट्टी तथा पत्थर के टुकड़ों से निर्मित उपमिट्टी तथा उसके नीचे तलीय चट्टानें (Bed rocks) होती हैं। चासवाली मिट्टी की तह ५-६ इञ्च गहरी होती है। फसलों की उपज के लिए चासवाली मिट्टी बहुत आवश्यक होती है। कुछ फसलों के पौधों की जड़ें उपमिट्टी से भी पोषक तत्वों (Nutrient matirials) को लेती हैं। मिट्टी की वह सतह जिसके नीचे पौधों की जड़ें नहीं जा सकतीं, तलीय चट्टान (Bed-rocks) कहलाती है।

मिट्टी की बनावट—सभी प्रकार की मिट्टियों में रंग, रूप, गुण तथा बनावट की दृष्टि से कुछ न कुछ अन्तर होता है। पर निम्नलिखित पदार्थ सबमें पाये जाते हैं—

(१) मिट्टी के छोटे-बड़े कण जो चट्टानों के टूटने से बने हैं। ये मिट्टी के अजैव पदार्थ हैं।

(२) जैव पदार्थ या ह्यूमस (Humus)—यह पौधों की जड़ों, सड़ी-गली पत्तियों तथा मरे जानवरों के गलने से बनता है।

(३) कुछ संचक (Moulds) जो पृथ्वी पर पड़ी घास-फूस तथा जीवांशों (Deberis) को ऐसे पदार्थों में बदल देते हैं जिसे पौधे अपने पोषक पदार्थों के

संक्षिप्त वर्णन—

(१) पृथ्वी के अध्ययन से सम्बन्धित विज्ञान को भूगर्भ विज्ञान कहते हैं। इस विज्ञान की मुख्य शाखाओं में पेट्रोलौजी, प्राकृतिक भूगर्भ विज्ञान (Physical Geology), आर्थिक भूगर्भ विज्ञान तथा पैलिओन्टोलोजी (Palaeontology) है।

(२) पृथ्वी की उत्पत्ति के कई सिद्धान्त हैं जिनमें दो मुख्य है—

(अ) डॉक्टर जीम्स के मतानुसार सूर्य तथा सभी ग्रहों की उत्पत्ति एक ही गैसीय और ज्वलन्त गोले से हुई। ताप के विकिरण के कारण यह गैसीय गोला धीरे-धीरे ठंढा हुआ। फिर इसका आकार परवल जैसा हो गया। बीच वाले चौड़े भाग से सूर्य की उत्पत्ति हुई तथा किनारे वाले पतले भागों से ग्रहों की पैदाइश हुई। उसी प्रकार इन ग्रहों से फिर उपग्रहों की उत्पत्ति हुई।

(ब) नीहारिकावाद के अनुसार पृथ्वी तथा अन्य ग्रहों की उत्पत्ति एक नीहारिका से हुई। यह नीहारिका एक जलती हुई आग का गोला थी। धीरे-धीरे ठंढी हुई। इसका ऊपरी भाग एक वलय के रूप में आया और तीव्र गति के कारण गैसीय भाग से अलग हो गया। यह क्रिया जारी रही और प्रत्येक वलय से एक ग्रह बनता गया।

(३) पृथ्वी के चारों ओर दो सौ मील ऊँचा वायु का एक वेष्ठन है जिसे वायुमंडल (Atmosphere) कहते हैं। चालीस मील की गहराई तक के पृथ्वी के ऊपरी भाग को स्थल मंडल (Lithosphere) कहते हैं। भू-पटल का जलमय भाग जलमंडल (Hydrosphere) है। भूपटल के नीचे गुरुमंडल (Barysphere) तथा केन्द्रमंडल (Centrosphere) है। गुरुमंडल तथा केन्द्रमंडल को कठोर-मंडल भी कहते है।

(४) स्थल मंडल चट्टानों (Rocks) से बना होता है। उन सभी पदार्थों को जिनसे पृथ्वी बनी है चट्टान कहते हैं।

(५) चट्टानें तहदार (Sedimentary), आग्नेय (Igneous) तथा परिवर्तित (Metamorphic) तीन प्रकार की होती हैं।

(६) ठोस कणों के पानी के अन्दर जम जाने से तहदार या परतदार चट्टानें बनती हैं।

(७) आग्नेय चट्टानें पिघले हुए पदार्थों के जम जाने के कारण बनती हैं। पातालीय, डाईक तथा ज्वालामुखी चट्टानें इनकी अलग-अलग किस्में हैं।

(८) अधिक ताप तथा दबाव के प्रभाव से आग्नेय तथा तहदार चट्टानें रूपान्तरित होकर परिवर्तित (Metamorphic) चट्टानें बनाती हैं।

(९) पृथ्वी में कुछ भीतरी परिवर्त्तनों के कारण भूमि में कम्पन होता है जिसे भूकम्प कहते हैं।

(१०) **भूकम्प के चार कारण हैं :**—(अ) राख और लावा निकलने से ज्वालामुखी के पास पृथ्वी की अंतराल खोखली हो जाती है और ऊपरी चट्टानें नीचे बैठती हैं। (ब) पृथ्वी के गर्भ में परिवर्तन के कारण चट्टानें इसके भीतर एक जगह से दूसरी जगह फेंका जाती हैं जिसके धक्के से भूकम्प होता है। (स) पृथ्वी के भीतर की भाप या अन्य गैस बाहर निकलने की कोशिश करते हैं जिसके फलस्वरूप कम्पन होता है। (द) वेग से लावा-राख ज्वालामुखी से निकलने के कारण भूमि में कम्पन होता है।

(११) पृथ्वी के भीतर हलचल का स्थान भूकम्प का केन्द्र तथा उसके ठीक ऊपर पृथ्वी की सतह का स्थान उपकेन्द्र (Epicentre) कहलाता है।

(१२) उपकेन्द्र तथा उससे बहुत दूरवाले भागों में क्षति कम होती है और उपकेन्द्र के आसपास के क्षेत्रों में सबसे अधिक। विहार के सन् १९३४ के भूकम्प का केन्द्र मोतिहारी और काठमांडू बताया जाता है।

