UNIVERSAL LIBRARY
OU_196277
UNIVERSAL LIBRARY

OSMANIA UNIVERSITY LIBRARY

Call No. M530.1/B57S Accession No. M4280

Author भारद्वाज

Title सापेक्षवाद दर्शन.

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

२९.5.58

21 OCT 1970

15 MAR 1977

अभिनवसाहित्यमाला—ग्रंथ २ रा

आइन्स्टाइन्‌प्रणीत

सापेक्षदर्शन

(शास्त्रीय व तत्त्वज्ञानात्मक)

भारद्वाज

पुणें, वैशाख शुद्ध ३, शाके १८५८

शाके १८५८] मूल्य रु. २ [सन १९३६

प्रकाशक:—गो. श्री. भालेराव, भालेराव आणि बंधु,
भारद्वाजाश्रम, सदाशिव पेठ, पुणें शहर.
हल्लीं मुक्काम:—नडियाद, गुजराथ.

Checked 1965

(सर्व हक्क प्रकाशकांनीं राखून ठेवले आहेत.)

Checked 1969

मुद्रक:—सदाशिव रामचंद्र सरदेसाई,
बी.ए., एल्‌एल्‌.बी.,
'समर्थ भारत' छापखाना,
९४७ सदाशिव पेठ, पुणें नं. २.

ॐ

जगदातीत

असतांच

जगद्रूपानें प्रतीत होणाऱ्या जगदीश्वराची

स्वबुध्यनुसार

शास्त्रीयसंशोधनद्वारां सेवा करीत असलेल्या

सर्व

शास्त्राभ्यासकांना

आणि

क्रियावान् तत्त्वज्ञांना

हा ग्रंथ

नम्रभावानें

अर्पण

असो.

॥ आदौ संघोस्ततो व्यक्तिः ॥

अभिनवसाहित्यमाला-परिचय

आज सुमारें तीन वर्षांपूर्वी शके १८५५ सालच्या वर्षप्रतिपदेच्या सुमुहूर्तावर "श्रीमद्भगवद्गीतेचें रचनान्तर" या ग्रंथाच्या प्रसिद्धीकरणाबरोबर अभिनव-साहित्यमालेचा जन्म झाला. त्यानंतर या मालेंत निरनिराळ्या विषयांवर १६ निबंध पत्रक(Tract)रूपानें प्रसिद्ध झाले असून त्यानंतर या मालें-तील "सापेक्षदर्शन" हा दुसरा ग्रंथ प्रसिद्ध करण्याची सुसंधि आज लाभत आहे.

"आज महाराष्ट्रांत विद्वान् संपादकांच्या नेतृत्वाखालीं अनेक ग्रंथमाला यशस्वी रीतीनें चालू असतां ही एक स्वतंत्र ग्रंथमाला या लेखकानें कां काढली असावी ?" याचा थोडा खुलासा येथें केला पाहिजे. ही ग्रंथमाला सुरू करण्यांत ज्ञानप्रसाराबरोबरच एका विशिष्ट प्रकारचें ज्ञान समाजांत प्रसृत करण्याचा प्रस्तुत लेखकाचा उद्देश आहे; आणि तें ज्ञान म्हणजे विषयाच्या अगर विषया-संबंधीं दृष्टिकोणाच्या नाविन्याबरोबरच या अल्पपरिचयाच्या शिरोभागीं "आदौ संघस्ततो व्यक्तिः" हें जें या मालेचें ब्रीदवाक्य दिलेलें आहे त्या ब्रीदाचा प्रसार करणारें तात्त्विक व व्यावहारिक ज्ञान हें होय. आमच्याकडचा पौर्वात्य तत्त्वज्ञानप्रदीप पृथग्जीवात्मवादाच्या काजळीनें इतका अंधुक झाला आहे, पाश्चिमात्य व्यवहारयंत्र व्यक्तिवादाच्या मळानें इतकें तुंबून गेलें आहे, आणि सांप्रत या दोहोंच्याहि संयुक्त परिणामानें आमचे धार्मिक, नैतिक, राजकीय, आर्थिक, सामाजिक, वगैरे सर्व प्रकारचे जीवितव्यवहार नाना प्रकारें इतके अधोगर्तेस नेले जात आहेत कीं, या घातुक प्रवृत्तीचा लवकरच योग्य प्रतिकार होणें अत्यंत इष्ट आहे. या मिथ्या तत्त्वज्ञानाऐवजीं आणि विध्वं-सक व्यवहारज्ञानाऐवजीं समष्टिप्रधान व्यक्तिवादा(Whole before part)च्या तत्त्वज्ञानाचें व तन्मूलक व्यवहाराचें स्वरूप मराठी भाषेमधून तज्ज्ञ साहित्यिकां-पुढें व लोकशिक्षकांपुढें ठेवणें हा या मालेचा मुख्य व वैशिष्ट्यरूप हेतु आहे.

माला सांप्रत वैयक्तिक मालकीची आहे आणि ती आर्थिक दृष्ट्या स्वसंगोपन-क्षम होईपर्यंत तशीच चालविणें जरूर आहे. त्यानंतर मालेचें कांहीं शुद्ध सार्व-जनिक रूपांतर करावयाचा विचार आहे.

भारद्वाज

आइन्स्टाइन्चें अल्प चरित्र.

सांप्रत जगांत अत्यंत विशाल बुद्धिमत्तेच्या आणि तितक्याच उदात्त चारित्र्याच्या ज्या कांहीं दहापांच थोर विभूती निरनिराळ्या जीवित-क्षेत्रांत विद्यमान आहेत त्यांपैकीं डॉ. आल्बर्ट आइन्स्टाइन् या वास्तवशास्त्रज्ञाचें नांव पुष्कळांनीं ऐकिलें असेल. प्रस्तुत पुस्तकांतील प्रतिपाद्य विषय जें सापेक्षदर्शन त्याचा प्रणेता अर्थात् हा आइन्स्टाइन् होय. सापेक्षदर्शन समजण्यास जितकें दुर्बोध आहे तितकेंच या त्या दर्शनाच्या प्रणेत्याचें जीवनचरित्र साधें, सोपें पण आकर्षक आहे व त्याची केवळ स्थूल रूपरेषा पुढें थोडक्यांत दिली आहे.

आइनस्टाइनचा जन्म जर्मनीमधल्या वर्टेंबर्ग परगण्यांतील उल्म नांवाच्या गांवीं १४ मार्च १८७९ मध्यें झाला. त्याचे आईबाप यहुदी (Jew) मतपंथाचे असून ते पुष्कळ दिवस जर्मनींत राहिलेले व सबब जर्मन रहिवाशी गणलेले होते. याचा बाप इंजिनियरचा व्यवसाय करून सामान्यतः बऱ्या स्थितींत कुटुंबपोषण करीत असे.

बाल्यावस्थेंत आइनस्टाइनमध्यें त्याच्या भावी प्रचंड बुद्धिमत्तेचें कांहींहि लक्षण त्याच्या आईबापाला दिसून आलें नाही. बाळाला बोलूं लागण्यास देखील फार वेळ लागला, आणि स्वभाव अगदीं गरीब, लाजाळू असा असे. आपल्या घराभोंवतालची लहानशी बाग आइनस्टाइनला लहानपणीं फार आवडे. त्याचें पहिलें सोळा वर्षांपर्यंतचें वय प्रथम कांहीं खेडेगांवीं व नंतर म्यूनिच येथील शाळे (Gymnasium) मध्यें गेलें. शाळेंतील त्या वेळच्या एकंदर कडक लष्करी शिस्तीमुळें त्याला शाळेंत जाणें खरोखर मनापासून आवडतच नसे. शिवाय, त्या वेळच्या त्याच्या शाळेंतील सहाध्यायांमध्यें त्याची बुद्धिमत्ताहि अगदीं सामान्य दर्जाची—त्याच्या 'दगड्या*' या आडनांवाला साजेशीच होती. पुढें, गणितविषयांत मात्र त्याची बुद्धि चांगली—अगदीं असामान्य—चालूं लागली. परंतु, एकादी परीक्षा पास होण्याकरितां त्या परीक्षेसाठीं नेमलेल्या सर्व विषयांत पास होणें त्या काळीं जर्मनींत जरूर असल्यामुळें तो जर्मन युनिव्हर्सिटीची प्रवेश-परीक्षा पास होऊं शकला नाहीं,

---

* Einstein या जर्मन नांवाचा अर्थ (Ein = one = एक, Stein = stone = दगड) एक दगड असा आहे.

व त्यामुळें तेथील कॉलेजांतील उच्च शिक्षणाचा त्याला फायदा मिळू शकला नाहीं. या सुमारास त्याची महत्त्वाकांक्षा पुढील आयुष्यांत एकाद्या दुय्यम शिक्षणालयांत शिक्षकाची नोकरी पत्करून राहण्यापर्यंतचीच होती. शिवाय, त्याच्या बापाची आर्थिक स्थितिही त्या वेळीं बरींच खालावल्यामुळें त्याला आपला विद्यार्थी बनण्याचा नाद नियंत्रित करून त्याऐवजीं अर्थार्थी व त्याकरतां परीक्षार्थीहि बनणें भाग पडल्यासारखें झालें. या सुमारास तो आपल्या बापाबरोबर इटलींत मिलन शहरीं राहावयास गेला व त्या भोंवतालच्या एपिनाइन पर्वताच्या सौंदर्यनिरीक्षणानें तो उत्कट निसर्गप्रेमी बनला. या ठिकाणीं त्यानें उच्च शिक्षणालयांत प्रवेश करण्याचा दुसरा जोराचा प्रयत्न केला व त्यांत त्याला यश आलें. तो स्वित्झर्लंडमधील झूरिच येथील सर्वशास्त्रीयशिक्षणालया(Polytechnique Institute)ची प्रवेश-परीक्षा पास होऊन तेथें दाखल झाला. येथें त्यानें वास्तवशास्त्राचा विशेष अभ्यास केला, व त्याचप्रमाणें साहित्य व तत्त्वज्ञान या विषयांचें वाचनहि त्यानें येथें चांगलें करून तो झूरिच युनिव्हर्सिटीचा पदवीधर बनला. शिवाय, या पदवीच्या तयारींतील विद्यार्थिदशेंत असतांना त्यानें अत्यंत काटकसरीनें वागून, नातलगांकडून शिक्षणास मिळणाऱ्या आर्थिक मदतींतून पैसे बचावून, त्यानें स्वित्झर्लंडच्या नागरिकत्वाचा हक्क खरेदी केला, व तेव्हां कोठें त्याला बर्ने शहरीं १९०२ मध्यें पेटंटें तपासणाऱ्या सरकारी कामगारा(Technical Expert)ची जागा मिळाली.

आइनस्टाइनचें यापुढील चरित्र, अर्थात्, अत्यंत धडाक्याचें आहे. सापेक्षतेच्या विशिष्ट सिद्धान्ताची प्राणप्रतिष्ठा येथें असतांना त्यानें १९०५ मध्यें केली आणि या सिद्धान्तप्रस्थापनेबद्दल त्याला डॉक्टरची पदवी मिळाली. १९०९ सालीं झूरिच युनिव्हर्सिटीमध्यें प्रोफेसराची जागाहि त्याला शोधीत आली. १९११ सालीं बर्लिन येथील युनिव्हर्सिटी (Prussian Academy of Science) मध्यें वास्तवशास्त्रीय संशोधकाचें पद आइनस्टाइनच्या जर्मन चाहत्यांनीं त्याच्याकरतां स्वतंत्र निर्माण करून त्यावर त्याची योजना केली व याप्रमाणें आइनस्टाइन जर्मनीस परत आला. थोड्याच दिवसांत तो येथील कैसर विल्हेल्म इन्स्टिटयूट फॉर थिओरेटिकल

फिजिक्स (Kaiser Wilhelm Institute for Theoretical Physics) नामक प्रसिद्ध संस्थेचा नेता(Director)हि बनला. १९१७ सालीं त्यानें सापेक्षदर्शनाच्या व्यापक सिद्धान्ताची सिद्धता करून त्या दर्शनाची सर्वव्यापकता सिद्ध केली व तेव्हांपासून तो जगद्विख्यात होऊन बसला आहे.

१९२१ सालीं आइनस्टाइनला त्याच्या वास्तवशास्त्रीय शोधाबद्दल सर्वश्रुत असें नोबेल प्राइझ मिळालें. आणि तें बक्षिस सापेक्षतासिद्धान्ताकरतांहि नव्हे तर, त्याचे या वेळेच्या सुमारास एकापेक्षां एक वरचढ असे एकदोन नव्हे पण एकंदर चार वास्तवशास्त्रीय शोध प्रसिद्ध झालेले होते;आणि या चार शोधांपैकीं कोणताहि एक या एका बक्षिसास पूर्ण पात्र आहे असें बक्षिसकमिटीतील डॉ. मिलिकन् यांचें विधान आहे. शिवाय हें बक्षीस देतांना बक्षिसकमिटीचे अध्यक्ष प्रोफेसर गुल्स्ट्रॅन्डे पुढें दिल्याप्रमाणें लिहितात:—

"The prize is awarded (independently of such value as may ultimately be attached to his theories of relativity and gravity if these are confirmed) for his services to the theory of physics and especially for his discovery of the Law of photo-electric effect."

१९२५ सालीं आइनस्टाइनला इंग्लंडमधील कॉपले पदक (Copley medal) दिलें गेलें व १९२६ सालीं Royal Astronomic Society तर्फे सोनेरी पदक देण्यांत आलें. इंग्लंडमधील प्रमुख शास्त्रज्ञ लॉर्ड·हाल्डेन हा आइनस्टाइनचा फार चाहता आहे व आइनस्टाइननें महायुद्धानंतर जर्मनींतील व इंग्लंडांतील शास्त्रज्ञांना एकत्र करून विचारविनिमय करावयास लावण्याबद्दल फार महत्त्वाची आन्तरराष्ट्रीय कामगिरी केली आहे.

१९३३ मध्यें जर्मनींत नाझी पक्ष बलवत्तर होऊन त्यांनीं कांहींना कांही कुरापती काढून जर्मनींतील ज्यू लोकांना छळण्याचा सपाटा सुरू केल्याचें सर्वांना ठाऊक आहे. या वेळीं आइनस्टाइन अमेरिकेंत व्याख्यानांच्या दौऱ्यावर होता. तो तिकडून परत येत होता. परंतु जर्मनींत नाझी पक्षाकडून होत असलेल्या ज्यू लोकांच्या छळाची हकीगत वाचून त्याचें मन जर्मनीबद्दल इतकें विटलें कीं पुनश्च जर्मनींत पाऊल न टाकण्याचा त्यानें निश्चय केला आहे. तो ब्रुसेल्स् बंदरांत उतरला व प्रथम तो बेल्जियम राष्ट्राचें नागरिकत्व पत्क-

रण्याच्या तयारीत होता; पण पुढें लवकरच फ्रान्सनें गणितशास्त्राच्या अध्यापकाचें एक पद आपल्या युनिव्हर्सिटींत नवीन स्थापन करून तें स्वीकारण्याबद्दल आइनस्टाइनला विनंति केली व ती त्यानें मान्य करून तो कांहीं काळ तेथें होता. सांप्रत मात्र तो अमेरिकेंत जाऊन राहिला आहे व तेथें आपलें संशोधनकार्य अविरतपणें चालवीत आहे.

आइन्स्टाइनचें जीवित अनेक दृष्टींनी परिपूर्ण आहे. त्याची शरीरप्रकृति धडधाकट असून बांधा मजबूत व चेहरा रुबाबदार-भव्य आहे. त्याची पत्नी गृहकार्यदक्ष व प्रेमळ असून त्याला एक अपत्य-कन्या आहे. त्याचा स्वभाव अत्यंत शांत व समाधानी असून लोकैषणेचा त्याला जवळजवळ तिटकारा आहे. क्वचित् उच्च विद्यालयांतील पुढारलेल्या विद्यार्थ्यांना व्याख्यानें देणें हा त्याच्या व्यवसायाचा एक भाग असून दुसरा भाग म्हणजे शान्तपणें हाताखालच्या इतर संशोधकांना दिशा दाखविणें व स्वतःहि संशोधनांत निमग्न असणें हा होय. त्याची शास्त्रीय विचारसरणी अत्यंत उच्च दर्जाची व अत्यंत संश्लिष्ट असून लेखन अगदीं सूत्रात्मक असतें. त्याचा १९०५ सालचा सापेक्षतेच्या मर्यादित सिद्धान्ताचा निबंध अवघ्या तीन पानांचा होता आणि हा सिद्धान्त जगाला समजावून सांगण्याकरितां त्यावर आज जगांत ३७७५ पुस्तकें निरनिराळ्या भाषांत लिहिलीं गेलीं आहेत. गुरुत्वाकर्षण आणि विद्युत् यांच्या मुळाशीं एकच सर्वव्यापी शक्ति आहे, हें गणितशास्त्राधारें सिद्ध करूं पाहणाऱ्या त्याच्या नव्या एकक्षेत्रसिद्धान्ता (Unified-field Theory)चा लेख फक्त सहापानी असून त्यांत सुमारें २० सूत्रें आहेत. या सिद्धान्तांतील 'खरी मख्खी' अगर 'ज्ञानोबाची मेख' आज जगांत दहाबारा शास्त्रज्ञांनाच कळली असेल असेंहि म्हणतात.

केवळ एक पार्थिव घटनेला लागलेली दीर्घकालीन संवय या दृष्टीनें याला तंबाखू ओढण्याचें व्यसन मात्र जबर आहे. उलटपक्षीं संगीताच्या आनंदाचें प्रेमही याच्या ठिकाणीं भरपूर आहे. याला व्हाओलिन फार चांगलें वाजवितां येतो व त्याच्या वादनाचें जर्मनींतील सार्वजनिक गायनोत्सवांत फार कौतुक होतें. त्याला शिल्पकलेचाहि चांगला नाद आहे. निसर्गसौंदर्याचा तो पूर्ण चाहता आहे आणि लहानशा होडींत बसून ती होडी स्वतः पाण्यांत फिरवि-

ण्याचा याला फार नाद आहे. जगांतील युद्धें नाहींशीं होऊन सर्वत्र शांतता नांदावी व शास्त्रीय प्रगति भरपूर होऊन तिचा मानवी जीवित सुखें समृद्ध करण्याकडेच उपयोग व्हावा अशी याची तीव्र इच्छा असून तिच्या सिद्धयर्थ जगांतील इतर सदृश वृत्तीच्या थोर पुरुषांबरोबर त्याचे प्रयत्न चालू आहेत. हा सांप्रत Zeonist पंथाचा अनुयायी असून युरोपांतील त्या पंथाच्या पुरस्कर्त्या संस्थांचा तो एक प्रमुख सभासद आहे. त्याची पूर्ण जीविताची कल्पना त्याच्या पुढील शब्दांत व्यक्त करणें अस्थानीं होणार नाहीं.

"The man who has discovered an idea which allows him to penetrate, to whatever slight degree a little more deeply the eternal areanum of nature, has been granted a favour. If, in addition, he experiences the best help, sympathy and recognition of his time he attains almost more happiness than one man can bear."

ग्रंथकर्त्याचें निवेदन.

विषये कृतवाग्द्वारे गूढेऽस्मिन् पूर्वलेखकैः ॥
मणौ वज्रसमुत्कीर्णे सूत्रस्येवास्ति मे गतिः ॥

आइन्स्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाचें हें पुस्तक सुशिक्षित वाचकांच्या हातीं देतांना त्याचा हा लेखक पूर्वग्रंथप्रसंगीं ज्याप्रमाणें कचरत होता तसाच आतांहि कचरत आहे. कारणें उघड आहेत. पुस्तकाचा विषय अत्यंत रूक्ष, शास्त्रीय, गूढ, गहन व सामान्य वाचकांस अगदीं अपरिचित असा असून त्याचा हा लेखकही त्या विषयाइतकाच अज्ञातही असून तो त्या विषयाचें ज्ञान सुव्यवस्थित संपादन केलेला अगर त्या विषयाचें विवेचन सुलभ करून लिहिण्याची पात्रता मान्य झालेला आहे असें म्हणतां येत नाहीं. लेखन-विषय व लेखक यांचा हा विषम संयोग सापेक्षदर्शनासारख्या गंभीर विषया-बाबत पुनश्च विचित्र होय; व, सबब, लेखनविषय व त्याचा लेखक यांचा एकत्र विचार न करण्याचीच मनोनिग्रही वाचकांना विनंति करणें प्राप्त आहे.

अन्य दृष्टीनें पाहतां हें पुस्तक अगर या विषयावरचें पण यापेक्षां सुलभ विवेचन करणारें उत्कृष्ट पुस्तक वाचकांच्या हातीं पडणें हें प्राप्तकाल आहे. गेल्या शेंदीडशें वर्षांत (ज्ञान) सूर्य पश्चिमेस उगवूं लागला आहे, आणि त्याचीं किरणें इकडे येण्यास उशीर लागणें शक्य असलें तरी प्रकाशाचा प्रचंड वेग लक्ष्यांत घेतां, हा काळ आजवर गेला त्यापेक्षां जास्त जाणें जरूर व इष्ट नव्हे. शिवाय, याबाबत सकृद्दर्शनींच एक गोष्ट खरी कीं, सापेक्षदर्शनासारख्या गूढ विषयाचें आकलन करतां येण्याइतकी ज्यांची बुद्धिमत्ता प्रगल्भ आहे त्यांचें तो विषय इंग्रजी भाषेमधून आकलन करतां येण्यातकें इंग्रजी भाषेवर प्रभुत्व असणेंच शक्य आहे; व इंग्रजी भाषेमध्यें, अर्थातच, या विषयावर पुष्कळच उत्तमोत्तम लिहिलेले ग्रंथ आहेतच. अन्यपक्षीं, ज्यांना इंग्रजी भाषा येत नाहीं त्यांची हें सापेक्षदर्शन जाणण्याची बौद्धिक तयारी नसावी असें मानणें जरी जरूर नसलें तरी मराठी भाषेंत शास्त्रीय ग्रंथांची एकंदर उणीव फारच

असल्यानें, शास्त्रीय विचारसरणीच्या सामान्य पूर्वाभावामुळें, त्यांना हा विषय मराठींतूनहि इतका सुलभ वाटेल कीं काय, हा मोठा विचाराचा प्रश्न आहे. या दृष्टीनें पाहतां, " प्रस्तुत विषय मराठी भाषेंत मांडण्याची युक्तता व उपयुक्तता काय ! " असा प्रश्न कोणी टीकाकारानें उपस्थित केल्यास तो अगदींच अस्थानीं नसेल. आणि, तथापिही, या प्रश्नाला उत्तर मात्र नाहींच असें नव्हे. एक तर, स्वत: आइन्स्टाइनचे या विषयावरचे ग्रंथ फक्त तज्ज्ञांकरतां असल्यानें ते अत्यंत दुर्बोध आहेत. शिवाय, इतर लेखकांनीं लिहिलेलीं इंग्रजी पुस्तकें कांहीं आइन्स्टाइनच्या पुस्तकांइतकींच दुर्बोध, कांहीं फारच गणितबद्ध तर कांहीं अगदींच गणितहीन, कांहीं विशिष्ट हेतूनें या दर्शनाची फक्त एकच बाजू दर्शविणारीं तर अन्य कांहीं या विषयाचा अगदींच वरवर परामर्ष घेणारीं, त्यामुळें खात्री न पटविणारीं व विषय समजावून देण्यास एकंदरींत अपूर्णपात्रच होत असें म्हणावयास हरकत नाहीं. त्यांतूनही क्वचित् कांहीं पुस्तकें पूर्ण निर्दोष असलीं तरी तीं इंग्रजी भाषेमधूनच आहेत ही गोष्ट विसरतां येत नाहीं. याप्रमाणें आधींच विषयाचें दुर्बोधत्व जेथें आहे तेथें माध्यमाचीही अडचण येऊन उभी राहते आणि तज्ज्ञांच्याशिवाय इतरत्र या विषयाचा प्रवेश अशक्य होऊन बसतो—नव्हे येथें बसलेला आहे. पण, ज्ञान म्हणजे तें पूर्णपणें तज्ज्ञांच्या हक्काचें व इतरांना त्याचा गंधही असू नये असें कांहीं नव्हे. या दृष्टीनें आइन्स्टाइनचें सापेक्षदर्शन जगांतील दहापांच शास्त्रज्ञांना नीट कळलें असल्याची सार्वत्रिक मान्यता असतांही त्याच्या सापेक्षदर्शनाचीं जगाच्या निरनिराळ्या भाषांत सुमारें ३८०० पुस्तकें आजवर प्रसिद्ध झालेलीं आहेत. या इतक्या लोकदरास पात्र झालेल्या विषयाचा परिचय करून देणारें एकाद् दुसरें पुस्तक मराठी भाषेंतही असेल तर तें कांहीं फार नव्हे या दृष्टीनें हें पुस्तक लिहिलेलें आहे. त्यांतही या विषयावर हें पुस्तक मराठी भाषेंत अगदींच पहिलें आहे असें म्हणतां येत नाहीं. प्रस्तुत विषयावरच्या आद्यग्रंथाचा मान जबलपूर येथील प्रो. मटंगे यांच्या 'अपेक्षावादा'स आहे आणि १९३२ सालींच लिहिणें पुरें झालेलें हें द्वितीय पुस्तक प्रकाशित रूपांत गुंफलें जाण्यासाठीं ग्रंथमालाकारांच्या सुईदोऱ्याच्या फुरसतीची वाट पाहत सुकून तें अखेर याच मालेमधून डोकावीत आहे.

वाचकांच्या उपरिनिर्दिष्ट अडचणी टाळण्याकरितां लिहिलेल्या या पुस्तकांत वैगुण्य अगदींच नाहीं, अशी प्रस्तुत लेखकाची घमेंड नाहीं; आइन्स्टाइनचें सापेक्षदर्शन जगांतील हाताच्या बोटांवर मोजतां येण्याइतक्याच शास्त्रज्ञांना नीट समजलें आहे असें म्हणतात. प्रस्तुत लेखकाला तें नीट समजलें नाहीं याबद्दल त्यालाहि संशय नाही. पूर्वी एकदां आइन्स्टाइन अमेरिकेस गेला असतां तेथून परत निघतांना त्याला बोटीवर परत पोहोंचविण्यास आलेल्या कांहीं गृहस्थांनीं सापेक्षदर्शन आपणांस थोडक्यांत--तीन मिनिटांत समजावून देण्याबद्दल आइन्स्टाइनला विनविलें असतां त्यानें उत्तर दिल्याचें ऐकतों कीं, "बाबांनो! या गोष्टीला मला तीन मिनिटें तर कसचीं पण तीन वर्षेंही पुरणार नाहींत." अशा स्थितींत प्रस्तुत लेखकानें हें दर्शन वाचकांना समजावून देण्याची आकांक्षा बाळगण्यांत अनौचित्य खास आहे. कंटाळवाणा पाल्हाळ न लावतां विषय सूज्ञ वाचकाला चटकन् समजेल असा थोडक्यांत सांगण्याची व सामान्य वाचकाला कांहींएक ठाऊक नाहीं असें समजून सर्व विषय साद्यंत, सेतिहास सोपपात्तिक, समजावून देण्याची प्रस्तुत लेखकाची दुहेरी आकांक्षा घमेंडीचीच ठरल्यास नवल नाहीं. सबब, केवळ ज्ञानसूर्याचीं प्रस्तुत दर्शनरूप किरणें मराठी तावदानांच्या सभामंडपांत बसलेल्या जिज्ञासूंना अगदींच अलभ्य नसावींत एवढयाच साध्या व अनाढ्य हेतूनें हा प्रयत्न केला आहे व या प्रयत्नाचा उपयोग या दिशेच्या केवळ कुक्कुटरवाइतका ठरला तरी तेवढयानेंही प्रस्तुत लेखकानें स्वतःस कृतकृत्य मानणें हेंच योग्य होय.

केवळ वृत्तपत्रांच्या प्रतिध्वनींतून सापेक्षदर्शनाचें नांव ऐकून त्या विषयावर क्वचित् कांहीं सार्वजनिक वाचनालयांतून सहज मिळणारीं पुस्तकें वाचतांना त्यांतून मनोरंजक व संस्मरणीय वाक्यांचीं टिपणें संग्रहीं ठेवण्याच्या साध्या हेतूपासून सुरुवात होऊन नंतर त्या टिपणांचा एखाद्या मराठी मासिकास देण्याकरितां लिहिलेला निबंध प्रमाणबाह्य वाढल्यानें त्यांतच ठिकठिकाणीं भर घालून हा ग्रंथ बनविला आहे, हें प्रांजलपणें कबूल केलें पाहिजे. मात्र, त्यानंतर या पुस्तकाच्या हस्तलिखितांचें निरीक्षण करण्याची तसदी माझे मित्र श्री. बा. ग. सप्रे, बी. एस्सी., बी. टी., हेडमास्तर, न्यू इंग्लिश स्कूल, नडियाद, श्री. प्रो. एस्. एन्. दातार, एम्. ए., प्रोफेसर ऑफ् फिजिक्स्,

आर्टस् कॉलेज, गुजराथ, श्री. प्रो. एम्. एल् चंद्रात्रेय, प्रो. ऑफ् मॅथे-मॅटिक्स्, इस्मालिया कॉलेज, अंधेरी, व प्रो. गा. रा. परांजपे, एम्. एससी., आय्. इ. एस्., प्रोफेसर ऑफ फिजिक्स, रॉयल् इन्स्टिटयूट् आफ् सायन्स्, यांनीं जी घेतली व ग्रंथांतील अनेक चुका दाखवून त्या दुरुस्त करण्याची मला जी संधि दिली त्याबद्दल त्या सर्वांचा मी फार आभारी आहें. अखेर या ग्रंथाला श्री. काशीनाथ रामचंद्र गुंजीकर, एम्. ए. (कॅन्टब), आय. इ. एस्., प्रोफेसर ऑफ मॅथेमॅटिक्स, रॉयल इन्स्टिटयूट ऑफ सायन्स आणि एल्फिन्स्टन कॉलेज, मुंबई. यांनीं जी प्रस्तावना लिहिली आहे त्याबद्दलही लेखक त्यांचा फार आभारी आहे. अखेर या ग्रंथाला मुद्रित स्वरूपांत प्रकाशित करण्याच्या कामीं 'समर्थ भारत' प्रेसचे व्यवस्थापक माझे मित्र श्री. स. रा. सरदेसाई, बी.ए., एल्.एल्.बी., यांचीहि जी हार्दिक मदत मला मिळाली तीबद्दल त्यांचेही आभार मानून हा ग्रंथ वाचकांच्या हातीं दिला जात आहे.

ग्रंथकर्ता.

प्रस्तावना.

या ग्रंथाला प्रस्तावनेदाखल चार शब्द लिहावे अशी विनंति माझे मित्र प्रोफेसर परांजपे यांनीं थोडे दिवसांपूर्वी केली. खरें पाहिलें तर या ग्रंथकर्त्यांचे सृष्टिज्ञान मासिकांतील शास्त्रीय विषयांवरील अनेक सुंदर लेख ज्यानें वाचले असतील त्याला या पुस्तकाची माझ्यासारख्या तिऱ्हाइतानें शिफारस करण्याची किंवा ग्रंथकर्त्यांचा ओळख करून देण्याची कांहींही जरूर नाहीं. परंतु प्रोफेसरमजकुरांची विनंति अमान्य करणें अयोग्य होईल म्हणून या पुस्तकाचीं कांहीं प्रकरणें वाचून सुचलेले विचार खालीं नमूद केले आहेत.

भारद्वाज यांची गहन विषयावर सुबोध लेख लिहिण्याची ख्याति आहे हें जरी खरें तरी नवीन वाचकाला हा ग्रंथ, निदान पहिल्या वाचनाला तरी, दुर्बोध वाटला तर मला कांहीं विशेष आश्चर्य वाटणार नाही. कारण, हा विषयच इतका कठीण व नाविन्यपूर्ण आहे कीं, साधारणपणें त्यावरचीं निरनिराळ्या लेखकांनीं निरनिराळ्या दृष्टिकोणांनीं लिहिलेलीं चारदोन पुस्तकें चिकित्सक दृष्टीनें वाचून कांहीं दिवस मनन केल्याशिवाय त्याचें स्वारस्य समजणें कठीण आहे. म्हणून वाचकांना मला अशी एक सूचना द्यावयाची आहे कीं, हें पुस्तक सबंध किंवा अर्धवट वाचून झाल्यावर यांत आपल्याला कांहीं गम्य नाहीं म्हणून फेंकून देऊं नये, तर कांहीं दिवसांनीं पुन: त्याचें पारायण करावें. शिवाय इंग्रजी भाषा येत असल्यास निदान एडिंगटन् व रसेल यांचे या विषयावरील सामान्य वाचकांकरितां लिहिलेले ग्रंथ वाचून त्यांवर मनन करावें. साधारणपणें गणितशास्त्राचा उच्च अभ्यास करणाऱ्याला विद्वानांचें असें एक सांगणें आहे कीं, कोणतेंही गणिताचें पुस्तक सुरवातीपासून अखेरपर्यंत व अखेरपासून सुरवातीपर्यंत असें उलटसुलट दोनचारदां वाचल्याशिवाय त्यांतील मर्म समजायला अडचण पडते. हाच नियम याही पुस्तकाला लागू होतो.

भारद्वाजांनीं असल्या क्लिष्ट विषयावर सर्वसामान्य सुबोध परिभाषेच्या अभावींसुद्धां हा ग्रंथ लिहून परकी भाषा न समजणाऱ्या साधारण वाचकाला ऋणी केलें आहे यांत शंका नाहीं. शेवटीं, या विषयाचें एकंदरींत दोषरहित विवेचन करून मराठी भाषेंतील शास्त्रीय वाङ्मयांत लेखकानें मोठी मौल्यवान् भर घातली आहे याबद्दल त्याचें अभिनंदन करून व वाचकवर्ग त्याच्या प्रयत्नाचें चीज करोत अशी इच्छा प्रदर्शित करून ही प्रस्तावना पुरी करतों.

काशीनाथ रामचंद्र गुंजीकर.

विषयानुक्रमणिका

विषय				पृष्ठ
आइनस्टाइनचें अल्पचरित्र		...	...	५–९
ग्रंथकर्त्याचे निवेदन		...	...	१०–१३
प्रस्तावना		...	...	१४
विषयानुक्रमणिका		...	...	१५–१६
शुद्धिपत्र		...	...	१७–१८
प्रकरण १ लें	विषयोपन्यास	...	...	१–१०
,, २ रें	इन्द्रियज्ञानाच्या मर्यादा...		...	१०–१६
,, ३ रें	न्यूटनपर्यंतचें ज्योतिःशास्त्र		...	१६–२३
,, ४ थें	शिष्टप्रणीत यंत्रशास्त्र (Classical Mechanics) (अ) स्थल		...	२३–३०
,, ५ वें	प्रकाशाचें दृश्य	...	...	३०–४४
,, ६ वें	शिष्टप्रणीत यंत्रशास्त्र (आ) काल		...	४४–५८
,, ७ वें	शिष्टप्रणीत यंत्रशास्त्र (इ) गति		...	५९–६५
,, ८ वें	स्थलकालमापनाचीं साधनें		...	६६–७६
,, ९ वें	वस्तु कीं संवर्त	...	...	७७–८१
,, १० वें	दिक्कालचतुष्कपरिमित किंवा दिक्कालाच्या चौकटींतील संवर्त		...	८१–९०
,, ११ वें	संवर्तपार्थक्य किंवा संवर्तांमधील अवकाश			९०–९९
,, १२ वें	स्थलकाल-साधन	...	...	१००–१०६
,, १३ वें	मर्यादित सापेक्षदर्शनाची शास्त्रीय पूर्वतयारी (अ) प्रायोगिक	...	...	१०६–१२०

		विषय	पृष्ठ
प्रकरण	१४ वें	मर्यादित सापेक्षसिद्धान्ताची पूर्वतयारी	
		(आ) तात्त्विकः--स्थल, काल, वस्तु, प्रकाश	
		व गुरुत्वाकर्षण यांचे परस्परसंबंध ...	१२०–१२७
,,	१५ वें	सापेक्षतेचा विशिष्ट अगर मर्यादित सिद्धान्त	१२८–१३३
,,	१६ वें	व्यापक सापेक्षसिद्धान्ताची पूर्वतयारी	
		(अ) मह, ओज व वेगवर्धन ...	१३४–१४६
,,	१७ वें	व्यापक सापेक्षसिद्धान्ताची पूर्वतयारी	
		(आ) युक्लिडीय भूमिति ...	१४७–१५२
,,	१८ वें	सापेक्षतेचा व्यापक अगर सामान्य सिद्धान्त	१५२–१७२
,,	१९ वें	सापेक्षदर्शनाचे पुरावे	१७३–१७८
,,	२० वें	ब्रह्मांडाची आकृति व आकार ...	१७९–१८८
,,	२१ वें	सापेक्षदर्शनाची तात्त्विक बाजू ...	१८९–२००
,,	२२ वें	उपसंहार	२०१–२०८
		Reference Books	२०८
		Reference Papers	२०८
		पुरवणी–(अ) सापेक्षदर्शन व मृत्यूत्तर जीवित	२०९–२१८
		पुरवणी–(आ) पारिभाषिक संज्ञासूचि	२१९–२२१

शुद्धिपत्र

पान	ओळ	अशुद्ध	शुद्ध
१	१	प्रणित	प्रणीत
१	१८	पवित्र अगर	पवित्र आणि
१५	७	Photoseopee	Photoscope
१६	२	तीन यंत्रांशीं	तीन यंत्रें मनुष्यांशीं
,,	१०	त्याचे	त्यांचें
१८	१६	केप्ललर	केप्लर
२०	२७	त्याचे	त्याच
२२	२७	daw	Law
२३	९	वावरणाऱ्या	वाटणाऱ्या
२७	१७	लांब	लंब
२९	७	असा विचार	असा विवाद
३४	४	होतें.	होय.
३६	२४	भिन्नभिन्नकाल विंदूलाच	भिन्नभिन्न कालबिंदू-लाच
३७	२८	शुद्धरूप	स्थिररूप
३८	१२	समीकरणें	कोष्टकें
४९	२२	एवंचगाडी	एवंच गाडी
५०	७	मान्न्य असा	मान्य असा
५१	६	गाडीमागच्या	गाडीच्यामागच्या
८०	२१	भान्य	भव्य
८३	२०	गुणत्वरूप	गुण्यरूप
९७	४	घनरूप	धनरूप
१११	३	भग्नानु	भग्नाणु
१११	६	bond	band

पान	ओळ	अशुद्ध	शुद्ध
११६	२५	पूर्वी एका वेळीं	एका वेळीं
११९	२	१८४७	१९१७
१२४	५	त्याच्या	मनुष्याच्या
१२७	१३	असावें	नसावें
१३५	८	सरळ रेषा	वक्ररेषा
,,	८	वक्ररेषेची	सरळरेषेची
१३९	९	मह	ओज
१४५	२१	गुरुत्वाकर्षणहीन	गुरुत्वाकर्षणयुक्त
१६३	२	नतोन्नात	नतोन्नत
१६८	८	स्पर्शसंबंध	स्पर्शोपरिणाम
१८६	१३	प्राण्याप्रमाणें	पाण्याप्रमाणें
१९०	७	अंतर	नंतर
१९०	१७	पत्रावर	पेन्त्रावर
,,	२५	तांब्याच्या	पितळेच्या
२०४	२३	कालाचेंच	कालाचे पुनश्च
२२५	७	असंख्यशुद्ध	असंख्य

आइनस्टाइनप्रणित सापेक्षदर्शन.

(Einstein's Theory of Relativity)

प्रकरण १ लें.

विषयोपन्यास.

नहि ज्ञानेन सदृशं पवित्रमिह विद्यते

—भ. गी. ४।३८।१५ १*

मनुष्य आणि ज्ञान

मनुष्यप्राणी हा सृष्टींतील प्राणिवर्गांतच मोडत असतांहि त्या वर्गांत त्याचें स्थान फार उच्च आहे. या त्याच्या उच्चतेचें कारण, अर्थात्च, त्याची सूक्ष्मदर्शी व परदर्शी बुद्धिमत्ता होय. या त्याच्या बुद्धिमत्तेविरहित त्याचें स्थान ब-याचशा इतर प्राण्यांच्या खालीं लागणें अगदीं सहज संभवण्याइतका तो इतर पशूंच्या तुलनेंत अन्य अनेक प्रकारें दुर्बल, कमकुवत आहे. परंतु या त्याच्या सर्व दौर्बल्यदोषांवर पांघरूण घालूनहि त्याला इतर सर्व प्राण्यांच्या अग्रस्थानीं बसविण्यास त्याची बुद्धिमत्ता कारणीभूत झालेली आहे. या उच्च दर्जाच्या बुद्धिमत्तेच्या जोरावर मनुष्यप्राणी ज्ञानवैभव संपादन करूं शकतो; आणि या ज्ञानवैभवामुळें तो जसा इतर प्राण्यांना अजिंक्य झालेला आहे (Knowledge is power) तसाच तो इतर पशूंच्या अंगीं असलेल्या अज्ञानजन्य अनेक दोषांपासून मुक्त असून पवित्र अगर स्वतःसहि ओळखण्यास पात्र होत आहे. या प्रकरणाच्या मथळ्यावरील अवतरणांत हाच अर्थ सामान्यतः अभिप्रेत आहे.

---

* श्रीमद्भगवद्गीतेचें रचनान्तर—क्रमांक.

उभ्यानें लुटावयाचें पवित्र ज्ञान

ज्ञान हें सामर्थ्यापेक्षां उच्च असलेल्या पावित्र्याचेंहि साधन असल्याच्या पौर्वात्य कल्पनेच्या यथार्थत्वाचा एक लहानसा पुरावा असा देतां येईल कीं "नाना कलांचें" ज्ञान हें सामर्थ्याचें साधन असल्यामुळें तें ज्यांच्या आटोक्यांत येतें ते तें इतरांना सहसा प्राप्त न होऊं देण्याबद्दल थोडीबहुत तरी खबरदारी घेत असतात. परंतु पावित्र्यप्राप्तीचें ज्ञान हें यथा-शक्य उभ्यानेंच लुटण्याचा सर्वराष्ट्रीय प्रघात आहे. तें कोणीहि दडवून ठेवूं इच्छीत नाहींत. तर, त्याची गर्जना जितकी मुक्त कंठानें करतां येईल तितकी ती केली जाते.

अशा प्रकारच्या ज्या एका ज्ञानकलेचें विवेचन प्रस्तुत ग्रंथांत करावयाचें आहे ती म्हणजे, आइनस्टाइन-नामक शर्मण्यदेशीय वास्तवशास्त्रज्ञ यानें विश्व-घटनेसंबंधीं प्रतिपादिलेलें सापेक्षतेचें दर्शन अगर सापेक्षदर्शन (Einstein's Theory of Relativity of the Universe) हीं होय.

विचारांचें क्रांतिकारकत्व

आइनस्टाइननें आपल्या सापेक्षदर्शनांत ग्रथित केलेले सिद्धांत फारच विचारक्रांतिकारक व आकलन करण्यास कठीण असे आहेत. वास्तव व उच्चतर गणित*या शास्त्रांत प्राविण्य अंगीं असल्याशिवाय आइनस्टाइनच्या सिद्धांतांचें मर्म व महत्त्व नीटसें लक्षांत येणें अगदींच अशक्य नसलें तरी बरेंचसें कठीण आहे. चांगला चिकाटीचा प्रयत्न करून बुद्धीस यथाशक्य ताण दिल्यास मात्र गणिताव्यतिरिक्त आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाचें बुद्धि अद्य-यावत् सुसंस्कृत करण्यास जरूर तें ज्ञान होणें शक्य आहे. शिवायही युक्लिड, गॅलीलिओ, न्यूटन व आइनस्टाइन यांची ही एकावर एक चढती अशी श्रेणी असून आइनस्टाइनच्या या दर्शनाचें यथातथ्य ज्ञान होण्यास त्याच्या पूर्वींच्या या अन्य आचार्यांच्या व त्यांनंतर आइनस्टाइनपर्यंतच्या अनेक अन्य वास्तव-शास्त्रसंशोधकांच्या प्रयोगांची, संशोधनांची व त्यांनीं ढासळून पाडलेल्या त्याचप्रमाणें त्यांनीं प्रस्थापित केलेल्या अनेक कच्च्या-पक्क्या सिद्धांतांची ऐतिहासिक माहिती वाचकांस जरूर आहे.

---

* Particularly Tensor Calculus.

पण ही शास्त्रीय माहिती पुरवितां येणें शक्य आहे. मात्र या विषयाचें परिशीलन करूं इच्छिणाऱ्यांनीं जी स्वतःची तयारी स्वतःच केली पाहिजे ती एक प्रकारची मानसिक तयारी होय. या तयारीचें रहस्य म्हणजे वाचकांनीं आपली बुद्धि पूर्वग्रहनिर्मुक्त केली पाहिजे व विवेचक बुद्धीला पटतील तेच सिद्धान्त मोकळ्या मनानें मान्य करण्याचें त्यांनीं ठरविलें पाहिजे. मग त्या योगानें प्रचलित नाना समजुतींना धक्के बसून त्या उलथ्यापालथ्या होत असल्या तरी हरकत नाहीं. याहिपेक्षां याबाबत थोडें जास्त खोलांत जाऊन असें म्हणणें जरूर आहे कीं, प्रस्तुत प्रचलित असलेल्या ज्या अध्याहारां(Axioms)च्या साह्यानें विचार करावयाची त्यांना संवय लागली असेल ते अध्याहारच बदलणें जरी त्यांना जरूर पडलें तरी ते बदलण्यास त्यांनीं कचरतां कामा नये. आणि त्याहिनंतरची आणखी एक गोष्ट म्हणजे त्यांनीं आपल्या कल्पनाशक्तीला यथेच्छ पंख फुटूं देऊन, नंतर, फक्त बुद्धीच्या नियंत्रणाखालीं त्या शक्तीला वाटेल तितका स्वैर संचार करूं दिला पाहिजे. या संचाराला स्थलकालांची, अतिशयपणाची व प्रसंगविशेषीं असंभाव्यतेचीहि मर्यादा राहूं देणें इष्ट नाही. कल्पनेच्या पंखावर बसून या प्रकारचा स्वैर संचार करणें ही सोपी बाब नव्हे असेंहि वाचकांस प्रत्ययास आल्यावांचून राहणार नाहीं; परंतु त्याशिवाय या विषयांत इष्ट ती प्रगति होऊन या नव-दर्शनाचें स्वारस्य व त्यापासून शक्य असलेल्या ज्ञानानंदाचा अनुभव घेणें फारसें शक्य नाहीं. उलट, ही सर्व यातायात केल्यास सुसंस्कृत बुद्धिमत्ता व विशिष्ट उच्च दर्जाचें विश्वज्ञान यांचा अनुभव वाचकांस मिळून त्यांनीं केलेल्या या सर्व यातायातीचें फल त्यांना मिळणें शक्य आहे.