(१३) सिस्मोग्राफ एक यन्त्र है जिससे भूकम्प का अनुभव किया जाता है।

(१४) भूकम्प से लाभ तथा हानि दोनों हो सकती है। भूकम्प से कभी-कभी नदी का तल ऊपर उठ जाता है तथा बहुमूल्य धातु पृथ्वी के अन्तराल में ऊपर उठ जाते हैं।

अभ्यास

१. भूगर्भ विज्ञान क्या है ? इसकी विभिन्न शाखाओं के नाम बतायें।

1. What is Geology ? Name its different branches.

२. पृथ्वी की उत्पत्ति के मुख्य सिद्धान्तों को संक्षेप में लिखें।

2. Write briefly the different theories of origin of the Earth.

३. पृथ्वी की उत्पत्ति के विषय मे डॉक्टर जीम्स का क्या सिद्धान्त है ? समझायें।

3. Briefly point out how does the theory of Dr. Jeams explain the origin of the earth ?

४. नीहारिकावाद के बारे में क्या जानते हैं ? संक्षेप में समझायें।

4. Briefly explain the nebular theory of origin of the earth.

५. पृथ्वी के विभिन्न मंडलों के नाम तथा उनकी विशेषताएँ बताएँ।

5. Name the different spheres of earth and point out their special features.

६. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें—
स्थलमंडल, जलमंडल, वायुमंडल, गुरुमंडल तथा केन्द्रमंडल।

6. Write short notes on—Lithospere, Hydrosphere, Atmosphere, Barysphere and Centrosphere.

७. चट्टान क्या हैं ? विभिन्न प्रकार की चट्टानों के नाम बताएँ और उनके निर्माण पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें।

7. What is rock ? Name different typs of rocks and write short notes on the methods of their formation.

८. चट्टान-निर्माण के चक्र से क्या समझते हैं ? स्पष्ट करें।

8. What do you mean by cycle of formation of rocks ? Clarify its meaning.

९. निम्नलिखित पर नोट लिखें :- पातालीय चट्टान, डाईक, नीस, जौहरी की कसौटी, कपासवाली काली मिट्टी, वेसाल्ट, संगमर्मर, क्रेटर, सिस्मोग्राफ तथा एपीसेन्टर।

9. Write short notes on—Plutonic rocks, Dyke rocks, Gneiss, Touch stone, Black Cotton soil, Basalt Marble, Crater, Seismograph and Epicentre.

१०. भूकम्प क्यों होता है ? संक्षेप में समझाएँ। इससे कौन-कौन से लाभ तथा हानियाँ होती हैं ?

10. Briefly explin how is earth quake caused ? What are its advantages and disadvantages ?

दूसरा अध्याय

मिट्टी

(Soil)

मिट्टी क्या है ?—भूतल के मुलायम तथा भुर-भुरे ऊपरी भाग को जिसमें पौधे उग सकते हैं मिट्टी की संज्ञा से बोधित किया जाता है। मिट्टी के निर्माण के कई साधन हैं। काल-क्रम में पृथ्वी की ऊपरी सतह ने हवा, गर्मी, सर्दी, वर्षा तथा अन्य आघातों से टूट-फूटकर मिट्टी का निर्माण किया। मिट्टी के निर्माण में चट्टानों का बहुत बड़ा हाथ है। चट्टानों के टूटने-फूटने में कई प्राकृतिक साधनों का हाथ है।

जमीन की ऊपरी सतह में हमेशा काट-छांट होती रहती है। इस क्रिया को नग्नीकरण या अनाच्छादन (Denudation) कहते हैं। इस काट-छांट में भौतिक तथा रासायनिक दोनों क्रियायों का हाथ है। वायु में वाष्प-कण होते हैं जो चट्टानों को गीला कर देते हैं। वर्षा-ऋतु में जब किसी बर्तन में नमक रख देते हैं तो गलकर गीला हो जाता है तथा लोहे के औजारों में मुर्चा लग जाता है। ये वायुमंडल की रसायनिक क्रिया (Chemical reaction) के उदाहरण हैं। वायु की भौतिक क्रिया के कारण भी चट्टानें टूटती हैं। रासायनिक क्रिया के कारण जो चट्टानों में परिवर्तन होते हैं उन्हें विघटन (Decomposition) तथा भौतिक क्रियायों से जो परिवर्तन होते हैं उन्हें विच्छेदन (Disintegration) कहते हैं। मौसम के कारण चट्टानों में भौतिक तथा रासायनिक क्रियायों द्वारा जो काट-छांट होती है उसे अपक्षय (Weathering) कहते हैं।।

अपक्षय (Weathering) के कारण चट्टान या उसका कोई हिस्सा टूट-फूट अवश्य जाता है, परन्तु वह वहीं पड़ा रहता है। वर्षा, हवा, पानी

वगैरह दूत उसे एक जगह से दूसरी जगह बहा कर ले जाते हैं। इन्हें परिवहन कारक या दूत (Agents of Transport) कहते हैं। वाहन की क्रिया में भी ये चट्टानें आपस के संघर्ष से टूटती हैं। पानी में बहते हुए पत्थर, हवा में उड़ते हुए बालू के कण तथा ग्लेसियर में लुढ़कते हुए चट्टानों के टुकड़े पथ में निकली हुई चट्टानों से टकराते हैं और उन्हें तोड़ देते हैं। इस तरह प्रवाह में जो तोड़-फोड़ होता है उसे विनष्टि-क्रिया (Erosion) कहते हैं। अपक्षय (Weathering) विनष्टि-क्रिया की मददगार है। अपक्षय के कारकों (Agents of weathering) में सूर्य, पवन, वर्षा, पाला (Frost) तथा समुद्र के हल्के (sea-waves) आदि हैं। विनष्टि-क्रिया के कारकों (Agent of erosion) में नदी तथा हिमनदी या ग्लेसियर मुख्य हैं। नदी के पहाड़ी भागों में धारा बहुत तेज होती है। पहाड़ों की ढालों पर वेदरिंग तथा इरोजन के कारण पहाड़ों के टूटे हुए टुकड़े पड़े रहते हैं। ये नदी की धारा के साथ नीचे लुढकते हुए चले जाते हैं। ये नदी के गर्भ और किनारों को काट कर प्रशस्त कर देते हैं। पहाड़ी भाग से उतर कर नदी मैदानी भाग में आती है। यहां ढाल कम रहती है इसलिये नदी की धारा कम तेज रहती है।

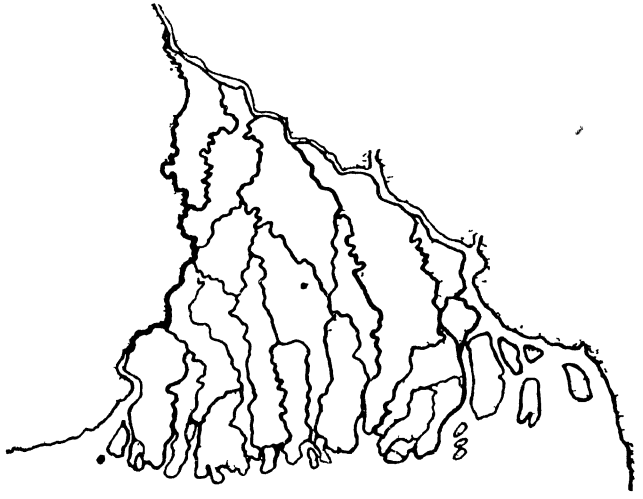


चित्र २—मैदानवाले भाग में नदी की टेढ़ी-मेढ़ी चाल

पत्थर के टुकड़े पेंदे में बैठ जाते हैं और नदी केवल धूल के कणों के साथ आगे बढ़ती है। इस भाग में नदी की चाल टेढ़ी-मेढ़ी होती है। इस चाल को विसर्पी मुड़ाव (Meander) कहते हैं। नदी एक जगह किनारे को काटती और दूसरी जगह जमा करती आगे बढ़ती है। मैदानी भाग में नदी का काम काटना (Erosion) तथा जमा करना (Deposition) दोनों है। डेल्टा भाग में नदी का मुख्य काम जमा करना (Deposition) है।

डेल्टा के भाग में नदी की ढाल कम होती है। इसलिये पानी के बहाव की गति धीमी पड़ जाती है। पानी में घुले हुए बारीक मिट्टी (Fine silt) के कण बड़ी तेजी से जमा होते जाते हैं। नदी की धारा के साथ लाये हुए खर पात, लकड़ी की टहनियाँ आदि जमा होती जाती है जो नदी की गति में रोध पैदा करती हैं। इसलिये मिट्टी तह-पर-तह जमा होती जाती है। कालान्तर में यह

जमाव ग्रीक के अक्षर डेल्टा की भांति त्रिभुजाकार हो जाता है। इस भाग में नदी की धारा कई हिस्सों में बँट जाती है। डेल्टा के निर्माण के लिए दो बातें आवश्यक हैं—एक तो यह कि नदी अपने साथ काफी मिट्टी लाये तथा दूसरी



चित्र ६—नदी का डेल्टा

यह कि समुद्र में इतना ज्वार-भाटा न हो कि नदी द्वारा लाई गई मिट्टी को बहा ले जाय।

भारत की गंगा तथा मिस्र की नील नदी दूर तक मुलायम मिट्टी के मैदान से होकर बहती हैं और अपने साथ काफी बारीक मिट्टी लाती हैं। इसी कारण इन नदियों में डेल्टा का निर्माण होता है।

मिट्टी के निर्माण में चट्टानों के अलावा पेड़-पौधे या मृत जीवों के शेषांश (Debris) का भी बहुत बड़ा हाथ होता है। इन सभी जीवों के शेषांशों के गलाने-पचाने का काम शाकाणु, फफूँदी, कुछ प्रजीव तथा निमेटोड (Nematodes) द्वारा होता है। ये छोटे-छोटे कणों में परिणत होकर चट्टानों द्वारा बने हुए कणों से मिल जाते हैं। जीवों के शेषांश से बनी हुई मिट्टी को ह्यूमस (Humus) कहते हैं। चट्टानों से बनी हुई मिट्टी में खनिज पदार्थ (Mineral Substances) जैसे चूना, क्षार, लोहा आदि होते हैं। पौधों की वृद्धि के लिए ये खनिज पदार्थ आवश्यक होते हैं। इन पदार्थों की कमी हो जाने पर हम

मिट्टी को देखने से जल रहित मालूम होती है। मिट्टी के कणों के बीच कुछ जल ऐसा रह जाता है जो गर्म करने पर भी इससे अलग नहीं होता। इस जल को क्लेदन जल कहते हैं।

मिट्टी जल क्यों पकड़ती है ?

मिट्टी के जल थामने या रोक रखने का सिद्धान्त यह है कि मिट्टी के कणों के बीच इतना कम स्थान रह जाता है कि जल प्रवेश करने पर कैशाल बल (Capillary force) द्वारा प्रभावित हो जाता है। इसी बल द्वारा जल के कण मिट्टी के कणों के बीच रोक या थाम लिए जाते हैं। यह ज्ञातव्य है कि मिट्टी के कणों के बीच जितना ही कम रिक्त स्थान होगा उतना अधिक उसमें जल रोक रखने की क्षमता अधिक होगी। कारण यह है कि रिक्त स्थान जितना ही कम होगा कैशाल बल उतना ही अधिक प्रभावशाली होगा। बलुआही मिट्टी में जल रोक रखने की शक्ति कम है क्योंकि इसके कणों के बीच में काफी रिक्त स्थान होता है। यही वजह है कि यह जल तो ग्रहण करती है लेकिन यह जल जल्द ही गहराई तक चला जाता है। जब मिट्टी में जल की मात्रा कम हो जाती है तब यह मिट्टी के कणों के स्पर्श बिन्दुओं के चारों ओर पतली परत या अंगूठी के रूप में एकत्र हो जाता है। यह क्लेदन जल (Hygroscopic water) कठिन ताप के प्रभाव से भी वाष्पीभूत नहीं होता। यही कारण है कि मिट्टी मे जल कुछ मात्रा में हमेशा वर्त्तमान रहता है।

मिट्टी का वर्गीकरण
(Classification of soils)

मिट्टियों का वर्गीकरण तीन दृष्टिकोणों से किया गया है—व्युत्पत्ति के विचार से, भौतिक गुणों के आधार पर तथा विभिन्न प्रकार को उगायी जानेवाली फसलों के दृष्टिकोण से।

व्युत्पत्ति के विचार से मिट्टी के भेद—इस विचार से मिट्टी के दो भेद हैं—(१) परतदार मिट्टी (Sedimentary soil) तथा (२) स्थानान्तरित मिट्टी (Transported soil)।