विषयाचें काठिण्य

मात्र, याबाबत ही गोष्ट नाकारतां यावयाची नाहीं कीं, यांत्रिक साधनांची मदत व नव विचारांचे मनावर आघात कितीहि होत राहिले तरी आइनस्टाइनच्या दर्शनांत उद्दिष्ट असलेल्या प्रकारची विचारक्रान्ति वयोमानानुरूप दृढ होऊन बसलेल्या बुद्धीला तितकीशी शक्य नाहीं. तिची शक्यता बालवयांतच फार असते. सांप्रत सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरत नसून पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते हें नव सत्य तर अल्पवयी शालेय बालांनीं देखील, प्रथम

नकळत कां होईना व केवळ गुरुजनांच्या सांगण्यावरून कां होईना ज्याप्रमाणें आत्मसात् केलें आहे त्याचप्रमाणें आइनस्टाइनचे नवमतसिद्धान्त पुढील एका पिढीच्या अवधीनंतर ते ज्या वेळेस आत्मसात् करूं शकतील त्या वेळेस या पूर्वापार विचारांचा त्यांचा घोटाळा अनायासेंच मिटून हें नवमत-दर्शन त्यांना प्रस्तुत विचाराइतकें सहज व अनन्यसंभाव्य वाटूं लागेल. कारण, मनुष्याच्या विचारशक्तीवरही पूर्वपरंपरेचें बंधन फारच मोठें असतें व स्वतंत्र विचारशक्ति ही फारच विरळा प्रत्ययास येते.

या पूर्वतयारीचा इतका स्पष्ट निर्देश करण्याचें कारण हें कीं, आइनस्टाइनचें हें विश्वनवदर्शन इतकें गहन व दूरगामी आहे की त्याचा केवळ "ओनामा" म्हणून एका विख्यात व लुसलुशित भाषेंत सोपें विवरण करण्याच्या कलेबद्दल नांवाजलेल्या विद्वान् लेखकानें या विषयावर जें एक पुस्तक * लिहिलेलें आहे तेंच २५० पानांपेक्षां जास्त विस्तृत आहे. शिवाय त्यांत गणिताचा भाग शक्य तितका वगळला आहे. आणि जो कांहीं भाग अगदीं अपरिहार्य म्हणून ज्या वाचकांच्या शिक्षणाची अगदीच उपेक्षा झाली नाहीं अशा वाचकांकरतां दिला आहे तोहि सामान्य वाचकांच्या कांहींसा आकलनशक्तीच्या बाहेरचाच आहे असें म्हणावें लागेल. त्यांतही, या दर्शनाचें सामान्य वाचकांच्या समजुतीसाठीं विवरण करूं जातां या दर्शनाची खरी खुबी, मर्म, रहस्य अगर 'ज्ञानोबाची मेख' ज्या भागांत आहे त्या भागाचें विवरण सुबोध करून लिहिणें फारसें शक्य नाहीं असाच अनेक लेखकांचा अनुभव आहे. पण, कसेंहि असलें तरी, विषय गहन म्हणून त्याची उपेक्षा करणें ही तामसी वृत्ति त्याज्य होय म्हणूनच या विषयाचें लेखन व वाचन वाढलें पाहिजे यांत शंका नाहीं.

सूक्ष्मस्पर्शित्व

वास्तविक पाहतां, आइनस्टाइनचें हें दर्शन इतकें सूक्ष्मस्पर्शी आहे कीं त्याचें निरीक्षण चालू असतां वाचकाला आपल्या पायाखालचें पृथ्वीचें कठीणदृषद्-कवच क्रमाक्रमानें विरघळून जात आहे व आपलें स्वतःचें व्यक्तित्व नाहींसें होत असून आपण स्वतः शंतधाच काय पण लक्षधा, असंख्यधा

* *A. B. C. of Relativity* by Bertrand Russel.

विदीर्ण होत आहों असा भास झाल्यास नवल नाहीं. त्याच्या स्थलकालाच्या, वस्तूच्या, शक्तीच्या, कार्यकारणभावाच्या,--थोडक्यांत अखिल विश्वाच्या—घटनेच्या कल्पनांचें प्रस्तुतचें रूप बदलून जाऊन त्याच्या ऐवजीं कांहीं नवीनच स्थिति येऊन आपलें ठाणें देते. मात्र, सुदैवाची गोष्ट ही कीं हीं केवळ सर्व बौद्धिक क्षेत्रांतीलच उलथापालथ होय, आणि या भूपृष्ठाच्या कठीणपणांतच काय पण वाचकाची बसावयाची खुर्ची वेताचीच असून गादी घातलेली नसल्यास त्या बैठकीच्या कठीणपणांत अगर त्याला स्वतःला भ्रामक वाटूं लागलेल्या जीविताच्या व्यावहारिक कणखरपणांत या दर्शनाच्या निरीक्षणानें तसा कांहीं महत्त्वाचा फरक पडण्याची आशा अगर भीति कांहीं नाहीं.

क्षेत्र-विस्तार

याच बाबतचा दुसरा मुद्दा हा कीं, आइनस्टाइनच्या या सापेक्षदर्शनाचें क्षेत्र एकीकडे बोराएवढ्या पृथ्वीपेक्षां व त्या पृथ्वीवरील कठीण पापुद्र्यावर होत असलेल्या मानवी भातुकलीच्या व्यवहारापेक्षां अत्यंत विस्तृत व परस्परांपासून हजारों प्रकाशवर्षांच्या * अंतरावर असलेल्या ताऱ्यांपर्यंत पसरणारें व दुसऱ्या बाजूस लहानश्या अणुघटनेंत देखील शेकडोंनीं खचून भरलेल्या अत्यंत सूक्ष्म अशा वीजाणूंपर्यंत पसरलेलें आहे. आइनस्टाइनची अंतर मापण्याची पट्टी अगर मानदण्ड म्हणजे प्रकाशकिरणाला एक सेकंदांत धांवण्यास पुरणारें १,८६,००० मैलांचें अंतर होय. आणि ज्या विश्वविस्तारांतील रहिवासी परस्परांपासून शेंकडों प्रकाशवर्षांच्या अन्तरावर आहेत त्यांच्यांतील अंतरमापनाचा एकं यापेक्षां लहान असून कसें भागेल! शिवाय आइनस्टाइनच्या या दर्शनाचा प्रकाशकिरणाच्या या प्रचंड वेगाशींहि बराच निकट संबंध आहे असें हळुहळू या लहानशा ग्रंथाच्या वाचनक्रमांत दिसून येईल.

---

* प्रकाशवर्षान्तर म्हणजे दर सेकंदास १८६००० मैल या वेगानें एका वर्षांत आक्रमितां येईल तें (१८६०००×६०×६०×२४×३६० मैल) अंतर.

जडसृष्टींतील आलस्य

याच दर्शनाबाबत तिसरी जी एक गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे ती म्हणजे, न्यूटनच्या विधानाप्रमाणें आइनस्टाइनच्या या विश्वांतील सर्व वस्तू, सर्व गोल, एका दृष्टीनें पाहतां, एक प्रकारच्या वैश्वआलस्या(Inertia or Cosmic Laziness)नें पीडित आहेत. बाहेरून अन्य कोणी भाग पाडल्याशिवाय कोणाचीही आपली बसली जागा सोडण्याची तयारी नाहीं. मात्र हें आलस्य जागा न सोडण्याबाबतच प्रत्ययास येतें असें नसून तें अन्य प्रकारेंहि तितकेंच खरें आहे. म्हणजे जो कोणी गोल विशिष्ट गतीनें व विशिष्ट दिशेनें फिरत असेल तो बाहेरून अन्य कोणी भाग पाडल्याशिवाय स्वतःची दिशा बदलूं इच्छीत नाहीं अगर वेगही कमी करूं इच्छीत नाहीं. " चवताळेल तर वाघ मारील पण आधी प्राण गेल्यानें चवताळणार नाही " अशीच कांहींशी ही स्थिति होय. आलस्याच्या या दोन्ही प्रकारांचा या विश्वांत प्रत्यय येतो. परंतु, वास्तवशास्त्रांतील बरींचशीं कोडीं या दोन प्रकारांपैकीं चरप्रकाराशी विशेषेंकरून संलग्न आहेत. कारण, हे विश्वांतील नाना गोल स्वतःची स्थिर अगर चरस्थिति संभाळूं इच्छीत असतांही कोणत्याना कोणत्या प्रकारें त्यांच्या भोंवतालची परिस्थिति त्यांना स्वस्थानत्याग करावयास भाग पडेल असें कांहींना कांही कार्य, जणूं काय, करीत असते व त्याचा परिणाम मात्र थोडक्यांत असा होतो कीं, विश्वांत सर्वत्र शांतिविश्रांतीचा भाग जणूं काय उपेक्षणीय असून प्रत्येकजण कमीअधिक वेगानें व निरनिराळ्या दिशांनीं एकसारखा धांवपळीचा खेळ खेळत आहे. अगदी जड व स्थिररूप भासणारी पृथ्वी देखील जेथें स्वांगभ्रमणाचा अगर परिवलनाचा २४,००० मैलांचा प्रवास व सूर्यपरिभ्रमणाचा १,५५९,२०० मैलांचा* प्रवास दररोज उरकीत आहे, जेथें अगदीं अभेद्य व कठीण वाटणाऱ्या लोखंडापोलादाच्या अणूंपरमाणूंतील वीजाणूहि प्रोताणूंभोंवतीं विशिष्ट प्रचंड जवानें फिरत आहेत, तेथें आकाशस्थ अन्य ग्रह, तारे, उल्का, धुमकेतू वगैरे अशाच कांहीं कल्पनातीत वेगानें भ्रमण करीत असल्यास नवल काय! असल्या प्रचंड व अगाध विश्वभर जें असलें थैमान तांडव चाललें आहे त्या तांडवाचें तालमापन करण्याचा प्रयत्न गेल्या २।३ हजार वर्षांपासून चालू असून गेल्या

दोन तीन शतकांत व विशेषत: गेल्या दोन तीन दशकांत तर हें कार्य परमावधीस गेल्यासारखें वाटत आहे. आणि या कार्यात व्यापृत असलेल्या पाश्चात्य अनेक संशोधकांमध्यें आइनस्टाइनचें व त्यानें स्थापिलेल्या सापेक्षदर्शनाचें स्थान सांप्रत तरी सर्वोच्च होय यांत शंका नाही.

अर्थातच या सर्व यातायातीकडे " यस्यां जाग्रति भूतानि सा निशा पश्यतो मुने: " या वृत्तीनें हिंदुस्थान बघत आहे हें उघड आहे.

सापेक्षतेचे सर्वव्यापित्व

शिवायही, आइनस्टाइनच्या या सापेक्षदर्शनाच्या प्रसिद्धीपासून त्याचें क्षेत्र केवळ वास्तवशास्त्रापुरतेंच राहिलें नसून डार्विनच्या उत्क्रांतिदर्शनाची व्याप्ति ज्याप्रमाणें जीवितव्यवहारांतील सर्व क्षेत्रांपर्यंत असल्याचें त्या त्या क्षेत्रांतील विचारकांना दिसून आलें अगर त्या त्या क्षेत्रांत हुडकून काढण्याचा त्यांनीं प्रयत्न केला त्याचप्रमाणें आइनस्टाइनचें सापेक्षदर्शन हें जीवितांतील सर्व व्यवहारांना कसें लागू पडतें हें पाहण्याचा सपाटाहि सांप्रत चालू आहे. विशेषत: हें दर्शन सांप्रत केवळ भौतिक अगर वास्तवशास्त्रव्यापीच राहिलें नसून त्याची व्याप्ति अतिभौतिक अगर अतिवास्तव (Metaphysics) किंवा तत्त्व(ज्ञान)शास्त्रापर्यंतही असल्याचें सांप्रत सर्वमान्य झालें असून कोणाहि तत्त्वज्ञानें या दर्शनाबाबत अज्ञानी राहणें इष्ट नाही अशी विचारसरणी सांप्रत प्रचलित झाली आहे. शिवाय, तत्त्वशास्त्राच्या दृष्टीनें ही गोष्ट कशीहि असली तरी सांप्रत सापेक्षदर्शनाचें ज्ञान व तदनुषंगिक यथार्थनवकल्पनांचें ज्ञान या गोष्टी सामान्य शिक्षणाचाहि एक भाग होऊन बसल्या आहेत आणि त्या दृष्टीनें या दर्शनाच्या ज्ञानाची महती सार्वत्रिक आहे. सर्वांना तें अवश्य हवें आहे असें म्हणावयास हरकत नाहीं.

सापेक्षतेचा सिद्धान्त म्हणजे व्यत्यासरूपानें शुद्धज्ञान सिद्धान्त

यानंतर, हें सापेक्षदर्शन म्हणजे काय याचा थोडा ऊहापोह करणें इष्ट होईल. मात्र थोडक्या शब्दांत अर्थ समजावून देतांना अर्थविपर्यासाची भीतिहि असते हें या ठिकाणीं लक्षांत ठेवणें जरूर आहे. तथापि, सुरुवातीस केवळ विषयप्रवेशाच्या सोयीच्या दृष्टीनें असें म्हणतां येईल कीं, " सापेक्षदर्शन " या शब्दसमूहानें " विश्वाचें ज्ञान

जें प्रत्येक द्रष्ट्याला होतें तें विशिष्ट द्रष्टृसापेक्ष म्हणजे विशिष्ट द्रष्ट्यापुरतेंच खरें असतें, तें प्रत्यकाचें प्रत्येकापुरतें खरें असू शकेल व एकाचें किंवा एकाला किंवा एकाबाबत जें खरें तें दुसऱ्याबाबत अगर इतरांबाबत खरें असलेंच पाहिजे असें नाहीं, तें तसें नसेलही किंवा नसणारच," अशा प्रकारच्या व्यक्तिदृष्ट सत्याचें समर्थन उद्दिष्ट होय. यांत दोन गोष्टीचा अन्तर्भाव होतो:—

१. विश्वाचें आस्तित्व किंवा "सत्" भाव.

२. या विश्वाचें व्यक्तिदृष्ट दृश्य अगर दर्शन त्या व्यक्तीपुरतें खरें असण्याची परंतु इतरांना मात्र तेंच दृश्य खरें नसण्याची व व्यावहारिक सत्य हा याप्रमाणें व्यक्तिगत भाव असण्याची शक्यता अगर सत्यता.

या दोन गोष्टींपैकीं पहिलींत फारसें विशेष असें कांहीं नाहीं. अगदीं शून्यवादी किंवा मायावादी वेदान्ती याखेरीज जगाचें आस्तित्व सर्वांना मान्य आहे; आणि शून्यवाद्यांना शून्य, मायावाद्यांना माया, व वेदान्त्यांना ब्रह्म हीं या विश्वाचीं एक प्रकारचीं नामांतरें म्हणजेच एक प्रकारचा त्याचा 'सत्' भाव मान्य आहे असेंच म्हणावयास हरकत नाहीं.

दुसरी गोष्ट सत्याच्या व्यक्तिबद्धत्वाची किंवा विश्वाबद्दल व्यक्तिदृष्ट अनेक सत्यें प्रत्येक वैयक्तिक द्रष्ट्यापुरतीं खरीं असण्याबद्दलची. वास्तविक पाहतां हाही मुद्दा समजणें वाचकांस कठीण पडावें असें नाहीं. वेदांतशास्त्रांतील हत्ती आणि आंधळे यांची गोष्ट पुष्कळांना ठाऊक असेल. एकेक आंधळा हत्तीचा एक एक भाग चाचपून पाहून, कान चाचपून पाहणारा आंधळा हत्ती सुपासारखा, पाय चाचपून पाहणारा आंधळा हत्ती खांबासारखा, शरीराची उजवी डावी बाजू चाचपून पाहणारा आंधळा हत्ती भिंतीसारखा, व शेंपूट चाचपून पाहणारा आंधळा हत्ती दोरासारखा असल्याचें जें सांगतो तें वैयक्तिक आंधळ्यापुरतें खरें नव्हे काय? तें मर्यादित सत्य असो—पण तें खरें नव्हे असें म्हणतां येणार नाही, व एकाचें म्हणणें दुसऱ्यानें खरें न मानण्यानें विना-कारण कलह माजल्यास नवल नाही. याप्रमाणें प्रत्येक द्रष्टा आपापल्यापुरता खरा असणें या प्रचंड विश्वदर्शनाबाबत संभवतें असें आइनस्टाइनचें हें

सापेक्षदर्शन सांगतें. मात्र या दर्शनाचा हा केवळ पूर्वरंग[1] व गौण अंग होय. शिवाय आइनस्टाइननें प्रतिष्ठित केलेलें सापेक्षदर्शन हें जरी त्याच्या केवळ वास्तवशास्त्राच्या अध्ययनानें त्याला साध्य झालें असलें तरी व त्या क्षेत्रांतच तें त्यानें सोपपत्तिक व सप्रमाण सिद्ध करून दाखविलें असलें तरी याच प्रकारच्या विचारसरणीचा अवलंब थोड्या वेळापूर्वी ध्वनित केल्याप्रमाणें जीविताच्या अन्य क्षेत्रांतून व विशेषतः तत्त्वज्ञानक्षेत्रांतून होत आहे. पाश्चिमात्य देशांतील प्रचलित उपमेचा अवलंब करून या प्रकारच्या विश्वदर्शनाला किल्लीच्या[2] भोंकातून दिसणारा आंतील एकाद्या प्रचंड महालाच्या देखाव्यासारखा विश्वाचा देखावा (Key-hole view of the Universe) म्हणतां येईल.

अर्थात्च या दर्शनाला उत्तररंगही आहेच व तोच विशेष महत्त्वाचा आहे. कारण केवळ या पूर्वरंगाच्या प्रतिपादनास सत्यविश्वाचें एकरूपदर्शन आइनस्टाइनसारख्या गहन बुद्धिमत्तेच्या शास्त्रज्ञाची जरूर नव्हती व केवळ या पूर्वरंगाच्या प्रतिपादनानेंच आइनस्टाइन हा इतका जगद्‌विख्यात झाला नसता. शिवाय तेवढ्याकरितां नाना भाषांत प्रत्येकीं नाना ग्रंथ लिहून हा विषय अत्यंत गहन असल्याचा डांगोरा पिटण्याची जरूर नव्हती, तो सोपा करून सांगण्याच्या खटा-

१. या पूर्वरंगाशीं एतद्देशीय वाचकांचा पूर्ण परिचय असेल अशी अपेक्षा करणें चुकीचें होणार नाहीं. " पानी तेरा रंग कैसा जिसमें मिलाया वैसा ?" हें या दर्शनाचें अत्यंत सामान्य रूप होय. राजसूय यज्ञाच्या प्रचंड जनसमुदायांत धर्मराजाला एकही दुर्जन व दुर्योधनाला एकही सज्जन सापडूं नये, तरुण मुलें उत्साहयुक्त व आशावादी असावींत व वृद्ध लोक उत्साहशून्य व नैराश्यवादी असावेत वगैरे उदाहरणें या पूर्वरंगाचींच होत.

२. पाश्चिमात्य देशांतून दारांना अशा प्रकारचीं आंगचीं कुलपें बसविलीं असतात कीं, दार आंतून अगर बाहेरून त्या कुलपाच्या मदतीनें बंद करतां येतें आणि आंगच्या एकाच कुलपाच्या मदतीनें ही योजना शक्य होण्याकरतां दारास या कुलपामधून एक लहानसें लांब आरपार भोक असून, बाहेरून त्या भोंकांतून पाहिलें असतां आंतील महालाचा क्वचित् थोडा भाग दृष्टीस पडतो.

टोपीची आइनस्टाइनची या बाबतीत खरी करामत तर पुढेंच आहे व तीं विशद करून सांगण्यांतच अर्थात् या ग्रंथाचा बहुतेक सर्व भाग खर्च पडणार आहे. तथापि येथें केवळ या कृतीचें दिग्दर्शन म्हणून असें म्हणावयाचें कीं, आइनस्टाइननें आपल्या अगाध बुद्धिमत्तेच्या जोरावर प्रत्येक द्रष्ट्याला वेगवेगळा अनुभव व तोहि प्रत्येकापुरताच पण खरा येण्याचें कारण शोधून काढून या निरनिराळ्या द्रष्ट्यांच्या निरनिराळ्या अनुभवांवर अगर दर्शनांवर ज्या प्रकारचें संस्करण केलें असतां तें दर्शन हें वैयीक्तकद्रष्टृदोषरहित व सत्यविश्वाचें एकमेवदर्शन होऊन तें सर्व द्रष्ट्यांना सारखें मान्य व शुद्ध वास्तव स्वरूपाचें व अतएव वास्तवशास्त्रांत ग्राह्य होईल असें संस्करण निश्चित केलें. या दृष्टीनें पाहतां आइनस्टाइनच्या या दर्शनाला 'सापेक्ष-दर्शन' असें एकांगी व गौणांगी नांव देण्यापेक्षां 'द्रष्टृनिरपेक्ष-शुद्ध-दर्शन' अगर निरपेक्षदर्शन असेंहि नांव देणें इष्ट होईल. मात्र नामाभिधानांत विशेप कांहीं आहे असें नसल्यामुळें ज्या मूळ नांवानें हें दर्शन प्रसिद्ध आहे त्याचेंच स्वभापेंतील यथाशक्य समरूप 'सापेक्षदर्शन' हें नांव या ग्रंथांत वापरलें आहे.

या दर्शनाच्या नाना अंगोपांगांचा अभ्यास आइनस्टाइन यानें सुमारें २५-३० वर्षेंपर्यंत केला असून १९१७ सालीं या दर्शनाचें सामान्य व सर्वव्यापी स्वरूप त्यानें निश्चित केल्यानंतर आजपर्यंतच्या गेल्या पंधरा वर्षांत त्याच्या त्या दर्शनांत म्हणण्यासारखा फरक झालेला नाहीं.

एवढ्या उपोद्घातानंतर हळुंहळूं या विषयाच्या अन्तरंगांत प्रवेश करावयास हरकत नाहीं.

प्रकरण २ रें.

इंद्रियज्ञानाच्या मर्यादा.

मनुष्याला बाह्य जगाचें ज्ञान त्याच्या ज्ञानेंद्रियांनीं होतें. त्याची त्वचा, जीभ, नाक, कान व डोळे हीं एकापेक्षां एक वाढत्या महत्वाची ज्ञानेंद्रियें होत.