परतदार मिट्टी वह है जो चट्टानों के तोड़-फोड़ से बनी है और जिस स्थान पर बनी है उसी स्थान पर मौजूद है। यह परत के रूप में अपने व्युत्पत्ति स्थान पर ही मौजूद रहती है। स्थानान्तरित मिट्टी वह है जो अपने उत्पत्ति

स्थान से नदी वगैरह के जल द्वारा काफी दूर लायी गई है। इस प्रकार की मिट्टी दो प्रकार की हो सकती है—

(क) नदी के बहाव द्वारा लाई गई मिट्टी को एलूवियल मिट्टी (Alluvial soil) कहते हैं। यह मिट्टी फसलों की उपज के लिए बहुत अच्छी मिट्टी है। इसमें खनिज पदार्थों के यौगिक पर्याप्त मात्रा में मौजूद रहते है। जब इसमें चट्टानों के छोटे-छोटे कण मौजूद रहते हैं तो इसे कोलूवियल मिट्टी (Colluvial soil) कहते हैं।

(ख) बाढ़ द्वारा जमी हुई मिट्टी को डिलूवियल मिट्टी (Dilluvial soil) कहते हैं। इसे संचय मिट्टी भी कहते हैं। इस मिट्टी में चमकदार, गोल और चिकने पत्थर के टुकड़े भी पाये जा सकते हैं। यह मिट्टी अनेक प्रकार की चट्टानों से बनी है।

भौतिक गुणों के अनुसार मिट्टी के भेद—मिट्टी तीन प्रकार के भौतिक कणों से बनी होती है। ये **बालू के कण** (Sand grains), **चिकनी मिट्टी के कण** (Clay particles or grains) तथा **सिल्ट के कण** (Silt grains) हैं। बालू के कण सबसे बड़े, चिकनी मिट्टी के सबसे छोटे तथा सिल्ट के कण मझोले आकार के होते है। मिट्टी का निर्माण वास्तव में एक प्रकार के कणों से नहीं होता। भिन्न प्रकार की मिट्टी में तीनों प्रकार के कण विभिन्न अनुपात में मिले होते हैं। इन कणों के अलावा कई पदार्थ कौल्वाडल अवस्था (Colloidal state) में पाये जाते हैं। मिट्टी की उर्वरता के वास्तविक निर्णायक यही कौल्वायड हैं। इसीलिए इन्हें **"मिट्टी का प्ररस"** (Protoplasm of the soil) कहते हैं।

बालू के कणों में उर्वरा शक्ति सबसे कम होती है। इसमें पानी सोखने की शक्ति ज्यादा होती है लेकिन इसे रोकने की शक्ति सबसे कम होती है। चिकनी मिट्टी के कण पानी धीरे-धीरे सोखते हैं, लेकिन रोकने की शक्ति सबसे अधिक होती है। इसमें न्यूनतम हवा समा सकती है। दोनों ही प्रकार के कण कृषि के लिए अनुपयुक्त हैं। कृषि के लिहाज से सिल्ट सबसे अच्छा है। इन कणों के विभिन्न अनुपात के अनुसार मिट्टी चार प्रकार की हो सकती है।

(१) मटियार या क्लेई मिट्टी (Clayee soil)—इसमें ५० प्रतिशत से अधिक चिकनी मिट्टी के कण है। यह मिट्टी भारी होती है।

(२) मटिआर दोरस मिट्टी (Loam)—इसमें ३५ से ५० भाग चिकनी मिट्टी के कण होते है।

(३) बलुआर दोरस (Sandy loam)—इसमें २०-३५% चिकनी मिट्टी के कण होते हैं।

(४) बलुआर (Sandy)—इसमें चिकनी मिट्टी के कण २०% से भी कम होते हैं।

गाँव के अगल-बगल की जमीन को गौतार या गौआड़ आदि कहते हैं। इसमें गोबर, पशु-पक्षी, आदमी वगैरह के मल-मूत्र बहकर जाते हैं। इस जमीन में काफी उर्वरा-शक्ति होती है।

जमीन की उर्वरा-शक्ति (Fertility of soil)—जमीन में फसल उपजाने की शक्ति को उर्वरा-शक्ति (Fertility) कहते हैं। मिट्टी की उर्वरा-शक्ति कई बातों पर निर्भर करती है—

(१) **मिट्टी की भौतिक अवस्था**—आप जान चुके हैं कि बालू सबसे खराब तथा सिल्ट सबसे अच्छी है।

(२) **रासायनिक गुण**—जिस मिट्टी में क्षार अधिक होता है उसे क्षारीय या ऊसर मिट्टी कहते है। उसमें उपज सबसे कम होती है।

(३) **जमीन का संरक्षण** उर्वरता के लिए आवश्यक है।

मिट्टी का संरक्षण या बचाव (Conservation of soil) :—मिट्टी के संरक्षण का अर्थ उसे कटने से बचाना तथा उसकी उर्वरा-शक्ति को बनाये रखना और बढ़ाना है। इसके लिए निम्नलिखित बातें आवश्यक हैं—

(१) कटने से बचाने के लिए पृथ्वी का पोधों से ढँका रहना आवश्यक है। इसीलिए पृथ्वी का घास-फूस तथा पेड़-पौधों से ढँके रहना जरूरी है। पौधों की जड़ें मिट्टी में दूर तक फैल कर मिट्टी के कणो को बाँधे रहती है। इसीलिए वर्षा के जल से मिट्टी दह नही पाती है।

(२) वर्षा या बाढ़ के जल के बहाव को नालियों द्वारा नियन्त्रित करना चाहिए। ऐसा नही करने से बरसात में मिट्टी के बारीक कण वर्षा के पानी के साथ दह जाते हैं और भूमि फसलों के लिए दिनानुदिन क्रमशः कमजोर होती चली जाती है।

(३) समय-समय पर मिट्टी में कार्बनिक पदार्थ गोबर, कम्पोस्ट या हरी खाद के रूप में डालते रहना चाहिए। इससे मिट्टी की पानी सोखने की शक्ति

बढ़ जाती है। फलतः मिट्टी काफी जल अवशोषित कर लेती है। ऐसा नहीं करने से वर्षा का पानी अपने साथ मिट्टी बहा ले जाता है।

(४) हर साल फसल उपजाने के कारण मिट्टी की उर्वरा-शक्ति शनैः-शनैः कम होती जाती है। इसलिए मिट्टी में खनिज लवणों तथा अन्य पोषक तत्वों की कमी होती जाती है। यदि इस कमी को रासायनिक तथा अन्य खादों द्वारा पूरा न किया जाय तो भूमि बंजर हो जायगी। इसलिए समय-समय पर भूमि में खाद डालना जरूरी है।

(५) विभिन्न प्रकार की फसलों के लिए विभिन्न पोषक-तत्वों की अधिक आवश्यकता है। एक ही फसल किसी खेत में सालों-साल उपजायी जाय तो उन पोषक-तत्वों की कमी हो जाती है जिससे फसल दिन-दिन कमजोर होती जाती है। फसलों का आवर्त्तन (Rotation of crops) इसलिए बहुत जरूरी है। इसके बारे में पीछे बताया जा चुका है।

(६) भूमि की जोताई, कोड़ाई, निकौनी तथा उसे चौरस रखना जरूरी है।

(७) जहाँ पर जमीन अधिक ढाल हो वहाँ पौधा अवश्य लगाना चाहिए ताकि जड़ें मिट्टी को कटने से बचायें।

अच्छी मिट्टी के गुण :—अच्छी मिट्टी में बालू तथा चिकनी मिट्टी दोनों के कण इस अनुपात में हों कि उसमें जल सोखने, तथा धारण करने की शक्ति आवश्यक मात्रा में हो। जब पानी मिट्टी में अधिक हो जाता है तब यह कणों के बीच वायु-स्थानों (Air-spaces) को भी भर देता है। अतः पौधों की जड़ों को हवा उचित मात्रा में नहीं मिलती है और पौधे पीले पड़ जाते हैं। आपने देखा होगा कि लगातार वर्षा के कारण फसलें पीली हो जाती हैं। अच्छी मिट्टी को सरन्ध्र (Porous) होना जरूरी है ताकि उसमें हवा और पानी धारण करने की शक्ति बनी रहे। इसके अलावा भूमि में संचकों (Moulds) का होना जरूरी है। ये भूमि को ह्यूमस युक्त बनाने या *Humify* करने में सहायक होते हैं। अच्छी मिट्टी में खनिज लवण तथा ह्यूमस दोनों का होना आवश्यक है। ये सभी गुण मटियार दोरस (Loam) में पाये जाते हैं। इसलिये यह सर्वोत्तम मिट्टी है। इसमें अच्छी मिट्टी के सभी गुण ह्यूमस, हवा तथा शाकाणु आदि समुचित मात्रा मे पाये जाते हैं।

कृषि की दृष्टि से विभिन्न प्रकार की मिट्टियाँ—कृषि की दृष्टि से निम्नलिखित प्रकार की मिट्टियाँ होती हैं—(१) रेतीली मिट्टी (२) बलुआही या

रेती मिट्टी (३) केवाल मिट्टी (४) खिरनी मिट्टी (५) बलुआही खिरनी मिट्टी (६) केवाली-खिरनी मिट्टी (७) कंकड़ीली मिट्टी (८) काली मिट्टी (९) लाल मिट्टी (१०) लेटराइट मिट्टी (११) दाबों की मिट्टियाँ (१२) क्षारीय मिट्टियाँ वगैरह।

(१) **रेतीली मिट्टी**—इसमें बालू का अंश अधिक और चिकनी मिट्टी कम होती है। इस मिट्टी में वे फसलें होती हैं जिनके लिए अधिक उपजाऊ मिट्टी की आवश्यकता नहीं है जैसे—ज्वार-बाजरा, आलू वगैरह।

(२) **बलुआही या रेती मिट्टी**—यह नदी के किनारे पाई जाती है। इसमें बालू के कण महीन होते हैं और चिकनी मिट्टी (Clay) की मात्रा १० प्रतिशत से अधिक नहीं रहती है। इसमें चूना ५% से भी कम या नहीं के बराबर होता है। इस मिट्टी में वायु-स्थान बड़ा होता है जिसके फलस्वरूप कैशाल बल बहुत कम रहता है। यह मिट्टी जल को रोक नहीं सकती पर अधिक जल सोखती है। इस मिट्टी मे लम्बी जड़वाली फसले होती हैं। जैसे कलायी, तील, तरबूज, ककड़ी, फूट वगैरह—इस मिट्टी में अघुलनशील सीलिकेट तथा बालू ९०-९१ प्रतिशत तथा नाईट्रोजन की मात्रा नहीं के बराबर होती है।

(३) **केवाल मिट्टी** (Clayee soil)—इसको जगह-जगह पर मटियार, कादा या कीचड़वाली मिट्टी कहते हैं। यह दोरस मिट्टी है जिसमें अगहनी और चैती दोनों फसलें उपजायी जा सकती हैं। यह मिट्टी भदई की फसल के लिए भी उपयुक्त होती है। इसमें बालू के महीन कण बहुत कम मात्रा में होते हैं। इसमें केशाल बल (Capillary force) बहुत अधिक होता है। इसलिए इसमें पानी काफी दिन तक रहता है। यह काफी उपजाऊ मिट्टी होती है इसकी बनावट नीचे दी जाती है—

(१) अघुलनशील बालू और सीलिकेट	७२·६४ प्रतिशत
(२) लोहा का आक्साइड	७·५८ ,,
(३) अलुमीनियम	९·८९ ,,
(४) मैगनीज ऑक्साइड	०·१४ ,,
(५) चूना	१·०१ ,,
(६) मैगनीज	१·६४ ,,
(७) पोटाश तथा सोडा	०·८२ ,,

(८) फासफोरिक अम्ल	०·०७	,,
(९) कार्बोनिक एसिड	५·९३	,,

इसमें नाईट्रोजन ०·०५१ प्रतिशत है।

(४) **खिरनी मिट्टी** (Loam)—इसे पारू या गुरुमाट भी कहते हैं। इसमें ४० से ७० प्रतिशत तक चिकनी मिट्टी (Clay) के कण पाये जाते है। इस मिट्टी की उर्वरा-शक्ति काफी होती है। इसमे मकई, जौ, चना, अरहर, गेहूँ वगैरह की खेती मुख्यत: होती है। इस मिट्टी का रासायनिक विश्लेषण यों है—