मात्र कांहीहि झालें तरी इंद्रियद्वारां प्राप्त होणारें ज्ञान हें एक प्रकारचें स्पर्शज्ञान*च सबब जडज्ञानच होय, व यामुळें त्यास ज्ञान प्राप्त होण्यास सोयीच्या म्हणून जाडजूड, घट्टमुट्ट, भरीव, भरदार, भरभक्कम वस्तूबद्दल एक प्रकारचा आदरही असतो. परंतु स्पर्शज्ञान हें तर सर्व ज्ञानांत सदोष ज्ञान होय; आणि सर्व ज्ञान हें स्पर्शज्ञानमय, सबब मनुष्याला केवळ ज्ञानेंद्रियांनीं विश्वाचें होणारें ज्ञान हें तत्त्वत: सदोष असणार हें उघड आहे.

इंद्रियज्ञान म्हणजे स्पर्शज्ञान

दुसरी गोष्ट म्हणजे ज्ञानेंद्रियांच्या द्वारें प्राप्त होणाऱ्या ज्ञानाला निर्बंध अगर मर्यादा फार आहेत. एक तर, ज्ञानेंद्रियें स्वतः सुस्थितीत असलीं पाहिजेत. दुसरें म्हणजे त्यांच्या बाह्यरचनेंत अगर बाह्यरचनेपासून बाहेरून आलेला उत्तेजक (Stimulus) मेंदूकडे नेणाऱ्या मज्जातंतूत व शेवटी या उत्तेजकाचा योग्य विचार करणाऱ्या मेंदूच्या भागांत कसल्याही प्रकारची विकृति नसल्यासच त्या बाह्य प्रेरकाच्या स्पर्शापासून ज्ञानप्राप्ति होणें संभवतें.

याहिपेक्षां सूक्ष्म व अंतस्थ स्वरूपाचीं कांहीं कारणें ज्ञानोद्भवाच्या आड येतात. रुचिभिन्नता, अनौत्सुक्य, दुर्लक्ष्य, व्यापृतता, भाषाभेद, या कारणांनीहि एक प्रकारें " दिसत असून न दिसल्याचाच " प्रकार घडून येतो. यामुळें एकच गोष्ट ज्यांच्या समक्ष घडली अशा दोन साक्षीदारांच्या जबानींत देखील त्या गोष्टीच्या तपशिलाबाबत भेद असणें संभवतें.

ज्ञानाच्या मर्यादांचीं कारणें

शिवाय या अंत:सुस्थितीच्या जोडीस बाह्य उत्तेजकही विशिष्ट मर्यादेंत असेल तरच तो ज्ञानोद्भव करूं शकतो; एरवीं तो असून नसून सारखाच ठरतो. उदाहरणार्थ, प्रकाश फार अंधुक असेल तर अंधारामुळें दिसत नाहीं; व प्रकाश फार तीव्र असेल तर डोळ्यास अंधारी आल्यामुळें दिसत नाहीं. अस्पष्ट कुजबूज कानास ऐकूं येत नाहीं, तर प्रचंड धडाक्याच्या आवाजानें

* प्रकाशलहरींचा डोळ्याला स्पर्श झाल्यानेंच प्रकाशाचें ज्ञान होतें. शिवाय 'मात्रा स्पर्शास्तु कौंतेय,' 'स्पर्शान् कृत्वा बहिर्बाह्यान्,' हीं गीतावचनेंहि स्पर्श हाच आन्तिम इंद्रियज्ञानप्राप्तीचा मार्ग होय हें दर्शवितात.

कानठळ्या बसतात व ऐकूं येत नाहीं. आणि हीच वस्तुस्थिति प्रत्येक ज्ञानें-द्रियाबद्दल खरी आहे हें सिद्ध करणें सोपें आहे. सबब या मुद्याचा विचार यापेक्षां जास्त करणें नको.

यानंतर ज्ञानोद्भवाच्या आड येणाऱ्या ज्या एका शेवटच्या कारणाचा विचार करणें इष्ट होईल त्यास व्यत्यय (Interference) असें म्हणतां येईल. शिवाय हा व्यत्यय, व्यत्ययरूपच आहे असेंहि नेहमींच लक्षांत येतें असें नाही. उदाहरणार्थ, एखाद्या ग्रहाच्या अगर ताऱ्याच्या आड अन्य कोणी गोल येईल तर तो दिसणार नाहीं. पण या व्ययत्याचा दुसरा एक प्रकार जो अगदींच विचित्र वाटणें शक्य आहे तो म्हणजे द्रष्टा हा प्रचंड वेगानें धांवत असण्याचा होय. या कारणामुळें इंद्रियज्ञान चांगलेंच दूषित होतें असें म्हणावयास भरपूर पुरावा सांप्रत उपलब्ध झालेला आहे. एवंच ग्राहकांच्या (१) शारीर व मानसस्थितीची विकृतता, (२) उत्तेजकाची मर्यादातीतता व (३) व्यत्यय या तीन कारणांनीं यथार्थ ज्ञान होणें दुरावतें. या दोषसमुच्च-यास ज्ञानाचा त्रिदोष म्हणणें अस्थानीं होणार नाहीं. तथापि या तीन दोषांचा दोनच दोषांत समावेश करणें इष्ट होईल; व ते म्हणजे व्यक्तिदोष आणि वस्तुदोष हे होत. याप्रमाणें ज्ञानाचेंहि व्यक्तिगत (Subjective) आणि वस्तुगत (Objective) असे दोन भाग करतां येतील; पण हें असो. या त्रिदो-षाच्या मर्यादा टाळून होणारें ज्ञान अर्थातच अत्यंत वेचक, निवडक क्षेत्राचें व मर्यादित असतें. जीवितव्यवहार पाशवी पद्धतीनें यथातथा चालण्यापुरताच त्यांचा उपयोग असतो. निरनिराळ्या पशूंचें विशिष्ट इंद्रियद्वारां प्राप्त होणारें ज्ञान देखील मनुष्याला त्या इंद्रियाच्या द्वारां प्राप्त होणाऱ्या ज्ञानाच्या दृष्टीनें किती तरी उच्च प्रतीचें असतें! कुत्र्याचें घ्राणेंद्रिय, गिधाडाचें नेत्रेंद्रिय, सर्पाचें श्रवणेंद्रिय हीं इंद्रियें ज्ञानप्राप्तीच्या बाबतींत मनुष्याच्या या ज्ञानेंद्रि-यांना खात्रीनें लाजविणारीं आहेत.

लोकभ्रम

या अपूर्ण ज्ञानामुळेंच ज्यांना लोक-भ्रम म्हणतात त्यांची उत्पत्ति होते, आणि या प्रकारें उत्पन्न झालेल्या भ्रमाच्या मदतीला धार्मिकतेचा ठसा व व्यक्त्यभिनिवेशाची उष्णता येतांच त्या सर्वांची मिळून जी अंधश्रद्धा बनून राहते ती इतकी टिकाऊ असते कीं ती कित्येक पिढ्या पुरते. आणि मग त्या

श्रद्धेपेक्षां अन्य एकादी गोष्ट अगदीं प्रत्यंतरसिद्ध म्हणून मान्य करावीशी वाटणें शक्य असलें तरी, असलें श्रद्धांतर अशक्य कोटींतलेंच असलें पाहिजे. असा जो दुराग्रहपूर्वक पूर्वग्रह बनून राहतो त्याचें उच्चाटन होतां होत नाहीं. तें करूं पाहण्याचा प्रयत्न करणाराला प्रसंगविशेषीं नाना यातनाहि भोगाव्या लागतात. या प्रकाराचें उत्तम उदाहरण पाश्चात्य ज्योतिर्विद गालीलिओचें होय. आकाश व सूर्य पृथ्वीभोंवती फिरत नसून पृथ्वी सूर्याभोंवती फिरते असें तो अनेक प्रमाणांनीं सिद्ध करून देण्यास तयार असतांहि त्याचें प्रतिपादन केवळ थोतांड ठरविलें जाऊन त्याचा अतोनात छळ झाला. असे अनेक प्रकारचे पूर्वग्रह अगर लोकभ्रम आइनस्टाइनला उघडकीस आणून हद्दपार करावे लागत आहेत व यांपैकीं बरेचसे शास्त्रीय सत्याच्या दर्जाला चढलेले आहेत. मात्र, आइनस्टाइनचें सुदैव एवढेंच कीं गॅलीलिओपेक्षां त्याचें वातावरण जास्त मतस्वातंत्र्याचें आहे.

शास्त्रीय सत्याचें बदलतें स्वरूप

मात्र, यावर असा कोणी कदाचित् प्रश्न करील कीं आजवर ज्यांना शास्त्रीय सत्यें मानलें गेलें तींच जर आज निकामी ठरत असतील तर शास्त्रीयत्व व सत्यत्व यांचा अर्थ तरी काय ! व शास्त्रीय सत्यें भाजीपाल्यासारखीं दररोज नवीं, ताजीं आणावयाचीं व वापरावयाची की काय ! पण या आक्षेपाला उत्तर एवढेंच कीं, विशिष्ट काळीं मान्य वाटलेलीं शास्त्रीय कल्पितें (Hypotheses) हीं शुद्ध अगर केवळ शास्त्रीय सत्यें होत असें खरे शास्त्रज्ञ मानीतच नाहींत. तर, तीं केवळ विशिष्ट शास्त्रीय व्यवहाराच्या सोयीसाठीं बहुसंभव सत्यकल्पें (Theories) होत. तीं टिकतील तोंपर्यंतच टिकवावयाचीं असून त्यांपेक्षां अन्य सत्यकल्पें नवी व जास्त सुसंबद्ध दिसतांच तीं ग्राह्य मानावयाचीं असतात. शिवाय, ज्यांना शास्त्रीय सत्यें म्हटलें जातें त्यांपैकीं कित्येक तर इतकीं आधुनिक आहेत कीं त्यांना अगदीं कालपरवांचीं म्हणणें अस्थानीं होणार नाहीं. पावसाळ्याच्या सुरुवातीस बेडकाचा रंग पिंवळा दिसला कीं तेवढ्यावरूनच बेडकांचा रंग पिंवळा असतो असलें क्षणिक दृश्य त्रिकालाबाधित सत्य म्हणून ठोकून देण्यांत काय स्वारस्य आहे ? सवंग त्रिकालाबाधित सत्यें हीं बिनकष्टाच्या लौकिक समजुतींच्या पोटींच

भराभर निर्माण होतात; उलट, शास्त्रीय प्रगति ही समुद्राच्या भरतीप्रमाणें थोडा वेळ पाहूं गेल्यास पुढें व मागें या दोन्ही परस्पर दिशांनीं वाहणारी असून जास्त वेळ पाहूं गेल्यास मात्र एकंदरीत पुढें पुढें चाल करून येत आहे. ती एक कष्टसाध्य क्रमिक प्रक्रिया आहे. व ती अशी असण्यांतच त्या प्रगतीचें स्वारस्यहि असेल! पण, हें कसेंहि असलें तरी या ठिकाणच्या विवरणाचा मुख्य मुद्दा एवढाच कीं, अज्ञानामुळें अगर अल्पज्ञानामुळें उत्पन्न झालेल्या गैर-समजुती यथाशक्य तत्परतेनें सुधारावयास तयार असण्यानें सम्यग्ज्ञानप्राप्तीचा संभव आहे हें ओळखून त्या दिशेनें जास्त परिपूर्ण ज्ञान मिळविण्याकडे जिज्ञासूंनीं आपली प्रवृत्ति ठेवली पाहिजे.

व्यक्तिगत ज्ञान व वस्तुगत ज्ञान

एवढयावरून, अर्थात्‌च, एक गोष्ट सहज दिसून येईल कीं, पूर्वी सूचित केल्याप्रमाणें द्रष्टयाच्या ज्ञानाचे व्यक्तिगत (Subjective)आणि वस्तुगत (Objective) असे दोन भाग पाडणें इष्ट होईल. लॉकी यानें असे भाग पाडून व्यक्तिगत ज्ञानलक्षणांना तो वस्तुंचीं लक्षणें म्हणे, व यांत वस्तूंचा रंग, नाद अगर ध्वनि, वास व चव यांचा समावेश त्यानें केला होता. म्हणजे फक्त स्पर्शज्ञानाशिवाय इतर सर्व ज्ञानास तो व्यक्तिगत ज्ञान म्हणे व फक्त स्पर्शजन्य ज्ञानाला वस्तुगत ज्ञान तो मानी. सुमारें एक शतकापूर्वी वास्तव-शास्त्र ज्या अवस्थेंत होतें त्या अवस्थेंत हें वर्गीकरण व तदनुसार ज्ञान हें पुरेसें होतें. परंतु त्यानंतरच्या गेल्या शतकाच्या अवधींत भौतिक शास्त्रांत मोठीच क्रांति घडून आली. आकाशस्थ ज्योतींचे, ध्वनींचे, प्रकाशकिरणांचे त्याचप्रमाणें अणूघटनेंतील बीजाणूंचे प्रचंड वेग व त्या वेगानुसार त्यांच्या धर्मांत होणाऱ्या नाना फरकांचा प्रत्यय येऊं लागला व त्यामुळें ज्ञानांतील व्यक्तिगत भाग कमी कमी करून तो बव्हंशी वस्तुगत करण्याच्या साध-नांच्या शोधाचा सपाटा सुरू झाला. या साधनांचा विचार करूं जातां असें म्हणावयाचें कीं, इंद्रियज्ञान सव्यंग असलें तरी मनुष्याला हीं स्वतःचीं नाना इंद्रियव्यंगें आपल्या बुद्धींद्रियाच्या जोरावर सावरून नेतां येतात, इतकेंच नव्हे तर तीं सुधारूनही टाकतां येतात. एवढेंच काय पण बुद्धिद्वारां ज्ञान-प्राप्तीच्या नाना नवीन व मदतनीस साधनांची सांप्रत भरपूर वृद्धि झाली

असल्यामुळें इंद्रियें पहिल्याइतकीं स्वकर्तव्यक्षम राहिलीं नाहींत असा या साधनावर एक आक्षेपही आहे; व तो यथार्थ असणें संभवतें; पण हें असो. इकडे या ज्ञानाच्या यांत्रिक साधनांनीं मानवी ज्ञानाचें क्षेत्र एकसारखें वाढवीत नेण्याची पराकाष्ठा केली आहे व अद्याप केली जात आहे. या साधनांमध्यें विशेषतः सूक्ष्मदर्शिका (Microscope) ज्ञानसाधनांची परिवृद्धि दूरदर्शिका (Telescope), प्रकाशवर्णदर्शिका (Spectroscope) व प्रकाशचित्रदर्शिका (Photoscopec or Dry-Plate Photography) यांचा समावेश प्रामुख्यानें करणें इष्ट होईल. अर्थात्च, ही सर्व नेत्रेंद्रियाला मिळणारी मदत झाली. आणि दृक्प्रत्ययावर विशेष भर नेहमींच असल्यानें त्या इंद्रियाची शक्ति वाढविण्याकरतां इतकीं साधनें मनुष्यानें आपल्या बुद्धीनें योजिली हें ठीकच झालें. यायेथें नमूद केलेल्या डोळ्याच्या मदतनीसांची वाचकांना विशेष ओळख करून देणें जरूर नसलें तरी त्याबद्दल थोडक्यांत असें म्हणतां येईल कीं, सूक्ष्मदर्शिका वस्तूचा आकार आहे त्यापेक्षां २५००-३००० पट मोठा दाखवूं शकतात. दूरदर्शिका तर इतक्या प्रचंड शक्तीच्या आहेत कीं, त्यांनीं साध्या डोळयांना अदृश्य असणारे लाखों मैलांवरचे तारे दृग्गोचर करून टाकले आहेत. अमेरिकेंत माउंट विल्सनवरील वेधशाळेंत असलेल्या दूरदर्शिकेचा व्यास २०० इंचांचा आहे. म्हणजे या दूरदर्शिकेच्या नळींत चांगला उंच मनुष्य हात उंच करून आडवा उभा राहूं शकेल किंवा उपवस्तु* कांचेवर हातपाय ताणून निजूं शकेल. प्रकाशवर्णदर्शिका हें यंत्र याहिपेक्षां जास्त महत्त्वाची मदत देऊन अत्यंत दूर असलेल्या अन्तरिक्षस्थ गोलाची वास्तव घटना कोणकोणत्या मौलांची आहे हें बिनचूकपणें सांगूं शकतें, एवढेंच नव्हे तर अन्य अनेक प्रकारचे निश्चित निर्णय करण्यास मदत करतें हें पुढें या ग्रंथांत दिसून येईल.

प्रकाशचित्रदर्शिका या यंत्राची तर या सर्वांवरही ताण आहे. ज्ञानत्रिदोषांपैकीं द्रष्ट्याच्या संबंधाचे जे दोष थोड्या वेळापूर्वी सांगितले त्यांपैकीं

---

* उपवस्तु Objective, उपनेत्र Eyepiece of a telescope or microscope.

मानस व शारीर दोषांची सबब न सांगतां डोळ्याचें व स्मृतीचें एकत्र कार्य करणारीं हीं वरील तीन यंत्रांशीं सहकार्यानें काम करूं लागल्यापासून मानवी ज्ञानाचें क्षेत्र इतकें कांहीं विस्तृत झालें आहे कीं, त्याचें सविस्तर वर्णन करणें हा एक स्वतंत्र ग्रंथाचा विषयच होऊं शकेल. तथापि विवरणाचा मुख्य मुद्दा एवढाच कीं, साध्या ज्ञानेंद्रियांच्या मदतीला वर नमूद केलेलीं ज्ञानप्राप्तीचीं प्रचंड यांत्रिक साधनें घेऊन त्यांच्या साह्यानें बुद्धिमान् मनुष्यप्राणी सांप्रत ज्ञानमार्ग आक्रमण करीत आहे. आणि त्यामुळें हा प्रवास इतक्या झपाट्यानें होत आहे कीं त्याच्या विश्वाचें दृश्य क्षणोक्षणीं पालटत आहे. त्यांतही कांहीं स्थिररूप भाग नजरेस येत असून त्याचें महत्त्व ओळखून त्यांना योग्य तितक्या प्रमाणांत, जितकें जरूर आहे तितकें चिकटणें व त्या प्रगतीचे अन्य कांहीं क्षणजीवी अनुषंग आहेत त्यांना मात्र तितकीच किंमत देणें जरूर आहे.

ज्ञानविस्तार

प्रकरण ३ रें.

न्यूटनपर्यंतचें ज्योतिःशास्त्र.

ज्योतिःशास्त्राचा इतिहास फार जुना आहे. आकाशस्थ तेजोगोल हे मनुष्य प्राण्याला उपकारक जसे आहेत तसे ते आश्चर्यकारकही आहेत. शिवाय पूर्वकालच्या मानवी बुद्धीला अगम्य अशा अनेक आपत्तींचें उद्भवस्थानही आकाशच होय, आणि त्यामुळें सहज त्या आपत्तींशीं आकाशस्थ ज्योतींचा संबंध लागला गेला. या अनेक कारणांमुळें आकाशज्योतींचें निरीक्षण व तदनुसार त्यांच्याबद्दलचें शास्त्र फार जुनें असणें साहजिक आहे. या शास्त्राच्या या पुरातनत्वामुळें त्यांचा इतिहासही मनोरंजक आहे. येथें मात्र या इतिहासाचें फारच त्रोटक समालोचन करणें इष्ट व पुरें आहे.

कांहीं जुन्या समजुतीः ग्रीक

सुरुवातीचें ज्योतिःशास्त्र भूमध्य स्वरूपाचें होतें; म्हणजे पृथ्वी स्थिररूप असून बाकीचें सर्व विश्व तीभोंवतीं फिरत आहे अशा समजुतीचें होतें. या वेळच्या या शास्त्राला एका रीतीनें द्रष्टमध्य ज्योतिःशास्त्र असें देखील म्हणतां येईल. कारण, सुरवातीची पृथ्वी अंतराळांत निराधार होती असें थोडेंच आहे ! आणि, तरी पण, त्या अवस्थेंत देखील पृथ्वीला मध्य समजून तिच्या भोंवतीं आकाशकवच फिरत असण्याच्या कल्पनेच्या आधी मनुष्यप्राण्याकरितां अगर 'माझ्या'करितां उत्पन्न केलेलें सर्व विश्व प्रत्येक मनुष्याभोंवतीं 'मज'भोंवतीं फिरत-झुलत असावें असें त्यास वाटलें असल्यास काय नवल ? याशिवाय, या वेळची पृथ्वी गोलाकार नसून सपाट होती व या प्रकारचें आपलें उत्तम मत एका खेडेगांवानें बहुमतानें निश्चित केलें होतें. पण, दिशा न बदलतां पृथ्वीप्रदक्षिणा करणारे लोक पुन्हां पूर्वस्थळांवर येतात, हा प्रत्यय आल्यापासून पृथ्वीचा गोलपणा निर्विवाद ठरला. पण, तोंपर्यंत तारकांकित आकाश स्थिर पृथ्वीभोंवती वर्तुलाकार फिरत असल्याची कल्पना जशी सोपी होती तशी ती सुंदरही होती, व या विषयावर फार पुराणकालीं विचार करणाऱ्या सौंदर्यप्रिय ग्रीक लोकांना ती फारच पटली होती. त्यांच्या या सुसंगत विश्वांत सप्तग्रह हेच काय ते आपल्या विलक्षण वर्तनानें सुसंगतीचा भंग करीत व त्यांपैकी चंद्र हा तर फारच बंडखोर होता. इतर सर्व आकाशस्थ गोल पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जात असतां तो वरवर त्यांचें अनुकरण करतो व चोरून मात्र त्यांच्या विरुद्ध जातो, असें दिसून आलें होतें. शिवाय, सूर्याचा मार्गही कांहीसा चलित आहे व वर्षांतून तो कधीं विशेषतः उत्तरेस क्रमाक्रमानें जातो हें दिसून येतांच पृथ्वी हाच विश्वाचा मध्य नसावा तर तो विश्वमध्य कदाचित् पृथ्वीच्या बाहेर पण तीजवळच कोठें तरी असावा, असें मानण्यांत आलें. नंतर ग्रहांच्या वर्तुलाकार मार्गाचा मध्यबिंदु हा अन्य एकाद्या वर्तुळाच्या परिघावर फिरत असला पाहिजे व या अन्य वर्तुळाचा मध्यही आणखी एकाद्या तिसऱ्या अगदीं अन्तरस्थ वर्तुळाच्या परिघावर फिरत असून या तेजोगोलांचे मार्ग वर्तुळावरच्या वर्तुळाकार असले पाहिजेत, असें मानलें गेलें. ग्रीस देशांतील आलेक्झांड्रिया शहरचा रहिवासी प्रसिद्ध टालेमी (१५०) यानें या पद्धतीचा पुरस्कार करून ती बराच काळपर्यंत

नांवारूपास आणून टिकवून धरली. मात्र, क्वचित्, काचित्, कोणी विचारक पुरुष विश्वाचा मध्य पृथ्वी नसून सूर्य असावा असें भासवूं लागले होते. परंतु ते केवळ वाह्यात वाद करणारे मानले जात. कारण "जर पृथ्वी खरोखर फिरती तर आकाशांत फेंकलेला दगड जेथून फेंकला त्या ठिकाणच्या पश्चिमेस न पडता ?" पण ज्या अर्थी तसें कांहीं होत नव्हतें त्या अर्थी त्या काळीं पृथ्वी फिरत नसून स्थिर होती व सूर्यच पृथ्वीभोंवतीं फिरत होता, असें मानलें जाणें उघड होतें.

कोपर्निकस

ही स्थिति कोपर्निकसा(१५४३) च्या काळापर्यंत टिकली. कोपर्निकसानें मात्र कांहीं जुन्या व नव्या मताची भेसळ तयार करून व विशेषतः, सूर्य हा विश्वमध्याच्या-ठिकाणीं फार तेजस्वी म्हणून पात्र आहे असें कांहीं तरी सांगून सूर्यमध्य विश्वाची कल्पना जनतेंत सोडून दिली; पण, मौज ही की, त्या कल्पनेला तितकासा विरोध मात्र झाला नाहीं. तथापि, कोपर्निकस हा कांहींही झालें तरी जुन्या मताचाच विद्वान् होता, आणि त्याच्या हातून यापेक्षां विशेष कांहीं झालें नाहीं.

केप्लर

कोपर्निकसाच्या मागून केप्लरचें नांव ऐकूं येतें. हा सूर्यमध्य विश्वघटनेचा चांगलाच पुरस्कर्ता होता. मंगळग्रहाच्या बाबत टायको ब्रहे (Tycho Brahe) नांवाच्या त्या वेळच्या शास्त्रज्ञाचा अनुभव असा होता की, त्या वेळच्या भूमध्य विश्वाच्या व त्याच विचारपद्धतीच्या गणितागत व प्रत्यक्षदृष्ट गतींत ८० मिनिटांचा फरक पडत होता. या त्याच्या निरीक्षणाचा फायदा घेऊन केप्लरनें भूमध्यविश्वाची कल्पना टाकून देऊन सूर्यमध्य विश्वाची कल्पना पुरस्कृत केली. पण, त्याचें महत्त्वाचें कार्य म्हणजे ग्रहांच्या गती वर्तुळाकार असल्याच्या कल्पनेऐवजीं त्या लंबवर्तुळाकार असल्याचें त्यानें सिद्ध केलें; आणि सूर्य हा विश्वाच्या मध्यें असून पृथ्व्यादि सर्व ग्रह प्रत्येकीं सूर्याला एका लंबवर्तुळाच्या दोन केंद्रांपैकीं एका केंद्राच्या ठिकाणीं ठेवून त्याभोंवतीं आपआपल्या वेगवेगळ्या लंबवर्तुळाकार कक्षांमध्यें फिरत असल्याचें त्यानें

जाहीर केलें. त्याबद्दल तीन सुप्रसिद्ध नियमही त्यानें निश्चित केले. हे तीन नियम ' केप्लरकृत ग्रहांच्या गतीचे तीन नियम ' या नांवानें प्रसिद्ध आहेत.

गालीलिओ

याच सुमारास या क्षेत्रांत गालीलिओ (१५६४ ते १६४२) या सुप्रसिद्ध ज्योतिर्विदाचा प्रवेश झाला. गालीलिओचा विशेष म्हणजे तो दुर्बिणीनें सज्ज असा पहिला ज्योतिर्विद होय. त्यानें १६०८ मध्यें आपली पहिली दुर्बिण तयार केली व तिच्या साह्यानें त्यानें चंद्रादि नानाग्रहांवरील आश्चर्य-कारक दृश्यें जनतेस दाखविलीं. त्यानें गुरूचा एक उपग्रह शोधून काढला व सादृश्य अनुमानाच्या जोरावर चंद्र पृथ्वीभोंवतीं व पृथ्व्यादि सप्तग्रह सूर्याभोंवतीं फिरत असून सूर्य स्थिर आहे व पृथ्वी स्वतःभोंवतीं व सूर्याभोंवतींहि फिरत आहे, सबब रात्र व दिवस, दाक्षिणायन व उत्तरायण, इत्यादि दृश्यें दिसतात असा त्यानें डंकाच पिटला; आणि " जरूर तर या माझ्या दुर्बिणींतून पहा " असें त्यानें सर्वांस पाचारण केलें. याचा परिणाम असा झाला की, एकीकडे सूर्य हाच विश्वाचा स्थिरमध्य होय, ही कल्पना जनमनांत चांगलीच रुजली. पण, दुसरीकडे, असली वाह्यात कल्पना जनमनांत फैलावून दिल्याबद्दल त्या वेळच्या धार्मिक सत्तेकडून त्याचा फार छळ झाला व अखेर अनेक आप-त्तींत गालीलिओचा शेवट झाला.

न्यूटन व स्थल-काल

गालीलिओनंतरचा महत्वाचा ज्योतिर्विद म्हणजे न्यूटन होय. न्यूटननें १६८५ मध्यें Principia नांवाचा ग्रंथ लिहून वास्तवशास्त्रांत, विशेषत: ज्योतिर्वास्तवशास्त्रांत फारच मोटी विचारक्रांति घडवून आणली. या क्रांतीतील कांहीं महत्त्वाच्या मुद्यांचें येथें दिग्दर्शन करतांना प्रथम असें म्हणावें लागेल की, स्थलविस्ताराबद्दलच्या जुन्या कल्पना पृथ्वीभोंवतीं फिरणाऱ्या तारकांकित आकाशकवचापर्यंतच्याच होत्या. पाण्याच्या नारळांत सुपारी त्या पाण्यावर तरंगती ठेवून तीवर उभें राहून सभोंवारचा जसा सर्वत्र गोलाकार खोबऱ्याचा देखावा दिसेल तशीच कांहीशी कल्पना पृथ्वी व आकाश यांसंबंधीं अगदीं पूर्वी असे; आणि सूर्य या खोबऱ्यावरून आकाशांत पृथ्वीभोंवतीं फिरत असावा असें वाटे. पुढें पृथ्वी बाजूस सरून सूर्य विश्वमध्यावर

आल्यानंतर हें विश्वकवच अगर विश्वकटाह सर्व बाजूंनीं बराचसा मागें हटला व पहिल्याइतका कठीण नसला तरी कांहींसा तसाच कवचाच्या रूपाचा उरला. न्यूटनच्या आगमनानंतर मात्र स्थलविस्तार अनंत व अपार झाला. परंतु तथापिही त्यावरचें कवच पहिल्यापेक्षां कदाचित् फारच कमी टणक झालें असलें तरी तें अगदीच वितळून नाहींसें झालें असें म्हणावें कीं काय, हा थोडा बिकट प्रश्न आहे. कारण, न्यूटननें या अनत, अपार स्थलाला केवलत्वाच्या अवस्थेला चढवून विश्वांत केवल, शुद्धरूप स्थल म्हणून कांहीं आहे व त्यांत सर्व वस्तु, सर्व गोल मोठ्या कांचेच्या बरणींत भरलेल्या मधमाशांप्रमाणें फिरतात, अशी विचारसरणी प्रतिष्ठित केली.

या स्थलाच्या जोडीस न्यूटननें प्रस्थापित केलेली अन्य कल्पना कालाची होय. न्यूटनच्या मतें स्थलाप्रमाणेंच कालही अनंत, अपार, शुद्ध व केवलरूप होय. मात्र, स्थल जसें स्थिर आहे तसा काल स्थिर नसून तो एकाद्या प्रचंड लांबीच्या प्रवाहाप्रमाणें सर्व विश्वाला एका दिशेनें सतत पुढें खेंचून नेत आहे.

अर्थातच, स्थल-कालाच्या न्यूटनच्या या कल्पनांचें आइनस्टाइननंतरचें प्रस्तुत रूप काय आहे, हें या ग्रंथांत पुढें यावयाचें आहे. तथापि, तुलनेकरितां या जुन्या कल्पना वाचकांनीं नीट लक्ष्यांत ठेवाव्यात.

न्यूटननें प्रस्थापिलेलें तिसरें तत्त्व म्हणजे विश्वांतील सर्व लहानथोर वस्तूंच्या अंगीं असलेले आलस्य (Inertia) हे होय. या तत्त्वाच्या स्पष्टीकरणार्थ न्यूटननें त्याबद्दलचे तीन नियम कथन केले आहेत. या नियमांचें सार हें कीं, विश्वांतील प्रत्येक वस्तु विशिष्ट प्रसंगीं असलेली आपली स्थिर अगर चर अवस्था बाह्य कारणांनीं भाग पाडल्याशिवाय बदलीत नाहीं. स्थिर वस्तु, उदाहरणार्थ माळावर पडून राहिलेला धोंडा अगर टेबलावरची दौत उगीचच्या उगीच उठून, उडून जात नाहीं अगर इकडेतिकडे धांवून खालींही पडत नाही. तिचें असलें स्थानांतर होण्यास कांहींना कांहीं बाह्य कारण घडलें पाहिजे. ती कोणीं उचलली पाहिजे अगर ढकलली पाहिजे; त्याचप्रमाणें एकादा धोंडा उचलून तो ज्या दिशेनें व ज्या वेगानें एकदां भिरकावला त्याचें दिशेनें व त्याच वेगानें सतत पुढें जात राहणार, थांबणार नाही.

आलस्या

अर्थात्, आलस्याच्या या दोन उदाहरणांपैकी पहिलें उदाहरण सार्वत्रिक परिचयाचें आहे परंतु दुसऱ्याच्या युक्ततेबद्दल वाचकांस शंका येईल. मात्र, त्या शंकेचें समाधान एवढेंच की, हें जें उदाहरण घेतलें आहे त्यांत फेंकलेल्या धोंड्याचें हवेशीं घर्षण व त्यावर पृथ्वीचें आकर्षण ही अदृश्य असलीं तरी सत्य आहेत; व त्यामुळें धोंडा गतीनें मंदावून, फेंकलेल्या दिशेचा त्याग करून परत जमिनीकडे येतो. तथापि, या दोन्ही बाह्य कारणांनी न्यूटनचा आलस्याचा नियम सिद्धच होतो. मात्र, जेथें आसपास कोणाहि ग्रहताऱ्याचें आकर्षण नसेल अशा निर्वात स्थळीं असा एकादा धोंडा भिरकावला जाईल तर तो एकसारखा, एका वेगानें व एकाच दिशेनें धांवतच राहील. या प्रकारच्या गतीला आलस्यगती (Inertial motion) असें नांव आहे.

याच विचारसरणीची पुढची पायरी म्हणजे न्यूटननें प्रस्थापित केलेली वस्तूच्या महत्त्वाची अगर महाची (mass) कल्पना होय. अन्य शब्दांत या महाला वस्तूच्या आलस्याचें अंकात्मक मापन म्हणतां येईल. आधारपृष्ठाचा अगर हवेचा वगैरे बाह्य प्रतिरोध अगर घर्षण सर्वसमान असतांना दोन वस्तूंना आपली स्थिर अगर चर अवस्था बदलण्यास ज्या प्रमाणांत कमी जास्त जोर लागेल तितक्या प्रमाणांत त्यांचा मह कमी जास्त होय, असें न्यूटन म्हणे. उदाहरणार्थ, रस्त्यावर पडलेल्या खडी दाबावयाच्या दोन रूळांपैकीं एकास हालविण्यास व विशिष्ट वेगानें नेण्यास दोन बैल लागतील व दुसऱ्यास हालविण्यास व त्याच वेगानें नेण्यास त्याच शक्तीचे चार बैल लागतील तर दुसऱ्याचा मह पहिल्याच्या दुप्पट समजावा, असें न्यूटन म्हणे.

मह

पण, न्यूटनची अत्यंत महत्त्वाची कामगिरी म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाची प्राणप्रतिष्ठा होय. थोड्याच वेळापूर्वी निर्दिष्ट केलेली आलस्यगति सहसा प्रत्ययास येत नाहीं. याचें कारण तिला जरूर असें निरस्तस्थल सहसा सांपडत नाही. तर, विश्वांत ताऱ्यांसारखे असंख्य गोल असून, ते आपआपल्या भोंवतालच्या क्षेत्रांत विशिष्ट प्रकारची आकर्षणक्रिया करीत असतात.

गुरुत्वाकर्षण

ज्या दोन गोलांमध्यें ही क्रिया होते ती त्यांच्या स्वत:च्या महाच्या गुणाकाराच्या प्रमाणांत व त्यांच्या दरम्यानच्या अन्तराच्या वर्गाच्या विरुद्ध प्रमाणांत होते आणि या आकर्षणाक्रियेमुळें आलस्यगतीनें धांवत असलेल्या अन्य गोलांची अगर वस्तूंची दिशाबदल होऊन ते मार्गच्युत होतात, यामुळेंच पृथ्वी झाडावरून सुटलेल्या फळालाच काय पण चंद्रालादेखील आपल्याकडे ओढते व सूर्यही त्याचप्रमाणें आपल्या ग्रहमालेला आपल्या भोंवतीं फिरावयास लावतो. एवढेंच काय, पण, गुरुत्वाकर्षणाच्या रस्सीखेंची-(tug-of-war)चा हा नियम सर्व वस्तूंना अबाधित रीतीनें लागू आहे व जवळजवळ त्यामुळेंच विश्वाची आहे ती स्थिरचर अवस्था आहे व असते, असें याबाबत न्यूटनचें म्हणणें आहे.

अर्थात्, गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाची ही प्रतिष्ठापना अत्यंत महत्त्वाची होय. या विश्वव्यापी गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाच्या प्रतिष्ठापनेंत अंतर्भूत झालेलीं तत्त्वें वाचकांच्या नीट लक्ष्यांत राहावींत म्हणून ती पुन्हां एकदां येथें दिलीं आहेत.

१ वस्तूचा निश्चितरूप मह. (Constancy of mass.)

२ आकर्षण महांच्या गुणाकाराच्या प्रमाणांत असणें. (Proportionateness of gravitation to the product of the masses.)

३ वस्तूंची परस्परांवर तात्कालिक आकर्षणक्रिया. (आकर्षणक्रिया ही हळूहळू अगर कालक्रमसाध्य नसते तर तात्कालिक असते, हें तत्त्व— Instantaneous action.)

४ वस्तूंचें परस्परांवर दुरून आकर्षण. (गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुरूप एक वस्तु जेव्हां दुसऱ्या वस्तूस ओढते तेव्हां ती सामान्य व्यावहारिक पद्धतीप्रमाणें दोरांनी अगर आंकड्यांनी ओढीत नाहीं तर गुरुत्वरूपी गुप्त आकर्षणशक्तीनें दुरून ओढते.—Action at a distance.)

५ आकर्षण ज्या प्रमाणांत घडावयाचें तें दरम्यानच्या अन्तराच्या वर्गाच्या विरुद्ध असणें. (The daw of inverse square of the distance.)

६ समान दिशेच्या दोन आकर्षणांची बेरीज व असमान दिशेच्या आकर्षणांची वजाबाकी अखेर फलद्रूप होणें. (Mechanical addition of

velocities.) या मुद्याचें विशेष विवरण पुढें सामान्य दर्शनावरच्या प्रकरणांत करण्यांत येईल.

याप्रमाणें सर्वतोपरी पूर्ण निश्चित केलेल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानें विश्वांतील तेजोगोलांच्या स्थितिगतीसंबंधीं सर्व कूटें सुटल्यासारखीं झालीं. शिवाय, या नियमाचें जें सामान्य विधान वर दिलें आहे त्याबरहुकूम सूर्य व त्याभोंवतीं फिरणारे ग्रहोपग्रह यांच्या संबंधीं येणाऱ्या दृक्प्रत्ययासही हा नियम निर्विवादपणें लागू पडतो असेंही दिसून आलें. तेव्हां, अर्थातच न्यूटनचें हें कार्य अत्यंत यशस्वी व युगप्रवर्तक[1] मानलें गेलें.

आणि, तसेंच पाहूं जातां, एक वेळ बेशिस्त वावरणाऱ्या विश्वांत या प्रकारची शिस्त शक्य तितकी बिनचूक लागू होत असल्याचें शोधून काढणाऱ्या न्यूटनची बुद्धिमत्ता विशाल होय, यांत शंका नाहीं. सांप्रत आइनस्टाइनच्या नवदर्शनानुरूप न्यूटन हा जुनापुराणा वाटणें शक्य आहे. तरी, न्यूटननें आइनस्टानइच्या नवदर्शनाची पूर्व तयारी इतकी करून ठेविली होती कीं तें ऋषिधन आइनस्टाइनच्या वांट्यास आलें म्हणूनच त्याला त्या भांडवलाच्या जोरावर या नवदर्शनाचें भांडार उघडतां आलें यांत शंका नाहीं.

प्रकरण ४ थें.

शिष्टप्रणित यंत्रशास्त्र. (Classical Mechanics.)

(अ) स्थल.

युक्लिडच्या भूमितीच्या आधारावर ज्या एका महत्त्वाच्या शास्त्राची जुन्या काळीं उभारणी केली गेली आहे तें शास्त्र म्हणजे यंत्रशास्त्र होय. या शास्त्राची एक अगदीं एकांगी व्याख्या जी देतां येईल ती म्हणजे वस्तु कालानुक्रमें स्थलाक्रमण कसें करते याबद्दलचें शास्त्र ही होय, आणि या

1. Epoch-making.

उपयोग करून पाहण्याचा प्रयत्न केल्यामुळें अनेक गैरसमजुती व घोटाळे उत्पन्न झाले, हें पुन्हां पुन्हां सांगणें जरूर आहे.

न्यूटननें स्थल हें अनंत व अपार आहे, असें मानण्यांत हें स्थलमापन करण्यास बाह्यमर्यादा उपलब्ध होणें शक्य नाहीं अशी विचारसरणी प्रचलित करतां करतांच वस्तूशिवाय स्थल शक्य नाहीं अगर वस्तु व स्थल हे दोन भाव पृथक् नाहीत ही गोष्ट विचारकांच्या एक प्रकारें दृष्टिआडच केली, आणि वस्तुविरहित, शुद्ध, केवल स्थल म्हणून कांहीं तत्त्व विश्वांत आहे अशी कांहीशी विसंगत विचारसरणी प्रस्थापित केली. या शुद्ध स्थलाच्या कल्पनेचा अर्थच असा की, विश्वांतील नानावस्तूंची मांडणी एकमेकींच्या मागें पुढें, खालीं वर, उजव्या अगर डाव्या बाजूस, जी आहे ती या विशिष्ट स्थलवाचक क्रियाविशेषणांच्या अर्थानें जशी आहे तशीच आहे. या दिक्-संबंधांत उलटपालट शक्य नाहीं. स्थल हें सापेक्ष पण मर्यादित असल्याची कल्पना आइनस्टाइननें प्रचलित केल्याचें पुढें दिलें जाणार आहे. त्यांशीं तुलना करण्याकरितां ही शुद्ध स्थलाची कल्पना लक्ष्यांत ठेवणें जरूर आहे. मुंबईहून नागपुरास जातांना गाडी "पुढें जाते" असें म्हटल्यानंतर नागपुराहून मुंबईस 'येतांना' गाडी "मागें येते" असेंच म्हटलें पाहिजे. अन्यवाक्य-प्रचार चुकीचा होय. तसेंच 'पुणें हें मुंबईच्या उजव्या बाजूस आहे' असें एकदां म्हटल्यानंतर तें पुन्हां केव्हांहि मुंबईच्या डाव्या बाजूस आहे असें म्हणणें यथार्थ होणार नाहीं. शिवाय, इतकें लांब, इतकें रुंद, इतकें घनफूट, सरळ अगर वक्र वगैरे संज्ञांना सर्वमान्य निश्चितरूप अर्थ आहे, त्याप्रमाणें स्थलाला जणूं काय निश्चित माप आहे, आरंभस्थान आहे व दिग्बंधही आहेत अशा प्रकारची ही विचारसरणी होय. युक्लिडीय भूमितीवर विश्वास ठेवणाऱ्या न्यूटनच्या मतें हें स्थल सपाट (Flat) होतें. हें जणूं काय प्रचंड विस्ताराच्या उभ्या अगर आडव्या फळ्यांचें अगर तक्त्यांचें बनलें असावें असें सरळ रचनेचें होतें; आणि त्याला युक्लिडीय भूमिति पूर्णपणें लागू होती. परंतु स्थलाला याप्रमाणें स्वयंसिद्ध विशिष्ट स्वरूप आहे असें मानणें सांप्रत अशक्य झालें आहे. याचें मुख्य कारण हें कीं, स्थलांतील व्यवहार हे सर्व स्थिर रूपाचे असत नाहींत. त्यांत गतीचा भाव येतो. स्थलांतर म्हणजे गति होय आणि

गतीचा विचार करूं जातां न्यूटनची मांडणी अयथार्थ वाटूं लागते. ज्याला न्यूटन स्वयंसिद्ध स्वरूपाचें स्थल मानीत होता त्या स्थलाचा गतिदृष्ट्या विचार करूं जातां काय अनवस्था प्रसंग येतात, हें एका अगदीं सोप्या व कदाचित् सामान्य परिचयाच्या, अगर निदान जरूर तर, सहज करून पाहतां येण्यासारख्या प्रयोगानें सिद्ध करतां येईल.

स्थलाचें व्यक्तिबद्ध रूप

समजा कीं, एक गृहस्थ रेल्वेंतून प्रवास करीत असतां, त्यांनी एक आपल्या बरोबरच्या सामानांत चुकून आलेला लहानसा दगड बाहेर टाकण्याच्या उद्देशानें खिडकीबाहेर हात काढून व तो बाहेर भरावावर कोणास लागूं नये म्हणून, हलकेंच, दाराच्या कडेच्या सुमारास हात करून, नुसता, न फेंकतां, गाडी चालतांना खालीं सोडून दिला. अर्थात्, तो दगड जमिनीवर पडेल आणि तो दगड ज्या स्थलमार्गानें जमिनीवर पडेल तो मार्ग निश्चितरूप एकच असेल व या मार्गाला न्यूटन त्या दगडानें आक्रमिलेलें शुद्ध स्थल म्हणणार.

आतां, हें या स्थलाचें शुद्ध स्वरूप कितपत खरें तें यानंतर पाहूं.

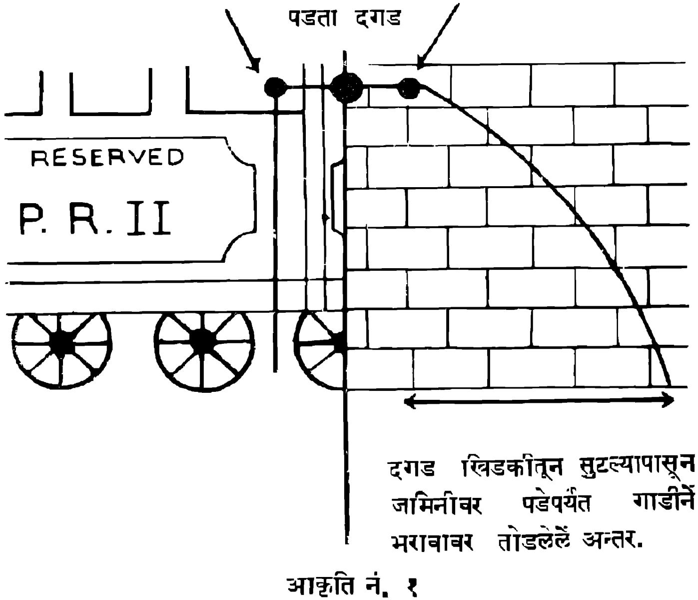
धांवत्या गाडींतून ज्या गृहस्थांनीं हा दगड सोडला ते गृहस्थ जर या दगडानें आक्रमिलेल्या मार्गाकडे पाहत असतील तर त्यांना तो दगड सुटल्या बिंदूपासून जमिनीपर्यंत अगदीं एका सरळ व भरावाशी लंब रेषेच्या मार्गानें गेला असें दिसेल. एवढेंच नव्हे, तर, या दगडाच्या एका बाजूस प्रयोगाच्या सोयीकरितां जर एक ओल्या रंगाचा ब्रश अशा रीतीनें जोडला असेल कीं, त्याच्या साह्यानें, तो दगड खालीं उतरत असतां, डब्याच्या बाजूवर त्या दगडाच्या मार्गाचा दर्शक असा एक रंगाचा पट्टाच उमटेल तर हा पट्टा गाडीच्या पायफळीशीं अगदीं उभ्या लंबरेषेंत असल्याचें आढळून येईल. ही गाडींतून पाहणाऱ्याची दगडाच्या मार्गाची स्थिति झाली. आतां, अन्यपक्षी समजा कीं, हें कृत्य भरावावर असलेल्या एकाद्या रेल्वेच्या इंजिनियरानें पाहिलें, तर त्याला तो दगड सुटल्या ठिकाणाहून सरळ लंबरेषेंत खालीं पडला असें दिसणार नाहीं; तर, तिरप्या वांकड्या परवलय (Parabolic) रेषेंत सुटल्या बिंदूपासून जमिनीवर आला असें दिसेल.