(१) अघुलनशील बालू और सीलिकेट के कण	८४·८४ प्रतिशत
(२) अलुमीनियम	५·३० ,,
(३) लाहे का ऑक्साइड	४·५२ ,,
(४) चूना	०·९१ ,,
(५) मैगनीज	०·५२ ,,
(६) पोटाश	०·१६ ,,
(७) सोडा	०·०३ ,,
(८) फासफोरिक अम्ल	०·७१ ,,
(९) गन्धकाम्ल	नही के बराबर
(१०) कार्बोनिक अम्ल	०·७१ प्रतिशत
(११) कार्बनिक पदार्थ	२·९१ ,,

इसमें नाइट्रोजन की मात्रा ०·०४६ प्रतिशत है।

(५) **बलुआही खिरनी मिट्टी** (Sandy loam)—इसे धूस या धूसर मिट्टी कहते हैं। इसकी रचना बलुआही तथा खिरनी मिट्टी के मिश्रण से होती है। इसमे चूना ५ प्रतिशत से अधिक नहीं होता। इसमें कीचड़ (Clay) की मात्रा २०-३० प्रतिशत तक रहती है। इस भूमि में कैशाल बल (Capillary force) अधिक होता है जिसके कारण पानी बहुत अधिक दिनों तक ठहर सकता है। इस तरह की मिट्टी नदियों के पेट मे या चौर में पायी जाती है। इसमें आलू और गाजर की खेती अच्छी होती है। इसके अलावा गेहूँ, जौ, सरसों, ज्वार और बाजरे की भी खेती होती है। इसकी रासायनिक रचना यों है—

(१) अघुलनशील सीलिकेट और बालू	८८·०८ प्र० श०
(२) अल्युमिनियम	४·३८ ,,
(३) लोहे का आक्साइड	३·१० ,,
(४) कार्बनिक पदार्थ	२·४२ ,,
(५) चूना	०·४७ ,,
(६) मैगनीज	०·३२ ,,
(७) पोटाश	०·६४ ,,
(८) सोडा	०·०६ ,,
(९) फासफोरिक अम्ल	०·०८ ,,
(१०) गंधकाम्ल	०·०५ ,,
(११) कार्बोनिक अम्ल	०·३७ ,,

(६) **केवाली-खिरनी मिट्टी** (Clayee loam)—इस प्रकार की मिट्टी केवाल और खिरनी के मिश्रण से बनती है। इसमें भी कैशाल बल और फलस्वरूप जल धारण करने की शक्ति काफी होती है। इसमें जौ, चना, मटर, ईख, मूँग तथा धान की खेती होती है। बिहार में इस प्रकार की भूमि काफी पाई जाती है। इस मिट्टी की रचना इस प्रकार है—

(१) अघुलनशील सीलिकेट और बालू	८०·९ प्र० श०
(२) कार्बनिक पदार्थ	२२·४ ,,
(३) अल्युमिनियम	६·५ ,,
(४) लोहे का ऑक्साइड	६·१२ ,,
(५) चूना	२·०७ ,,
(६) मैगनीज	१·१७ ,,
(७) पोटाश और सोडा	०·७३ ,,
(८) मैगनीज ऑक्साइड	०·१४ ,,
(९) फासफोरिक अम्ल	०·०८ ,,
(१०) गंधकाम्ल	करीब नही के बराबर
(११) कार्बोनिक अम्ल	०·०५ प्र० श०

इसमें नाइट्रोजन की मात्रा ०·०४१ प्रतिशत होती है।

(७) **कंकड़ीली मिट्टी**—इस मिट्टी में चूना की मात्रा २० प्रतिशत से भी ज्यादा होती है। इसमें छीमीदार फसलें अधिकतर उपजाई जाती हैं।

जैसे—चना, मटर, अरहर, मसूर, बकला, उड़द वगैरह। इसमें नाइट्रोजन ०·१८ प्रतिशत होता है।

(८) **काली मिट्टी** (Black Cotton soil)—इस तरह की मिट्टी मध्य-प्रदेश में अधिकतर पायी जाती है। इसमें चिकनी मिट्टी अधिक और बालू कम रहता है। इसमें खनिज पदार्थों और जीवांशों की अधिकता होती है। यह मिट्टी कपास की खेती के लिए विशेष उपयुक्त है। इसके अतिरिक्त ऐसी मिट्टी मे ऊख और रबी की फसलें उपजाई जाती हैं। इसमें जल धारण करने की क्षमता अधिक होती है। इसका निर्माण लावा से हुआ है। इसलिए इसका रंग कालापन लिए हुए है। सूखने पर यह बहुत कड़ी हो जाती है और इसमें दरारें पड़ जाती है। भींगने पर यह मिट्टी लसीली हो जाती है और इसे जोतना कठिन होता है। इस मिट्टी में चूना और पोटाश काफी होते है लेकिन साधारणतया जीवांशों की कमी रहती है। इस तरह की मिट्टी महाराष्ट्र, गुजरात और बरार में भी पायी जाती है।

(९) **लाल मिट्टी**—इसका लाल रंग लोहे के लवणों के कारण होता है। इसमें लाल दोमट और पीली मिट्टियाँ भी शामिल है। यह विशेष उपजाऊ नही होती लेकिन खाद और सिचाई के प्रबन्ध से इसमे फसलें उगाई जा सकती हैं। इस तरह की मिट्टी बिहार के दक्षिणी भाग, विशेषतः छोटानागपुर के पठार तथा संथाल परगने मे पायी जाती है। बंगाल के वीरभूमि जिले में, उत्तर प्रदेश के झाँसी और मिर्जापुर जिलों में, मध्य प्रदेश के एरावली पहाड़ के अचल में तथा राजस्थान के कुछ हिस्सों में इसी प्रकार की मिट्टी पायी जाती है।

(१०) **लेटराइट मिट्टी** (Laterite soil)—इसका रंग ईंटे के चूर्ण जैसा होता है। इस तरह की मिट्टी बिहार राज्य की राजमहल की पहाड़ियो के हिस्से में, आसाम के कुछ भागों में तथा मध्य प्रदेश में पायी जाती है। इसमें पोटाश और चूने की कमी होती है। ऊँचे पहाड़ो पर यह मिट्टी कंकड़ीली तथा अधिक उपजाऊ नहीं होती है। घाटियों में चिकनी मिट्टी के मेल से यह अधिक उपजाऊ हो जाती है। इसमें धान की खेती अच्छी होती है।