प्रयोगाच्या सोयीकरितां हें दगड सोडण्याचें कार्य एकाद्या बांधीव बोगद्यां-तून गाडी जात असतां करून दगडाच्या दोन्ही बाजूंस दोन ओल्या रंगाचे ब्रश असे बांधले कीं दगड खालीं पडत असतां त्याच्या डब्याकडच्या ब्रशानें डब्यावर एक पट्टा उठावा व त्याच वेळीं बोगद्याच्या भिंतीकडच्या ब्रशानें त्या भिंतीवर एक पट्टा उठावा, तर असें दिसून येईल कीं, डब्याच्या बाजूवरचा पट्टा उभ्या सरळ लंबरेषेंत असेल तर बोगद्याच्या भिंतीवरचा पट्टा तिरप्या वक्र परवलय (Parabolic) रेषेंत असेल आणि हे या दोन भिन्न तऱ्हेचे आलेख त्या दगडानें आक्रमिलेल्या एकच मार्गाचे एकाच स्थलाचे होत. आकृति नं. १ पाहा.

या दगडाच्या दोन्ही बाजूंस बांधलेल्या रंगाच्या ब्रशांनीं प्रत्यक्षीं:—

दगडानें आक्रमिलेल्या स्थलाचा डब्याच्या बाजूवर आंखलेला मार्ग.

व त्याच दगडानें आक्रमिलेल्या त्याच स्थलाचा बोगद्याच्या भिंतीवर आंखलेला मार्ग.



आकृति नं. १

अशा स्थितीत दगड सोडणाऱ्यानें धांवत्या गाडींतून पाहिलेला त्या दगडाचा लंबमार्ग खरा, कीं भरावावरच्या गृहस्थानें पाहिलेला त्या दगडाचा वक्रमार्ग खरा, असा प्रश्नच उद्भवत नाहीं; व हे दोन्हीहि मार्ग खरे, पण ते प्रत्येकीं ज्या त्या पाहणाऱ्यापुरते अगर निरीक्षकापुरतेच खरे असें मानल्यावांचून गत्यंतर नाहीं.

धांवत्या गाडीतून दिसलेला लंबमार्ग गाडीच्या वेगामुळें सरळ दिसतो एवढेंच, पण, तो खरोखर खरा नव्हे असा विचार चिकित्सक बुद्धीला करावासा वाटेल. परंतु त्यांत तितका अर्थ नाहीं. कारण, सेकंदास १८ मैल स्थलांतर करणारी पृथ्वी स्थिर आहे, असें म्हणण्यांत काय अर्थ आहे ?

शिवाय, केवळ मर्यादित अर्थानेंच हें विधान खरें मानावयाचें तर गाडींतून दगड सोडणारे गृहस्थ स्वतः गाडीच्या आंत पळत नव्हते अगर त्यांनी दगड हातानें फेंकलाहि नाहीं--तो फक्त सोडून दिला.

सारांश, ज्याला न्यूटनसारखे शुद्ध स्थलवादी एकच स्थल--समस्थल--समस्थलत्व म्हणतील त्याला कांहीं अर्थ नाही. स्थल हें शुद्ध तत्त्व नव्हे, तर तें पाहणाऱ्याच्या स्थिरचर अवस्थेवर अवलंबून आहे म्हणजे द्रष्टृसापेक्ष आहे.

वरील प्रयोगांतील पडत्या दगडाचा एकच मार्ग ज्यांच्या सापेक्षतेनें एकदां सरळ व एकदां वक्र आहे त्या गाडीला व बोगद्याला त्या विशिष्ट मार्गाची सापेक्ष वस्तु अगर अपेक्षित वस्तु (Reference body) म्हणतात; व या विशिष्ट उदाहरणांत गाडी-सापेक्ष अगर गाडीच्या सापेक्षतेनें दगडाचा मार्ग सरळ आहे व बोगदा-सापेक्ष अगर बोगद्याच्या सापेक्षतेनें दगडाचा मार्ग वक्र आहे, असें म्हणतात.

शिवाय गाडींतून प्रवास करणाऱ्याच्या " जगांत " या दगडाचा हा मार्ग सरळ आहे व बोगद्यांत उभे राहिलेल्या व्यक्तीच्या " जगांत " हाच मार्ग वक्र आहे व याप्रमाणें हीं दोन जगें परस्परांपासून थोडीफार भिन्न असून त्या विशिष्ट स्थळीं-काळीं त्या विशिष्ट निरीक्षकापुरतीं तीं दोन प्रत्येकीं भिन्न व प्रत्येकी खरीं आहेत, असें म्हणण्यांत येतें.

याप्रमाणें स्थल ही कल्पना सापेक्ष आहे. शुद्ध स्थल असें कांहींच नाहीं असें निश्चित ठरल्यानंतर स्थलांतर अगर स्थलांत वस्तूंची गति घडत

असतांना जो कालाचा भाव त्यांत अनुस्यूत असतो अगर विशिष्ट वस्तूला एका स्थलापासून दुसऱ्या स्थलीं जाण्यास जो काल लागतो त्या कालाच्या स्वरूपाच्या विचाराची तयारी करावयास लागं.

प्रकरण ५ वें.

प्रकाशाचें दृश्य.

सापेक्षदर्शनांत विलक्षण वाटणाऱ्या पुष्कळशा गोष्टींचा संबंध प्रकाशाशीं आहे. प्रकाश म्हणजे काय? तो कसा उत्पन्न होतो? तो एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं कसा जातो? तो कोणत्या वेगानें जातो? इत्यादि प्रकाशसंबद्ध गोष्टींचें ज्ञान नीट रीतीनें झाल्याशिवाय सापेक्षदर्शनांतील बहुतेक तत्त्वें उलगडण्यासारखीं नव्हत. सबब, या विषयांत थोडा वेळ शिरलें पाहिजे.

प्रकाशाचें स्वरूप

प्रकाश म्हणजे काय आणि तो कसा उत्पन्न होतो, हें अगदीं थोडक्यांत सांगतां येईल तेवढेंच सांगावयाचें झाल्यास अत्यंत तप्त झालेले अणुघटनेंतील ओताणू अगर वीजाणू (Electrons) ज्या वेळीं प्रचंड वेगानें कंप पावूं लागतात त्या वेळी त्यांच्या त्या कंपायमान अवस्थेमुळें उत्पन्न होणाऱ्या लाटांचा अगर तरंगांचा परिणाम द्रष्टयाच्या डोळ्यावर होऊन ते तेथें ज्या विकाराची संवेदना उत्पन्न करतात त्या विकाराच्या कारणाला प्रकाश म्हणतां येईल. प्रकाश हा याप्रमाणें व्यक्तिदृष्टया दृग्जन्य संवेदनारूप आहे. आणि त्याच्या उत्पत्तीचें वस्तुवात्मक कारण वीजाणूंची अत्यंत तप्तकंपित अवस्था होय.

प्रकाशप्रसारण

प्रकाश एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं कसा जातो, याबद्दलच्या कल्पना प्रकाशाच्या मान्यतानुरूप वेगवेगळ्या होत्या. विचाराच्या आद्यावस्थेंत प्रकाश हा कांहीसा वस्तुरूपच मानला जात होता व अर्धवट बंद केलेल्या पाण्याच्या नळांमधून, पाण्याचे थेंब ज्याप्रमाणें टप्,टप् पडतात त्याप्रमाणें

प्रकाशोद्भव वस्तूपासून[1] प्रकाशाचे बिंदु निघून ते सर्वत्र पसरतात, असें मानलें जात असे.[2] ही कल्पना न्यूटनच्या काळापर्यंत प्रचलित होती, व न्यूटन स्वतःही या मताचाच होता. त्यानंतर प्रकाश हा लहरींच्या[3] रूपाचा असतो, हा सिद्धांत प्रथम हायगेन्स् Hyghens नांवाच्या शास्त्रज्ञानें पुढें मांडला व आगस्टाइन फ्रेस्नेल (Augustine Fresnel) नांवाच्या फेंच इंजिनियरानें त्या सिद्धान्ताला आपल्या शोधांनी बळकटी आणली आणि प्रकाशाच्या लाटा या ईथरच्या लाटा असून त्या उद्भवबिंदूपासून सर्व दिशांनीं एकसारख्या पसरत जात असल्याचें सिद्ध केलें.[4]

प्रकाशलहरी

सांप्रत बदललेल्या कल्पनानुरूप कोणी शास्त्रज्ञ याही कार्याकरितां ईथर या वहित्राची जरूर नाही व हे कंप अगर वीजाणूंच्या या लहरी स्वतःच पसरूं शकतात, असेंहि मानतात. याच प्रकाशोद्वारी वीजाणूंच्या लहरींचा उपयोग सांप्रत बिनतारी संदेशयंत्रांत व त्याचप्रमाणें क्षकिरण-प्रक्रियेंत केला जातो. याच लहरींच्या साधनानें गुरुत्वजन्य आकर्षण-प्रक्रिया साध्य होते, असेंही मानलें जातें. तथापि, हें शेवटचें मत एडिंग्टन या शास्त्रज्ञाला मान्य नाहीं.

प्रकाश-वेग

मात्र, या प्रकाशतरंगांबद्दलची अत्यंत आश्चर्याची गोष्ट ही की, यांचा धांवण्याचा वेग अत्यंत प्रचंड, दर सेकंदास ३००००० किलोमिटर अगर १८६००० मैल[5] इतका आहे. आणि हे तरंग उद्भवबिंदूपासून सर्व दिशांनी चोहोंकडे—नव्हे—सर्वकडे पसरत असतात.

---

१. उद्भव = Source. २. प्रकाशकण-सिद्धान्त = Corpuscular Theory. ३. प्रकाशतरंग-सिद्धान्त=Undulatory Theory of Light. ४. आजपर्यंत वायु हाच मूर्तिमंत वेग मानला जात असून वायुवेगानें येणें जाणें म्हणजे कल्पनेच्या फार परमावधीच्या वेगाचा प्रकार मानला जात होता. आता त्याऐवजी "प्रकाश-वेगानें" ही संज्ञा जास्त योग्य वाटते. मनाच्या चंचलपणालाहि वायु-वेगाची उपमा देण्यापेक्षां प्रकाशवेगाची उपमा देणें अनेक कारणांनी जास्त बरें ! ५. हा प्रकाश-वेगाचा दर Absolute नव्हे. यांत ६-२५ मैल इतका न्यूनाधिक फरक संभवतो.

एकाद्या शान्त अशा तळ्यांत एक दगड जर टाकला तर तो जेथें पडेल तेथून एकमध्य (Concentric) वर्तुळाकार लाटा एकीमागून एक उत्पन्न होऊन त्या सर्व तलावभर क्रमाक्रमानें पसरत जात असल्याचें सर्वांनीं पाहिलें असेल अगर जरूर तर सर्वांना केव्हांही पाहतां येईल. या लाटा पाण्याच्या पृष्ठभागावर त्याचप्रमाणें पाण्याच्या अन्तर्भागांत उद्भव-बिंदूपासून क्षणोक्षणीं वाढत्या अर्धगोलाकार क्षेत्रांत पसरत असतात. अर्ध-गोलाकार म्हणण्याचें कारण एवढेंच कीं, पाण्याच्या पृष्ठाच्या वरच्या वातावरणांत त्यांना गति नसते.

असाच कांहींसा प्रकार ज्यांनी ध्वनि एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणीं नेला जातो त्या हवेच्या लाटांचा होतो. त्यांचा वेग अर्थात् पाण्याच्या वेगापेक्षां पुष्कळ जास्त म्हणजे सेकंदास ११०० फूट असतो, व त्यांचें प्रसरण क्षणोक्षणीं वाढत्या पूर्ण गोलाकार (Spherical) क्षेत्रांत होत असतें.

याच प्रकाराची परमावधि प्रकाशतरंगांबाबत होते. त्यांना उद्भव असतोच व त्यांचें प्रसरण क्रमवर्धिष्णु गोलाकार क्षेत्रांत होतें. मात्र, त्यांचा वेग हवेच्या वेगापेक्षांहि प्रचंड—वर दिल्याप्रमाणें दर सेकंदास १८६००० मैल इतका असतो.

पूर्वापार विचाराच्या तुलनेच्या दृष्टीनें मौजेची गोष्ट ही की, प्रकाशाचा कांहींसा वस्तुरूप कणसिद्धान्त मान्य करणारांना—व त्यांमध्यें न्यूटनही होता—प्रकाशाला कांहीं मर्यादित गति आहे, असें वाटलें नव्हतें. एकादा दिवा लागला कीं तो सर्व विश्वांत एकदम व तावडतोब त्याच क्षणीं दिसला पाहिजे असें पूर्वी मानलें जात होतें. कदाचित् त्यावेळचें विश्वच लहान मानलें जात नसेल असें कोणीं सांगावें ? पण, हें कसेंही असो, सांप्रतचे शास्त्रज्ञ प्रकाशाला पूर्वींइतक्या प्रचंड वेगानें वावरूं देत नसले तरी त्यांनीं त्याची निश्चित केलेली गति इतकी प्रचंड आहे कीं, त्या गतीनें जाणारें प्रकाशाचें टपाल लवकर-उशीरां पोहोंचत असल्याचा बोभाटा ऐकण्यास पृथ्वीची चिमकुली गोटी सोडून बाहेरच्या अफाट विश्वांतच गेलें पाहिजे. कारण पृथ्वीचा परीघ २४००० मैल आहे, तर, प्रकाशाचा वेग त्याला पुरून सहज उरण्याइतका-दर सेकंदास १८६००० मैल आहे.

प्रकाश-किरणांना याप्रमाणें कांही निश्चितरूप गति आहे कीं नाहीं, हें शोधून काढण्याचा गालीलिओनेंहि प्रयत्न केला होता. परंतु १६७०[1]च्या सुमारास ऑलॅफ रोमर[2] या डॅनिश शास्त्रज्ञानें गुरुग्रहाचे त्याच्या चंद्राला लागणाऱ्या ग्रहणाच्या वेळेवरून ती गोष्ट निश्चित केली. रोमरचें निरीक्षण असें होतें कीं, गुरुग्रह पृथ्वीच्या जवळ असतांना त्याचें त्याच्या एका चंद्रास लागणारें ग्रहण लागल्यानंतर लवकर दिसतें; परतु, तो दूर असल्या वेळीं हें ग्रहण लागण्याच्या मोजलेल्या वेळेपेक्षां बऱ्याच वेळानंतर दिसतें. अर्थात्, ह्याचें कारण प्रकाशकिरणांना दुरून येण्यास तितका जास्त वेळ लागतो, हें उघड होय. बऱ्याच काळानंतर ब्राडले[3] नांवाच्या इंग्लिश ज्योतिर्विदानेंही या कल्पनेला पुष्टि दिली व न्यूटनच्या मृत्यूच्या सुमारास सुमारें १७२७ सालीं प्रकाशाला स्थलांतर करण्यास वेळ लागतो व प्रकाशाचा हा स्थलांतराचा वेग पूर्वी दिलेला दर सेकंदास १८६००० मैल आहे हें सिद्ध झालें. अर्थात्च, यामुळें वास्तवशास्त्राच्या नाना शाखांतील पूर्व कल्पनांना धक्का बसला. यांपैकीं एक भाग म्हणजे विश्वाच्या विस्ताराच्या शास्त्रज्ञांच्या कल्पना फारच बदलल्या. "विश्व आपल्या फुगलेल्या अंगाएवढें"च मोठें नसून खरोखरच फार मोठें असल्याची कल्पना स्थिर होऊं लागली. त्यांतल्यात्यांत, प्रकाशकिरणांना गति असल्याची व त्यांचा विस्तार तात्क्षणिक अगर तात्कालिक नसल्याची कल्पना उद्भुत होतांच दृक्प्रत्ययाची कालदृष्ट्या किंमत कमी झाली व 'पाहण्याच्या' क्षणामागें 'होण्याचा' क्षण निरनिराळ्या द्रष्ट्यांच्या स्थानानुरूप रेंगाळत असतो, ही काळ रेंगाळण्या (TimeLag)ची कल्पना विचारांत घेणें भाग पडून तदनुसार दृक्प्रत्ययकाल शुद्ध करून घेणें भाग पडूं लागलें.

यानंतर, या प्रकाशकिरणांच्या वेगाच्या अनुषंगानें कांही असामान्य व विलक्षण वाटणाऱ्या गोष्टींचा विचार घेऊं. प्रकाश-

प्रकाशाबाबतचें दृश्य

किरणांचा वेग दर सेकंदास १८६००० मैल आहे, हें गणितरीत्या अनेक[4] प्रयोगान्तीं सिद्ध झालेलें आहे व या दरानें सूर्यप्रकाश पृथ्वीवर येऊन पोहोंचण्यास ८$\frac{1}{3}$ मिनिटें

---

१ नक्की १६७५. 2 Olaf Romer. 3 Bradley. ४ पृथ्वीवरील प्रयोग, ग्रहांचें निरीक्षण, तारायुग्मांचा वेध, ताऱ्यांचा दूर अन्तरावरून प्रकाश येत असतां त्या ताऱ्यांची प्रत्ययास येणारी वर्णरेखास्थानभ्रष्टता इ. इ.

लागतात, हें सूर्य व पृथ्वी यांच्या दरम्यानच्या अन्य प्रमाणांनीं सिद्ध झालेल्या अन्तरावरून निश्चित झालेलें आहे. मात्र या दर सेकंदास १८६००० मैल या वेगाचा अर्थ काय व त्यांत कोणकोणत्या विलक्षण घटनांचा समावेश होतो, याचा विचार करणें आतां क्रमप्राप्त होतें.

सेकंद हा वास्तवशास्त्रज्ञांनी अत्यंत लहान असा कालमापनाचा एक मानलेला आहे आणि एवढ्या लहान कालखंडांतहि प्रकाशकिरण १८६००० मैलांचा पट्टा गिळंकृत करतो. कोणत्याहि चर वस्तूचीं—अगदीं प्रचंड वेगानें धांवणाऱ्या आकाशस्थ गोलाची गति प्रकाशगतीच्या शतांशाइतकी देखील नाहीं. केवळ पृथ्वीच्या गतीचा विचार केला तरी ती दर सेकंदास फार तर १८ मैल म्हणजे प्रकाशाच्या $\frac{१}{१०,०००}$ एक दशसहस्रांश वेगानें सूर्यपरिभ्रमण करते. सेकंदास १८ मैल हा वेग म्हणजे तासास (१८×६०×६०=६४८००) सुमारें ६५ हजार मैलांचा वेग झाला; आणि हा वेग कागदावर चर्‌चर्‌ चालणाऱ्या लेखणीला लिहावयास सहज असला तरी प्रत्यक्ष व्यवहारांत त्याची कसलीच शक्यता नाहीं, हें उघड आहे. आजकाल अगदी परमावधीचा वाटणारा ताशीं २७५ मैलांचा मोटारीचा वेग हा प्रकाशकिरणाच्या वेगाचा गणितशास्त्राव्यतिरिक्त कोणताहि विचारार्ह भाग नव्हे, तो केवळ शून्य भाग होय, हें उघड आहे. मात्र, हें या वेगाच्या असामान्यत्वाचें थोडें विवेचन झालें. यानंतर या वेगांत अन्तर्भूत असलेल्या दोन महत्त्वाच्या व विलक्षण सिद्धान्तांचा विचार करूं. हे सिद्धान्त पुढें दिले आहेत.

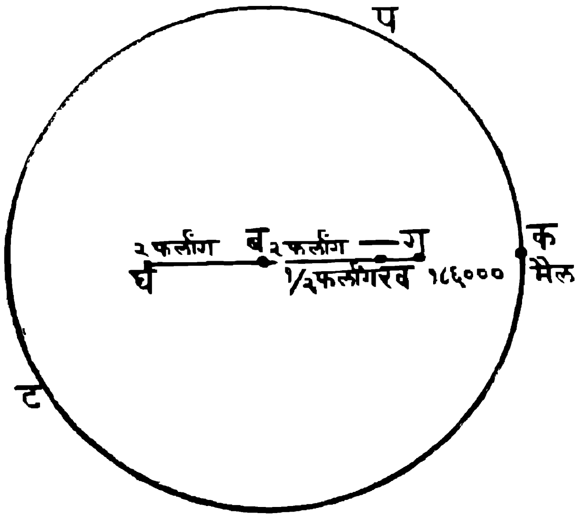
१ प्रकाशकिरणांच्या प्रसरणाचा हा वेग नाना वेगांनीं व नाना दिशांनीं फिरणाऱ्या सर्व द्रष्ट्यांना सारखाच म्हणजे सेकंदास १८६००० मैल या दरानेंच प्रत्ययास येतो.

२ प्रकाशकिरणांच्या प्रसरणाचा हा वेग प्रकाशोद्भव-वस्तूच्या गतीनें अबाधित असतो.

या दोन सिद्धान्तांपैकीं पहिला सिद्धान्त प्रथम विचारास घेऊं:—

हा सिद्धान्त वास्तविक पाहतां, समजण्यास फारच बिकट आहे. प्रथम या सिद्धान्ताचा अर्थ स्पष्ट करण्याकरितांच एक उदाहरण घेणें जरूर आहे.

समजा कीं, एका ठिकाणच्या 'ब' या बिंदूपासून 'क' हा किरण (आकृति नं. २) यांत दर्शविल्याप्रमाणें सोडला. शिवाय तात्कालच तासास २२५ मैल धांवणारी एक मोटार 'ख' व तासास ९०० मैल धांवणारी भावी युगांतील प्रचंड वेगाची मोटार 'ग' ह्या दोन मोटारी या किरणाच्या दिशेनें 'ब' बिंदूपासून सोडल्या व तात्कालच तासीं ९०० मैल धांवणारी अन्य मोटार 'घ' ही 'ब' बिंदूपासून, पण किरणाच्या उलट दिशेस जाण्यास सोडली. अशा स्थितींत वरील पहिल्या सिद्धान्ताप्रमाणें १ सेकंदानंतर 'ब' या स्थिर निरीक्षकाला व 'ख', 'ग' व 'घ' या तिन्ही मोटारींतील भिन्न वेगांनीं व भिन्न दिशांनीं धांवणाऱ्या निरीक्षकांना 'क' किरण हा आपआपल्यापासून सारख्याच अन्तरावर म्हणजे १८६००० मैल अन्तरावर दिसेल.



आकृति नं. २.

अन्य शब्दांत 'ब' बिंदु मध्य कल्पून बक या १८६००० मैल त्रिज्येनें क-प-ट हें वर्तुळ काढल्यास (अगर 'क' किरण एकाच दिशेनें धांवेल असा न

सोडतां तो सर्व दिशांनी पसरेल असा सोडून एका सेकंदानंतर या किरणाच्या सर्वदिग्गामी लाटांचा जो एक गोल बनेल त्याचा अर्धगोलच्छेद क प ट या बिंदूंनीं दाखविल्यास) ब, ख, ग व घ हे चारही द्रष्टे उपरिनिर्दिष्ट क बिंदूपासून वर्तुळमध्याकडे १८६००० मैल अंतरावर म्हणजे ब या मध्यबिंदूपाशींच असल्याचा भ्रम उत्पन्न करतील.

अर्थातच याप्रमाणें हे चारही द्रष्टे एका बिंदूशींच नसतांही ते परिघवर्ती क बिंदूपासून १८६००० मैल असल्यामुळें (सिद्धान्तांतील सिद्ध करण्याचा भाग) त्या बिंदूपाशीं असल्याचा हा जो भ्रम उत्पन्न होतो तोच या सिद्धान्तांतील समजण्यास अतिशय कठीण भाग होय व हा भाग स्पष्ट करण्याचा आतां यत्न करणें जरूर आहे.

सुरुवातीस ह्या गोष्टी निर्विवाद होत कीं, (१) प्रकाशकिरणांचा प्रसरणाचा वेग सेकंदास १८६००० मैल होय. कारण, हा वेग परस्परनिरपेक्ष अनेक प्रमाणांनीं सिद्ध झालेला आहे; (२) ' ख ', ' ग ' व ' घ ' हे तीन द्रष्टे ' ब ' बिंदूपाशीं अगर तेथील ब या द्रष्ट्यापाशीच नाहींत तर ते आपल्या मोटारीसह धांवत तेथून कांही कमी जास्त पण निश्चितरूप अन्तरावर आहेत.

यानंतर, बरबर पाहतां हें कोडें म्हणजे अंकगणिताच्या काळ, काम आणि वेग या प्रकरणांतील उदाहरण नव्हेच असें नाहीं. या तीन बदलणाऱ्या संख्यांपैकीं या उदाहरणांत प्रकाशाचा वेग बदलत नाही. कारण, तो स्थिर असल्याचें अन्य प्रमाणांनीं सिद्ध आहे. दुसरी बदलणारी संख्या काम अगर प्रत्येकीं ' ख ', ' ग ', ' घ ' या तीन बिंदूंचें ब या मध्य बिंदूपासून अन्तर हें वस्तुतः भिन्न असून भिन्न नसल्यासारखें प्रत्ययास येत असल्याचा दृग्भ्रम उलगडून दाखवावयाचा आहे. तेव्हां, अर्थात् तिसरी बदलणारी संख्या जी काळ तिच्यांतच कांहीं तरी गोम असली पाहिजे. भिन्नभिन्नकाल बिंदूलाच हे सर्व द्रष्टे तोच तो सुरुवातीपासून एका सेकंदाचा काल मानीत असले पाहिजेत. परंतु, निरीक्षणाचा काल भिन्न असल्याची गोष्ट मान्य कोण करणार? एक तर ' ब ', ' ख ', ' ग ' व ' घ ' या सर्व निरीक्षकांचीं घड्याळें अगदी एका मेकरचीं व अगदी बिनचूक चालणारीं, मुद्दाम प्रयोगाकरितां अज-

मानून, नीट तपासून घेतलेलीं आहेत व निरीक्षकही प्रत्येकी बिनचूक निरीक्षण करणारे असून दोष त्यांच्या माथीं लादण्यासारखा नाहीं. तर मग काय झालें? आइन्स्टाइन म्हणतो कीं, " त्यांच्या धांवण्याच्या वेगामुळें प्रत्येकीं त्यांच्या कालाचा भिन्न प्रमाणांत संकोच झाला. पण, कालाचा संकोच म्हणजे काय? तर, नवा कपडा भिजविल्या-धुतल्यानंतर ज्याप्रमाणें आकसतो, पहिल्याइतका लांब भरत नाही, त्याप्रमाणें स्थिर स्थितींतील कालाचें चर स्थितींत संकोच पावणें, म्हणजे कालसंकोच होय. स्थिर स्थितींतील तोच कालखंड चर स्थितींतील कालखंडापेक्षां मोठा असतो व चर स्थितींतील तोच कालखंड स्थिर स्थितींतील कालखंडापेक्षां लहान असतो. किंवा ही गोष्ट काल मापावयाच्या घड्याळांच्या भाषेंत बोलावयाची म्हणजे स्थिर स्थितींतून घड्याळें जों जों चर स्थितींत वाढत्या वेगानें जाऊं लागतात तों तों तीं जलद कीं मंद?—जलद नव्हे! मंद चालतात. आणि परिणाम असा होतो कीं, स्थिर स्थितींतील घड्याळांत जर एक सेकंद होतो तर चर स्थितीतील घड्याळांत सेकंदापेक्षां कमी वेळ दर्शविला जातो.

मात्र, हें विवरण समजाऊन घेतांना वाचकांनी एक गोष्ट करणें अत्यवश्य आहे व ती म्हणजे ठिकच्या ठिकाणी बसलें असतां एक बिनचूक चालणारें, एक मंद चालणारें व एक जलद चालणारें अशीं तीन घड्याळें घेऊन घड्याळें मंद अगर जलद चालण्यानें बिनचूक चालणाऱ्या घड्याळांतील कालखंड लहान होतात कीं मोठे होतात हा प्रयोग अगर असलाच कसला प्रयोग करून पाहून त्यावरच्या स्वानुभवावरून वर दिलेलें तत्त्व ताडून पाहण्याचा बिलकुल प्रयत्न करूं नये. त्या प्रयत्नानें समजूत पटण्याऐवजीं घोटाळा मात्र वाढेल. कारण, एक तर, येथें घड्याळें मंद, मध्यम अगर जलद चालणाऱ्या परिणामाचा विचार उद्दिष्ट नव्हे; आणि दुसरें म्हणजे पृथ्वीवरील मध्यम अगर बिनचूक चालणाऱ्या घड्याळांतील काळ हा घरकोंबड्या व्यवहाराचाच काळ होय. आणि तसें पाहूं गेलें तर, भूमर्यादेवरील सर्व व्यवहाराला तोच काळ लागू आहे. परंतु, त्यापेक्षां विस्तृत विश्वक्षेत्रांत असें कोणचेंही घड्याळ नाहीं कीं, त्यानें दर्शविलेला काल अगर कालखंड हाच शुद्धरूप (Standard) मानला पाहिजे. जशी निश्चितरूप

अगर केवल, शुद्धरूप स्थलाची कल्पना ही कोत्या समजुतीचा परिणाम होय, तशीच निश्चितरूप, शुद्ध, केवल कालाची कल्पना हीहि कोत्या समजुतीचाच परिणाम होय. सबब, शुद्ध, सत्य कालाची कल्पना सोडून देऊन, काल हा व्यक्तिबद्ध म्हणजे भिन्नभिन्न गतीनें धांवणाऱ्या दरएक द्रष्ट्याला ज्याच्या-त्याच्यापुरता खरा व गतिसापेक्ष म्हणजे जों जों वाढत्या वेगानें धांवावें तों तों संकोच पावणारा असतो; आणि सबब तो त्या स्थितींतील घड्याळें अल्प-कालदर्शी अगर मंद चालणारीं असा भ्रम उत्पन्न करतो, अशी स्वत:ची समजूत दृढ करून ती वस्तुस्थितीशीं जुळती केली पाहिजे.

इतक्या प्रास्तकालसूचनेनंतर या कालसंकोचाच्या कारणामुळें ब, ख, ग व घ या चारही द्रष्ट्यांना प्रकाशकिरणांचा वेग एकाच दरानें प्रत्ययास येत असल्याच्या उदाहरणाची पूर्तता करण्याकरितां पुढील ब, ख, ग व घ यांना लागू असणारी समीकरणें द्यावयास हरकत दिसत नाही.

द्रष्टा	काल	काम अगर स्थल–मैल	वेग दर सेकंदास मैल	
ब	१ सेकंद	१८६०००	१८६०००	,,
ख	$\frac{७७५}{८००}$ सेकंद	१८६०००–$\frac{१}{२}$ फर्लांग	१८६०००	,,
ग	$\frac{७००}{८००}$ सेकंद	१८६०००–२ फर्लांग	१८६०००	,,
घ	$\frac{९००}{८००}$ सेकंद	१८६०००+२ फर्लांग	१८६०००	,,

१. इतक्यावरहि एकदोन गोष्टी लक्षांत ठेवणें जरूर आहे कीं, वरच्या समीकरणांतील $\frac{७७५}{८००}$, $\frac{७००}{८००}$ व $\frac{९००}{८००}$ हे आंकडे गणितसिद्ध मानूं नयेत; तर ख, ग व घ यांच्या धांवत्या स्थितींतील घड्याळांनी प्रत्येकीं बिनचूक एक सेकंद दर्शविलेला काळ हा बच्या स्थिर स्थितींतील घड्याळानें मापला असतां तो गतीच्या कांहीं प्रमाणांत एका सेकंदापेक्षां कमी भरण्याच्या वस्तुस्थितीचें केवळ निदर्शक म्हणून ते घ्यावयाचे आहेत.

२. ख, ग व घ यांना आपलें एका सेकंदाचें माप 'ब'च्या हिशोबीं कमी आहे अगर 'ब'चें आपल्यापेक्षां जास्त आहे, याची कल्पनाही नाहीं. ते आपआपलें निरीक्षण निघाल्या वेळांपासून आपआपल्या घड्याळांनी बिनचूक एका सेकंदानें करीत आहेत; आणि, तथापि, त्यांच्या वैयक्तिक कालाचा त्यांच्या वैयक्तिक भिन्न वेगानें भिन्न प्रमाणांत संकोच झाला असल्यामुळें मूळ

उदाहरणांतील 'एका सेकंदा'नंतर जें प्रत्येकाचें आपल्यापासून किरणाच्या अन्तराचें मापन होणार तें सुरुवातीस निघण्याच्या कालबिंदूपासून विशिष्ट, नक्की, बिनचूक सममूल्य कालीं होत नाहीं, तर किंचित् फरकानें भिन्नभिन्न काली होतें. विशिष्ट निरीक्षणाचा अगर स्वतःपासून त्या विशिष्ट किरणाचें अन्तर मापण्याचा या तिघांचा कालबिंदु तोच तो सुरुवातीपासून पूर्ण एक सेकंद —कोणच्या शुद्धरूप घड्याळानें ?—नव्हे.

३. याचप्रमाणें त्यांना ब बिंदूपासून स्वतःचें मापलेलें अर्धा फर्लांग अगर दोन फर्लांग अन्तर हेंहि निर्विवाद शुद्धरूप स्थल–अन्तर–नव्हे. कारण, पुढें प्रकरण ८ मध्यें दर्शविल्याप्रमाणें त्यांच्या स्थलमापनाच्या साधनांचाही त्यांच्या भिन्न वेगांच्या प्रमाणांत भिन्नप्रमाण संकोच होत असल्यानें हीं अन्तरेंही थोडीफार दूषित झालेलीं आहेत.

याप्रमाणें भिन्नप्रमाण वेगांमुळें भिन्नप्रमाण संकोच पावलेल्या स्थलकालाचा परस्परांशीं गणितात्मक मेळ घालण्यानेंच एकीकडे भिन्न वेगांनीं व भिन्न दिशांनीं धांवणारे हे चारही द्रष्टे विशिष्ट अवधीत प्रसृत झालेल्या तेजोगोलांच्या मध्यबिंदूशीं नसतांहि ते त्यांच्या मध्यांशीं असल्याचा गणितात्मक भ्रम उत्पन्न करतात आणि प्रकाश-किरणांच्या प्रसरणाचा वेग भिन्न दिशांनीं व भिन्नभिन्न वेगांनीं धांवणाऱ्या सर्व द्रष्ट्यांना सारखाच प्रत्ययास येत असल्याचें शुद्ध सत्य प्रस्थापित करतात.

इतक्या विवेचनानंतर हा द्रष्ट्याचा वेग याहीपेक्षां पुष्कळ प्रमाणांत वाढविण्याचा प्रयत्न केला असतां काय होईल ते पाहूं. समजा कीं, अन्य दोन द्रष्टे (त) व (थ) असे आहेत कीं, (त)चा धांवण्याचा वेग प्रकाशाच्या वेगाच्या अर्धा आहे व 'थ'चा धांवण्याचा वेग प्रकाशाच्या वेगाइतकाच आहे. तर, अशा स्थितींत 'ब', 'त' व 'थ' या तीन द्रष्ट्यांच्या निरीक्षणाची तुलना पुढीलप्रमाणें सामान्यतः व गणितसिद्ध आंकडे न घेतां पण केवळ कल्पनाचित्र स्पष्ट करण्याकरितां आंकडे घेऊन पुढें दिल्याप्रमाणें करतां येईल.

द्रष्टा	सेकंदास धांवण्याचा वेग	कालसंकोचाचें प्रमाण	स्थलसंकोचाचें प्रमाण	प्रकाशाचा सेकंदास वेग
ब	०	०	०	१८६००० मैल
त	९३००० मैल	५० टक्के	५० टक्के	१८६००० मैल
थ	१८६००० मैल	१०० टक्के	१०० टक्के	१८६००० मैल

या आंकड्यांपैकीं 'थ'चे स्थलकालसंकोचाचे आंकडे विचार करण्यासारखे आहेत. ते प्रत्येकीं परमावधीस गेलेले आहेत. कारण, एक सेकंद हा अत्यंत लहान कालखंड होय. त्याला आद्यंत हीं पृथक् टोकें नाहींत. आणि तेवढ्या निरवधींत घडलेलें स्थलान्तर हें कालाच्या निरवधित्वामुळें शून्यच होय. प्रकाशवेगानें धांवणाऱ्या द्रष्ट्याला अगर प्रकाशाला स्थलकालाचें पूर्ण उच्चाटण झाल्याचा प्रत्यय येतो. प्रकाशमयत्व म्हणजे स्थलकालहीनत्व किंवा स्थलकालातीतत्वच होय. स्थिर बिंदूशीं असलेल्या बिचाऱ्या 'ब'लाच मात्र स्थलकालांचीं बंधनें संपूर्णतेनें पाळणें भाग पडतें. अन्य शब्दांत, स्थलकाल हे भाव व त्यांचा पृथक्पणा हा मर्यादित, व्यक्तिबद्धतेचा परिणाम होय.

यानंतर, पूर्वी नमूद केलेल्या सिद्धान्तांपैकीं दुसरा सिद्धान्त विचारांत घेऊं. हा सिद्धान्त समजण्यास पहिल्या सिद्धान्ताइतका अवघड नसेल, आणि तरीहि तो फारसा सोपा नाहींच.

प्रकाशोद्गारी वस्तूच्या गतीनें अबाधित राहणारी प्रकाशाची गति

या सिद्धान्ताचें विधान असें कीं, एकादी प्रकाशोद्गारी वस्तु जर प्रकाशप्रसरण करीत वेगानें धांवत असेल तर त्या प्रकाशोद्गारी वस्तूचा वेग कितीही प्रचंड असला तरी त्या वस्तूपासून उत्पन्न होणाऱ्या प्रकाशाचा वेग मात्र त्या वस्तूच्या गतीनें बदलत नाहीं, तर तो असतो तितकाच—दर सेकंदास १८६००० मैल इतकाच—असतो.

या सिद्धान्ताचा सरळ अर्थ काय, हें प्रथम उदाहरण देऊन स्पष्ट केलें पाहिजे; म्हणजेच त्यांतील उद्दिष्ट विधान पटणें सोयीचें होईल. हा अर्थ अगदीं परमावधीच्या टोकाचें एक उदाहरण घेऊन स्पष्ट करणें सोपें

होईल व त्या दृष्टीनें असें म्हणावयाचें कीं—समजा कीं 'अ' व 'ब' हे दोन स्थलबिंदू सरळ रेषेंत परस्परांपासून १८६००० मैल दूर आहेत व अ बिंदूजवळ 'अ' व ब बिंदूजवळ 'ब' असे दोन द्रष्टे उभे आहेत. अशा स्थितींत 'अ'नें एक विद्युद्बाण पेटवून तो तावडतोब सेकंदास १८६००० मैल इतक्या प्रचंड वेगानें धांवेल असा सोडला. असें असतां, एका सेकंदानें काय होईल? पहिली गोष्ट ही कीं, बाण नुसता पेटविला असता तरी देखील त्याचा प्रकाश 'ब' ला एका क्षणांत पोहोंचला असता. आतां, त्याच्या जोडीस दर सेकंदास १८६००० मैल इतक्या वेगानें प्रकाशाचें प्रसरण करीत तो विद्युद्बाण स्वतः त्याच वेगानें त्याच बिंदूकडे धांवत आहे. सबब, एका सेकंदानें बाण देखील 'ब' बिंदूजवळ येऊन पोहोंचला असेल. आणि असें जर खरें, तर मग, त्या सेकंदाच्या वेळांत त्याचा प्रकाश कोठें गेला असेल? तो 'ब' बिंदूच्या पुढें आणखी १८६००० मैल अन्तरावर एखाद्या 'क' बिंदूपर्यंत गेला असेल काय? या प्रश्नाचें उत्तर नकारार्थी आहे. बाण हा 'अ' बिंदूपाशीं असो कीं 'ब' बिंदूपाशीं धांवून आलेला असो, 'अ' बिंदूपासून निघालेला त्याचा प्रकाश एका सेकंदांत 'ब' पर्यंतच धांवूं शकतो. तो त्यापुढें त्याच सेकंदांत जाऊं शकत नाहीं. दुसऱ्या सेकंदास काय होईल तो भाग वेगळा, व जें काय होणार तेंहि यावेगळें कांहीं होणार नाहीं. अशा रीतीनें प्रकाशोद्गमाचा वेग शून्य असो, म्हणजे बाण 'अ' पाशींच स्थिर असो अगर तो प्रकाशवेगाइतकाही प्रचंड गतीनें धांवत असो, म्हणजे बाण एका सेकंदांत ब बिंदूपाशीं येऊन पोहोंचला असो, प्रकाशकिरणाचा वेग त्यायोगानें बाधित होत नाहीं—अबाधित राहतो, असा या विधानाचा अर्थ आहे.

अर्थातच हें विधान समजण्यास व पटण्यास इतकें सोपें असेल असें वाटत नाही. "कितीहि चाललें झराझर तरी दोन्ही पाय बरोबर" या म्हणीसारखा प्रकार दर सेकंदास १८६००० मैल वेगानें धांवत असलेल्या प्रकाशकिरणांबाबतही कसा होत असावा, हें मोठेंच कोडें वाटण्याचा संभव आहे. परंतु जरा जास्त विचार केल्यास ही अडचण दूर होईल व हें कोडें सुटेल, असें वाटतें.

गतींत गतींचें स्खलन

याकरितां, प्रथम या कोड्याच्या उद्भवाच्या बुडाशीं असलेल्या व वाचकांच्या मनांत दृढ झालेल्या एका पुराणयंत्रशास्त्रांतील चुकीच्या तत्त्वाचा निरास करणें जरूर होईल. या तत्त्वाला वेगाच्या अंकगणितात्मक बेरजेचें तत्त्व (The Principle of Mechanical Addition of Velocities) असें नांव दिलें जातें. थोडक्यांत याला 'गती'त गतींचें अगर गतींवर गतींचें तत्त्व म्हणतां येईल. हें तत्त्व उदाहरण देऊन स्पष्ट करावयाचें म्हणजे समजा की, एक २०० फूट लांबीची रेल्वे गाडी ताशीं ३० मैल वेगानें चालत असतां इंजिनमधल्या मनुष्यानें एक दगडी कोळसा मिनिटास अर्धा मैल या वेगानें झुगारून दिल्यास तो एका मिनिटास किती दूर जाईल? अर्थात्, त्याचें उत्तर गाडीचा वेग मिनिटास अर्धा मैल अधिक कोळशाचा वेग मिनिटास अर्धा मैल मिळून कोळशाचा वेग वरच्या स्थितीत एक मैल, असें न्यूटनीय वास्तवशास्त्राचा कोणताहि विद्यार्थी देईल व तें उत्तर फारसें चुकीचें आढळून येणार नाहीं. कारण, एक तर, यांत अन्तर्भूत झालेलें गतीच्या गणितात्मक बेरजेचें तत्त्व (Mechanical addition of Velocities) चुकीचें आहे असें सांप्रत सिद्ध झालें असलें तरी ही चूक वरील उदाहरणांत फारच अल्प असते व शिवाय येथील बाढविलेली गति प्रत्यक्ष वस्तूची म्हणजे गाडींतून धांवत असलेल्या कोळशाची आहे. परंतु सर्वच गति या प्रकारची अगर वस्त्वात्मक नसते. गतीचे दोन प्रकार संभवतात. एकीस वस्तुगति (Object Motion) व दुसरीस तरंगगति (Wave Motion) असें म्हणतात.

तरंगगति

तरंगगति (Wave Motion) म्हणून जिला म्हणतात तिचा प्रकार वस्तुगति (Object Motion) पेक्षां वेगळा असतो. तरंगगतीचा वेग तरंग उत्पन्न करणाऱ्या उद्गमाच्या वेगानें नियमित होत नाही. तर तो ज्या द्रवांत तरंग उत्पन्न व्हावयाचे त्याचा तद्विशिष्ट स्वभावधर्म होय. पाण्याची तरंगगति मंद असते; हवेची तिजपेक्षां जास्त असते, व प्रकाशवाही ईथरची, अर्थात्, सर्वांत जास्त—अगदी प्रचंड असते. ईथरमधली ही तरंगगति गत्युद्भवाच्या वेगानें नियमित होत नाहीं, हें पटवून देण्याकरितां हवेच्या अगर

पाण्याच्या लाटांचें उदाहरण घेणें इष्ट होईल. आवाजाची गति म्हणजे हवेच्या लाटांची गति दर सेकंदास ११०० फूट आहे. परंतु एकाद्या ताशीं साठ मैल वेगानें धांवणाऱ्या मेल गाडीच्या शिटीच्या ध्वनीचा वेग म्हणजे वर दिलेल्या हवेच्या लाटांचा वेग व शिवाय त्यांत मेल गाडीचा ताशीं साठ मैलांचा वेग यांची बेरीज नव्हे. धांवत्या गाडीतून फुंकलेल्या शिटीचा आवाज स्थिर उभ्या राहिलेल्या गाडींतील शिटीच्या आवाजापेक्षां विशिष्ट ठिकाणीं लवकर पोहों-चणार नाहीं. त्यायोगानें शिटीच्या आवाजाचा कर्कशपणा वाढेल म्हणजे विशिष्ट कालावधींत ध्वनीच्या तरंगांची संख्या वाढेल, परंतु आवाजाचा वेग वाढणार नाही. याचें थोडक्यांत प्रत्यंतर पाहावयाचें असल्यास रेल्वरस्त्याशेजारीं एकाद्या ठिकाणीं उभें राहून रेल्वे गाडी जवळ येतांना तिनें फुंकलेली शिटी व रेल्वे गाडी दूर जात असतांना तिनें फुंकलेली शिटी ऐकून पाहावें. जवळ येत असलेल्या गाडीची शिटी जास्त जास्त कर्कश होत जाते व दूर जात असलेल्या गाडीची शिटी कोमल होत जाते.