(११) **द्वाबों की मिट्टियाँ**—कृषि के विचार से यह मिट्टी सबसे अच्छी होती है और इसमे सब प्रकार की फसलें उगाई जा सकती हैं। इस तरह की मिट्टी मुख्यतः गगा-सिन्धु की घाटियों, दक्षिण की नदियों के उपकूलों तथा तटीय प्रदेशों में पायी जाती है।

(१२) **क्षारीय मिट्टियाँ**—ऐसी मिट्टियाँ कम वर्षा या अधिक सिंचाईवाले भागों में पायी जाती हैं। सूखने पर इस पर क्षार की उजली परतें दिखाई पड़ती हैं। इस मिट्टी में क्षारीय लवण अपेक्षाकृत अधिक होते हैं।

संक्षिप्त वर्णन—

(१) भूतल के मुलायम तथा भुर-भुरे ऊपरी भाग को मिट्टी कहते हैं। इसकी गहराई साधारणतया ५-६ इंच होती है।

(२) मिट्टी का निर्माण चट्टानों के टूटने तथा जीवांशों के सड़-गल कर खनिज कणों में मिलने से होता है।

(३) चट्टानों की काट-छाँट को नग्नीकरण (Denudation) कहते हैं। नग्नीकरण में भौतिक तथा रासायनिक दोनो क्रियाओं का हाथ है। चट्टानों के रासायनिक परिवर्त्तन को विघटन (Decomposition) तथा भौतिक परिवर्त्तन को विच्छेदन (Disintegration) कहते हैं। दोनों क्रियाओं से हुई काट-छाँट को अपक्षय (Weathering) कहते हैं।

(४) वर्षा, हवा, पानी वगैरह टूटी-फूटी चट्टान के कणों को एक जगह से दूसरी जगह ले जाते हैं। अतः इन्हें परिवहन दूत (Agents of Transport) कहते हैं।

(५) अपक्षय के करकों में सूर्य, पवन, वर्षा, पाला तथा समुद्र के हल्के आदि हैं।

(६) परिवहन के दूतों में नदी का मुख्य स्थान है। यह पहाड़ से पत्थर के टुकड़ों को लुढ़काती और तोड़ती हुई लाती है तथा अपने मैदानी भाग के किनारों पर जमा कर देती है। यह डेल्टा का भी निर्माण करती है।

(७) भूपटल के भुर भुरे ऊपरी भाग को चासवाली मिट्टी (Soil) कहते हैं। उसके नीचे मिट्टी तथा पत्थर के टुकड़ों से निर्मित उपमिट्टी (Subsoil) और उसके नीचे तलीय चट्टानें (Bed rocks) होती हैं।

चास वाली मिट्टी ५-६ इंच गहरी होती है। यह फसलों की उपज के लिए आवश्यक है। फसलों की जड़ें उपमिट्टी के नीचे नहीं जा सकतीं।

(८) मिट्टी के निर्माण में चट्टानों के टूटे हुए कण, जैव पदार्थ या ह्यूमस, संचक (Moulds), जल और वायु मुख्य अवयव हैं।

(९) मिट्टी में तीन प्रकार के जल पाये जाते हैं जिन्हें अतिरिक्त जल, कैशाल जल और क्लेदन जल कहते हैं। पौधों के लिए कैशाल और क्लेदन जल बहुत ही आवश्यक है।

(१०) मिट्टी कैशाल बल (Capillary force) द्वारा जल को धारण कर सकती है। मिट्टी के कणों में रिक्त स्थान जितना ही कम होगा कैशाल बल उतना ही अधिक प्रभावशाली होगा।

(११) व्युत्पत्ति के विचार से मिट्टी **परतदार** या **स्थानान्तरित** हो सकती है। मिट्टी जिस स्थान पर बने वहीं पर मौजूद रहे तो उसे परतदार कहते है। स्थानान्तरित मिट्टी वह है जो अपने उत्पत्ति स्थान से नदी आदि द्वारा दूर चली गई हो। नदियों द्वारा स्थानान्तरित मिट्टी को अलुवियल मिट्टी (Alluvial soil) कहते हैं।

(१२) भौतिक रचना के विचार से मिट्टी बालू (Sand), चिकनी मिट्टी (Clay) तथा सिल्ट (Silt) के कणों से बनी होती है। बालू के कण सबसे बड़े, चिकनी मिट्टी के सबसे छोटे और सिल्ट के मझोले होते हैं।

(१३) मिट्टी का निर्माण एक प्रकार के कणों से नहीं बल्कि तीनों प्रकार के कणों के विभिन्न अनुपात में मिलने से होता है।

(१४) भूमि को फसल उपजाने की शक्ति को उर्वरा-शक्ति (Fertility) कहते हैं। यह मिट्टी को भौतिक अवस्था, रासायनिक गुण और जमीन के संरक्षण द्वारा नियन्त्रित होती है।

(१५) मिट्टी के संरक्षण के लिए जमीन का पौधों से ढका रहना, वर्षा के जल का नियन्त्रण, समय-समय पर खाद डालना, फसलों का आवर्तन, जुताई तथा जमीन का चौरस रखना जरूरी है।

(१६) अच्छी मिट्टी को सरन्ध्र (Porous) होना जरूरी है, उसमें हवा और पानी धारण करने की शक्ति होनी चाहिए तथा संचकों (Moulds) से युक्त होना चाहिए। इन सभी गुणों के विचार से मटिआर दोरस (Loam) सबसे अच्छी मिट्टी है।

(१७) कृषि की दृष्टि से रेतीली, रेती, केवाल, खिरनी, बलुआही-खिरनी, केवाली-खिरनी, कंकड़ीली, काली, लाल, लेटराइट तथा द्वाबों की मिट्टियाँ मुख्य है।

अभ्यास

१. मिट्टी कैसे बनती है ? विभिन्न प्रकार की मिट्टियों का वर्णन करें ।

1. How are soils made ? Describe different types of soil. (S. S. E.'54 'A')

२. मिट्टी कैसे कटती है और इसका बचाव कैसे किया जा सकता है ?

2. How is soil eroded and how is soil Conserved ? (H. S. S. E. '60 'A')

३. भूमि की उर्वरता से आपका क्या तात्पय हैं ? कुछ भूमि को उपजाऊ तथा कुछ को बंजर क्यों कहते हैं ? भूमि की उर्वरता को हम केसे बढ़ा सकते हैं ।

3. Some soil is soid to be fertile and some fallow, what the fesrility of the soil is due to ? How can the fertility of the soil be increased ? (H. S. S. E. '60 'S')

४. अच्छी मिट्टी के लिए कौन-कौन से गुण आवश्यक हैं ? किस प्रकार की मिट्टी को आप सबसे अच्छा समझते हैं और क्यों ?

4. What are the specialities of a good soil ? What type of soil do you consider to be best and why ?

५. अच्छी मिट्टी में जल और वायु का होना क्यों आवश्यक है ? मिट्टी में कितने प्रकार के जल होते हैं और यह जल थामने में कैसे समर्थ होती हैं ?

5. Why are air and water necessary constituents of a good soil ? Describe different types of water in the soil and point out how soil is able to hold water.

६. मिट्टी कितके प्रकार की होती है इसका वर्णन करें और इसके जल धारण करने की शक्ति का उल्लेख करें ? पौधे मिट्टी से जल कैसे ग्रहण करते हैं ।

6. Describe the different types of soil and mention their water bearing capacity ? How do plants take water from the soil ? (S. S. E. '56, 'A' '58, 'S' '60 'A')

७ ऊपजाऊ किट्टी का क्या अर्थ है ? उत्तम फसल के लिए यह किस प्रकार उपयोगी है ? समझाकर लिखें ।

7. What is a fertile soil ? Explain how it helps in yeilding a rich harvest ? (S. S. E. '56 'A')

८. धान की उपज के लिए आप कैसी मिट्टी को सर्वश्रेष्ठ समझते हैं, उसका वर्णन करें ? धान की अच्छी फसल के लिए अन्य क्या-क्या पदार्थ आवश्यक हैं ?

8. Describe the soil which you consider best for the cultivation of paddy ? What are the other things required for a good harvest of paddy ? (S. S. E '55 'A')

(Hints)

(A) Laterite soil is the best for the cultivation of paddy. (B) Other things required are good and healthy seeds, proper manuring, ploughing and removal of weeds and suitable method of plantation.

९. मिट्टी का वर्गीकरण किन-किन दृष्टिकोणों से किया गया है ? इन दृष्टिकोणों का संक्षेप में उल्लेख करें ।

9. What are the different points of view of classification of soil ? Make a brief mention of them.

१०. कृषि की दृष्टि से मिट्टियाँ कितने प्रकार की हो सकती हैं ? इनका संक्षेप में उल्लेख करें ।

10. What are the different types of soil from the point of veiw of crops ? Make a brief mention of them.

११. भौतिक गुणों के अनुसार मिट्टी के कितने भेद हैं, इनमें आप सबसे अच्छा किनको समझते हैं और क्यों ?

11. What are the different types of soil from the point of view of its physical structure ? Which of them you consider the best and why ?

१२. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें :—

(१) मिट्टी, उपमिट्टी और तलीय चट्टान । (२) जैव पदार्थ या ह्यूमस । (३) कृषि में संचकों की उपादेयता । (४) कैशाल और क्लेदन जल । (५) मिट्टी का प्ररस । (६) वायु-स्थान ।

12. Write short notes on the following :—

(1) Soil, Sub-soil and Bed-rock. (2) Humus. (3) Utility of moulds for crops. (4) Capillary and hygrosclopic water. (5) Protoplasm of the soil. (6) Air space.

भूगर्भ-विज्ञान

(GEOLOGY)

हिन्दी-अँगरेजी शब्दावली

(Glossary of Hindi-English Words)

A

Agents of transport—परिवहन कारक

Air-space—वायु-स्थान

Alluvial—एलुवियल

Atmosphere—वायुमंडल

B

Barysphere—गुरुमंडल

Bed rocks—तलीय चट्टानें

C

Capillary force—केशाल बल

Capillary water—केशाल जल

Centre—केन्द्र

Centrosphere—केन्द्रमंडल

Clay—चिकनी मिट्टी, कीचड़, केवाल

Crater—ज्वालामुखी का मुख या विवर

Crater-lake—ज्वालामुखी झील

Clayee soil—केवाल मिट्टी

D

Decomposition—विघटन

Delta—डेल्टा

Denudation—नग्नीकरण

Deposition—जमाव

Dilluvial—डाइलुवियल

Disintegration—विच्छेदन

E

Earth's crust—भू-पटल

Earth quake—भूकम्प

Economic Geology—आर्थिक भूगर्भ विज्ञान

Epicentre—एपीसेन्टर, उपकेन्द्र

Erosion—कटाव, विनष्टि क्रिया

Excess water—अतिरिक्त जल

G

Geology—भूगर्भ विज्ञान

H

Humus—ह्यूमस

Hydrosphere—जल मंडल

Hygroscopic water—क्लेदन जल

I

Igneous rock—आग्नेय चट्टान

Igneous metamorphic rock—आग्नेय परिवर्त्तित चट्टान

L

Laterite—लेटराइट

Lithosphere—स्थलमंडल

Loam—खिरनी मिट्टी

M

Marble—संगममंर

Metamorphic rock—परिवर्त्तित चट्टान

Meander—मुड़ाव

Mining—खनिज विज्ञान

Minerals—खनिज पदार्थ

N

Nebular theory—नीहारिका वाद

P

Petrology—पेट्रोलोजी

Planet—ग्रह

Plutonic rock—पातालीय चट्टान

Q

Quartz—बिल्लौर

R

Rocks—चट्टानें

Rings—छल्ले

S

Sand—बालू

Sandy loam—बलुआरी खिरनी

Satellite—उपग्रह

Sedimentary rocks—परतदार या तहदार चट्टानें

Sedimentary metamorphic rocks—परतदार परिवर्त्तित चट्टानें

Soil—मिट्टी

Sub-soil—उपमिट्टी

Silt—सिल्ट

T

Transported soil—स्थानान्तरित मिट्टी

V

Volcano—ज्वालामुखी

Volcanic rock—ज्वालामुखी चट्टान

W

Weathering—अपक्षय