एक सामान्य अनुभव

हाच प्रयोग एखाद्या लहानशा तळ्यांतील पाण्यावरही करून पाहतां येईल. त्याकरितां एखाद्या तलावावर भाकरीचा खेळ खेळून पाहावा अगर अन्य कोणी खेळत असतां भाकऱ्या ज्या कांठाकडे फेंकल्या जात असतील, त्या कांठाशीं उभें राहून तो पाहावा. याप्रमाणें पाहिलें असतां, पाण्याच्या लाटा उत्पन्न करणाऱ्या भाकरीचा वेग त्या लाटांपेक्षां जास्त असल्यामुळें भाकरी लाटांच्या पुढें निघून जाते व तिनें उत्पन्न केलेल्या दोनतीन ठिकाणच्या लाटा मागून हळुहळू पसरत असतात, असें दिसून येईल. सारांश, प्रकाशाच्या प्रसरणाचा वेग तो प्रकाश उत्पन्न करणाऱ्या वस्तूच्या वेगानें अबाधित असण्याचीं कारणें थोडक्यांत अशीं आहेत:—

१ वेगाची अंकगणितात्मक बेरीज होण्याच्या पुराणयंत्रशास्त्रांतील ज्या तत्त्वानुसार प्रकाशप्रसरणाचा वेग प्रकाशोद्भवाच्या निरपेक्ष कसा असावा हें कोडें उत्पन्न होतें तें तत्त्व चुकीचें आहे.

२ प्रकाशकिरणांची गति ही वस्तुगतीच्या नमुन्याची नसून ती तरंग-गतीच्या प्रकारची होय. त्यामुळें ही गति अगर हा गतीचा वेग प्रकाशो-

द्रवाच्या गतीनें अबाधित असतो. वस्तूपासून प्रकाशाचें प्रसरण म्हणजे जमिनीतून पावसाळ्या दिवसांत दररोज फूट दोन फूट होणारी कळकाच्या कोंबाची वाढ नव्हे, की ज्याच्यामुळें प्रकाशोद्गम वस्तु जेथें ज्या एका सेकंदानंतर असेल तेथून कांहीही झालें तरी प्रकाशकिरण १८६००० मैल अंतरावर असलाच पाहिजे.

एवंच, प्रकाशकिरणाचा हा वेग सेकंदास १८६००० मैल असून तो भिन्नभिन्न गतींनीं फिरणाऱ्या सर्व द्रष्ट्यांना सारखाच प्रत्ययास येतो. शिवाय प्रकाशोद्गमाचा वेग कितीही असला तरी हा प्रकाशप्रसरणाचा वेग बदलत नाहीं; तर, तो एकसारखाच असतो.

याप्रकारें प्रकाशप्रसरणाचा वेग हें एक अति महत्त्वाचें, द्रष्टृनिरपेक्ष व परिस्थितिनिरपेक्ष असें केवळ शुद्ध वास्तवशास्त्रीय शाश्वत सत्य होय. हें सत्य हातीं आल्यानें ज्योतिर्वास्तवशास्त्रांतील व प्रकाशसंबद्ध अन्य अनेक शास्त्रांतील संशोधनास फार मदत झाली आहे. वास्तवशास्त्राची जितकी प्रगति सांप्रत झाली आहे तितकी या सिद्धांताच्या अभावीं झाली नसती.

प्रकरण ६ वें.

शिष्टप्रणित यंत्रशास्त्र.

(आ) काल.

स्थलाचें तात्त्विक स्वरूप दुर्बोध असल्याचें मागील एका प्रकरणाच्या सुरुवातीस सांगितलें गेलें. कालाचें स्वरूपही त्याचप्रमाणें दुर्बोध आहे.

काल म्हणजे अवस्थांतरज्ञान

वस्तूच्या सान्निध्याशिवाय अगर मदतीशिवाय स्थलाची कल्पना करणें जसें कठीण—अशक्य—आहे त्याचप्रमाणें कालाची कल्पना करण्यासही कशाची तरी मदत लागते. नुसते डोळे मिटून स्थलाची कल्पना करूं गेल्यास वस्तूचीं दोन स्थिररूप टोकें मनश्चक्षूसमोर आल्यानें कदाचित्

भागेल. परंतु कालाची कल्पना मनांत येण्यास नुसत्या वस्तूंचीं स्थिररूप टोकें मनश्चक्षूसमोर येऊन भागत नाहीं. तर, त्या टोकाशीं संबद्ध असलेली कांहीं तरी गति तेथें असेल तरच कालाची कल्पना मनांत येते. समोर बसलेल्या एखाद्या मनुष्याकडे नुसतें पाहिल्यानें कालाची कल्पना येणार नाहीं. परंतु त्याचा चेहरा दृष्टीस पडल्यापासून तों तो मनुष्य आपले उघडे डोळे मिटील अगर मिटलेले उघडील तर तेवढ्या दोन चर टोकांमधील वेळ मोजतां येईल अगर निदान तसें कांहीं होत नसल्यास कंटाळल्यामुळें त्याचा चेहरा दृष्टिपथांत आल्यापासून किती वेळ झाला हें पाहण्याकरितां खिशांतलें घड्याळ काढून त्याकडे दृष्टि फिरविण्याकरितां तो चेहरा दृष्टिआड करीपर्यंतचें कालान्तर मोजतां येईल. अशा प्रकारें कालाचा संबंध वस्तूच्या चर अवस्थेशी अगर सामान्यतः गतींशीं असतो. शिवाय, स्थलाचें ज्ञान हें एक प्रकारचें वस्तुविस्तार(Expanse)ज्ञान होय. पण, कालाचें ज्ञान हें एक प्रकारचें वस्तुजीवन(Duration)ज्ञान होय. जीवन हें एक प्रकारें प्रवाहमय आहे. गेल्या वर्षी, काल, आज घड्याळाच्या एकसारख्या चाललेल्या कट्कट् आवाजागणिक कालाचे लहानमोठे खंड प्रवाहरूपानें चाललेल्या पाण्याप्रमाणें एका दिशेकडून वाहत धांवत असल्याची कल्पना कालाबद्दल विचार करतांना मनासमोर उभी राहते.

युक्लिडच्या व एकंदर जुन्या काळांत भूमितीचा व स्थलाचा जितका विचार झाला तितका कालाच्या स्वरूपाचा झाला नाहीं.

न्यूटन व शुद्धकाल

कारण, कालाची कल्पना स्थलाइतकी बोजड अगर स्पर्शज्ञानक्षम अगर स्नायुज्ञानक्षम नाहीं, व जें तत्त्व असें जड, भरीव, स्पृश्य नाहीं, तर तरल, चंचल व तर्कसाध्य आहे, त्याच्यामागें सामान्यतः जड वस्तूशी लौकिक व्यवहार करावयास शिकू पाहणारी बुद्धि इतक्या चिकाटीनें न लागेल तर त्यांत नवल नाही. परंतु, बर्गसननें दर्शविल्याप्रमाणें काल ही भावना जास्त मूलग्राही व उच्च श्रेणीची असल्यामुळें विश्वाच्या यथार्थ ज्ञानाकरितां या कालाच्या स्वरूपाचा विचार करणें जरूर आहे. न्यूटननें आपल्या तत्त्वसमुच्चय (Principia) या ग्रंथांत या काल-

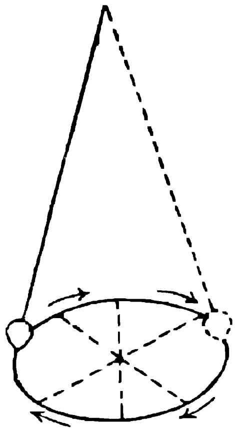
1 This is termed " Awareness of Change " in Psychology.

तत्त्वालाहि स्थलतत्त्वाप्रमाणेंच शुद्ध अगर केवल स्थान दिलें आहे. येथेंही पूर्वीप्रमाणेंच शुद्ध अगर केवळ या शब्दाचा अर्थ द्रष्टृनिरपेक्ष व स्वयंभू, स्वयंसिद्ध असा घ्यावयाचा आहे. आज १९३२ च्या मेची ३० वी तारीख आहे अगर शालिवाहन शके १८५४ च्या वैशाख महिन्याची वद्य ११ आहे, याचा अर्थ खिस्ती शकाच्या अगर शालिवाहन शकाच्या आरंभापासून इतकीं वर्षे, महिने व दिवस गेले आहेत असा एवढाच मर्यादित घ्यावयाचा नाही, हा केवळ विशिष्ट शक-सापेक्ष अर्थ झाला, तर, या दोन्ही शकांच्या आरंभापर्यंतही प्रत्येकी कांहीं विशिष्ट वर्षसंख्या (व त्या दोन संख्यांत प्रस्तुतप्रमाणेंच सुमारें ७८ वर्षांचें अन्तर असलेली) गेलेली आहे ती किती, हें कदाचित् माहीत नसल्यास नसेल, परंतु निश्चितरूप आहे व त्या विशिष्ट* वर्षाच्या अगर क्षणाच्या आरंभापासून कालप्रवाह आजवर एकसारखा निश्चित वेगानें वाहत आहे व या कालौघांत आढळणाऱ्या कांहीं गोष्टी एकाच वेळी घडत असून त्यांचें (१) समकालत्व (Simultaneity), व अन्य कांहीं गोष्टी या एकीमागून एक घडत असून त्यांचा अगर घडत असलेल्यांचा (२) कालानुक्रम अगर पूर्वापर संबंध (Sequence) हे पूर्णपणें निश्चित असून त्याच्या या क्रमाबद्दल कसलाच संशय नाहीं, असें या शुद्धकालवादी लोकांचें म्हणणें आहे.

मात्र, न्यूटनची ही शुद्धकालाबद्दलची कल्पना केवळ निराधारच होती, असें नव्हे. मागें पृष्ठ २० वर दिल्याप्रमाणें अगदीं निःसान्निध्य निवांत स्थळीं जर एखाद्या गोलाची आलस्यगति (Enertial motion) स्थिर वेगानें चालू राहील तर त्या स्थितींत त्या वस्तूनें आक्रमिलेले स्थलखंड हे ते खंड आक्रमावयाच्या कालाशीं समप्रमाण असतील, व तो एक शुद्ध कालाचाच प्रत्यय होय; किंवा, अन्यपक्षीं, पृथ्वी जर ठराविक स्थिर वेगानें स्वांग-भ्रमण करीत राहील तर देखील तिच्या या दैनंदिन गतीचाही घड्याळासारखा उप-

* वास्तविक पाहतां पूर्वी स्थलाबाबत निर्दिष्ट केल्याप्रमाणें काल हाही समर्याद असल्याचा एक अस्पष्ट ध्वनि या शुद्धकालवाद्यांच्या मतांतून निघतो, असें म्हणणें भाग आहे.

योग करतां येणें शक्य आहे, अशा प्रकारच्या विचारसरणीचा पाठिंबा न्यूटन-ला होता. आणि फूकोनें पॅरिस येथें केलेल्या आंदोलित लंबकाच्या प्रयोगा-चाही आधार त्याला होता. या प्रयोगांत एक मोठा थोरला व लांब दांड्याचा लंबक उंचावरून लोंबविण्यांत आला होता व विशिष्ट वेळीं विशिष्ट पातळीत त्याला गति दिली होती. हा लंबक जेथून सोडण्यांत आला तेथील यांत्रिक योजना अशी होती कीं, लंबकाला एकाच पातळींत फिरणें जरूर नसून त्याला हळुहळू चक्राकार फिरणें शक्य होतें. प्रयोगानंतर चोवीस तासांनीं असें आढळून आलें कीं, तो लंबक या अवधींत निरनिराळ्या दिशांनीं निरनिराळ्या पातळ्यांतून फिरत राहून अखेर स्वस्थानीं परत आला. हाअर्थात् पृथ्वीच्या दररोजच्या स्वांगभ्रमणाचा प्रत्यय होय व न्यूटनच्या मतें हें एक प्रकारचें शुद्धकालमापनच होय.



आकृति नं. ३.

पण, या म्हणण्यांत तथ्य किती आहे, हें यानंतर पाहणें जरूर आहे. त्यांतही, सुरुवातीस, या म्हणण्याच्या सत्यतेबद्दल संशयच कां यावा, असाही एक प्रश्न संभवतो. परस्परांना चापट्या मारण्यापासून दोन माणसांच्या भांडणाला सुरुवात होऊन ते अखेर न्यायासनासमोर आले असतां प्रथम चापट मारून भांडणास सुरुवात कोणीं केली याचा निर्णय करणें अशक्य असेल काय ? व साक्षीदाराचा खरेपणा, त्याच्या दृष्टीचा व स्मृतीचा भडपणा यांबद्दल शंका असली तरी सुरुवातीपासून या भांडणाची जर एकादी फिल्म काढून ठेवली असेल तर भांडणारांनीं परस्परांस चापट मारण्याचा कालक्रम लावतां येणें अशक्य कां व्हावें !

आणि वास्तविक स्थिति अशीच आहे. एकाच स्थलबिंदूशी घडणाऱ्या गोष्टींचा कालक्रम बिनचूक लावणें अशक्य नाहीं.

यानंतर दुसरी बाब ही कीं, प्रकाशावरील प्रकरणांत स्पष्ट केल्याप्रमाणें प्रकाशाचा वेग दर सेकंदास १८६००० मैल म्हणजे भूपृष्ठापेक्षांही जास्त

असल्यामुळें भूपृष्ठावर घडलेल्या अगर वर दिलेल्या १८६००० मैल लांबीच्या अंतराच्या आंत घडलेल्या व स्थिर स्थितींत असतांना प्रत्यक्ष पाहिलेल्या कोणत्याही दोन गोष्टींचा कालक्रम भूपृष्ठावरून बिनचूक लावणें अशक्य नाहीं.

फक्त भूपृष्ठाच्या वक्रतेमुळें व व्यत्ययादि अनेक कारणांमुळें ही गोष्ट तितकी प्रत्ययास येत नाहीं. पण ही अडचण तात्त्विक नव्हे.

भूतभविष्य क्रमव्यत्यास

यानंतर केवळ कांहीं साध्या गोष्टी घेतल्या तर केवळ स्थलांतराच्या कारणामुळें जी एक गोष्ट एकाला वर्तमान अगर भूतकाळची वाटते ती दुसऱ्याला भविष्यकाळची वाटते. परीक्षेचा यशरूप निकाल, पुत्रजन्म, नोकरी-वर नेमणूक इत्यादि गोष्टी घडतील त्या स्थळीं अगर तेथील द्रष्ट्यास वर्तमानकाळच्या वाटतील, किंवा त्या त्याच्या भूतकाळांतही समाविष्ट झाल्या असतील, परंतु तेथें प्रत्यक्ष हजर नसलेल्या अन्य द्रष्ट्याला त्या सर्व भविष्यकालांत व त्यामुळें त्या काळाशीं संलग्न असलेल्या अगदीं अनिश्चित स्वरूपांत आहेत, अशा वाटतील.

समकालत्व

परंतु यानंतरची खरी अडचण म्हणजे या भौम मर्यादा सोडून देऊन ज्या वेळीं या अफाट चंचल विश्वांत चालू असलेल्या धांवपळींत भाग घेणारे निरनिराळे निरीक्षक दोन विशिष्ट गोष्टींचें समकालत्व अजमावूं पाहतात अगर त्यांचा कालानुक्रम लावूं पाहतात त्या वेळची होय. मात्र, या प्रकाराचें एकादें उदाहरण घेण्यापूर्वी जेथें वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षां थोडा आहे असें फक्त ध्वनीच्या वेगामुळें उत्पन्न होणारें उदाहरण घेऊं. समजा कीं, एक भरधांव चालत असलेली मेलगाडी न थांबावयाच्या एका लहानशा स्टेशनावरून काळोख्या रात्रीं चालली आहे. गाडीची लांबी प्लॅटफॉर्मच्या लांबीइतकीच आहे व प्लॅटफॉर्मच्या मध्यावर स्टेशनमास्तर गाडी स्टेशनमधून नीट पार जात आहे हें पाहण्याकरितां उभे आहेत. इतक्यांत, प्लॅटफॉर्मच्या दोन्ही टोकांवर उभे असलेल्या दोन सशस्त्र बंडखोरांपैकीं एकानें गार्डावर व दुसऱ्यानें इंजिन ड्रायव्हरवर अगदीं छातीशीं पिस्तुल लावून, गोळ्या घालून त्यांना ठार केलें. हे गार्ड व ड्रायव्हर परस्पर भाऊ भाऊ असून त्यांच्या एका श्रीमान् निपुत्रिक

नातेवाईकाच्या बुईलपत्रावरून त्यांच्यापैकीं आधीं मरेल त्याला मोठी इष्टेट मिळणार आहे व दोघांपैकीं आपला वडील आधीं मारला गेला, सबब, ती हक्कानें आपली आहे, अशाबद्दल त्या दोघांच्या वारसांमध्यें लढा चालू आहे. गार्डाच्या पक्षानें स्टेशनमास्तरची साक्ष आणली आहे कीं, आपण गार्डाच्या अंगावर झाडलेल्या पिस्तुलाचा बार आधीं ऐकला. उलट, इंजिन-ड्रायव्हरच्या पक्षानें गाडीच्या अगदीं मधोमध बसलेल्या एका गृहस्थाची साक्ष आणली आहे कीं, आपण दोन्ही आवाज एकाच क्षणीं एकदम ऐकले, त्यांत मागें पुढें असें कांहीं नव्हतें, अगदीं एकच आवाज ऐकला. अशा स्थितींत दोन्ही साक्षीदारांची साक्ष खरी असतां कोर्टानें निकाल काय द्यावयाचा?

अर्थात्, या वेळीं वकिलाच्या शास्त्रज्ञानाची कसोटी आहे.

वस्तुस्थितीचें पृथःकरण करूं जातां असें दिसतें कीं, गाडीच्या मध्यभागी बसलेला साक्षीदार गाडींत बसून इंजिनच्या दिशेकडे व अर्थात् तिकडून येणाऱ्या आवाजास भेटावयास व गार्डाच्या डब्याच्या दुसऱ्या दिशेकडे म्हणजे अर्थात् तिकडून येणाऱ्या आवाजाशीं शर्यत करीत जात होता. सबब, अर्थात्च, त्यानें एकाच क्षणीं जे दोन आवाज ऐकिले त्यांपैकीं इंजिन-कडचा आवाज पकडावयास व गार्डाकडचा आवाज टाळावयास तो गाडीच्या वेगानें धांवत होता आणि म्हणून इंजिनकडचा आवाज निघतांना तो खरोखर उशीरां निघाला तरी त्यानें आपल्या गतीनें तो आधीं पकडला व त्याच वेळीं, खरोखर आधीं निघालेल्या गार्डाकडच्या आवाजानें केवळ आपल्या गाडीपेक्षांहि प्रचंड वेगानें त्यास गांठलें; व केवळ एकास धर व दुसऱ्यास सोड अगर तोड, या प्रकारच्या अहेतुक वर्तनामुळें पुढेंमागें निघालेले आवाज गाडीच्या मध्यभागीं बसलेल्या गृहस्थानें एकदम ऐकिले. एवंच गाडी-कडचा पिस्तुल प्रथम उडाला व गार्ड प्रथम मारला गेला ही प्लॅटफॉर्मच्या मध्य-बिंदूवर असलेल्या स्टेशनमास्तरची साक्ष हक्कशाबितीच्या दृष्टीनें खरी होय.

पण, तरीही, गाडीच्या मध्यभागीं बसलेल्या गृहस्थाची आपण दोन्हीही आवाज एकदम ऐकले ही साक्ष खोटी नव्हे व खोटी साक्ष दिल्याबद्दल त्यावर खटला करतां यावयाचा नाहीं. कारण, तो फक्त स्वानुभव यथातथ्य निवेदन करीत आहे.

शिवाय पूर्वीच एका उदाहरणांत स्पष्ट केल्याप्रमाणें प्लॅटफॉर्म स्थिर व गाडी चर, असला बरबरचा भेद अर्थशून्य होय. कारण, पृथ्वी ही स्थिर नाही.

एवंच, दोन गोष्टींचा कालानुक्रम लावतांना एकजण त्यांना समकालीन म्हणतो, तर दुसरा त्यांपैकीं एक दुसरीनंतर घडली, असें म्हणतो आणि तथापि ते दोघेही खरे व तेही आपआपल्यापुरते खरे, असें मान्य करणें भाग पडतें. म्हणजे, थोडक्यांत काय, तर वस्तूंना विशिष्ट, स्थिर, निश्चित व सर्वमान्य असा शुद्ध कालानुक्रम आहे असें नव्हे; तर, त्यांचा कालानुक्रम हा त्यांच्या द्रष्टयांच्या वैयक्तिक स्थितीची बाब आहे.

यानंतर या समकालत्वाच्या कल्पनेवर आणखी कांहीं प्रकाश पडेल अशी अन्य एक दोन उदाहरणें घेऊं.

समजा कीं, एका पौर्णिमेस सायंकाळी समुद्रावर सूर्यबिंबाचा शेवटचा किरण पश्चिमेस मावळल्याचें, चंद्रबिंबाचा पहिला किरण पूर्वेस उगवत असल्याचें व त्याच क्षणीं दहा मैल अंतरावर विद्युद्दीप लागल्याचें दिसत आहे, तर हे तिन्ही संवर्त (Events) एकदम झाले असें म्हणतां येईल काय? या प्रश्नाचें उत्तर (Refraction चा प्रश्न सोडून देऊन) अर्थात् नकारार्थी आहे. कारण, सूर्य मावळतांना दिसत असला तरी तो मावळून ८$\frac{1}{3}$ मिनिटें झाली आहेत, कारण प्रकाशकिरणांना सूर्यापासून पृथ्वीवर येण्यास ८$\frac{1}{3}$ मिनिटें लागतात व तसेंच चंद्र नुकताच उगवत आहे असें दिसत असलें तरी तो त्यापेक्षां खास जास्त वर आला आहे. कारण प्रकाशकिरणांना चंद्रापासून पृथ्वीवर येण्यास सुमारें १$\frac{1}{4}$ सेकंदें लागतात. पण, दहा मैलांवरच्या विद्युद्दीपाचे प्रकाशकिरण दिवा लागतांक्षणीच दिसतात.

एवंच काय, तर एकदम, एका काळीं, एका क्षणीं या ज्या तीन गोष्टी घडल्याचें दिसतें त्या खरोखर एकाच काळीं घडलेल्या नसतात, तर, पुढें मागें घडलेल्या असून त्यांचा कालक्रम लावणें शक्य असतें.

अन्य एका उदाहरणांत समजा कीं, दोन रेल्वे-गाड्या, एक मेल व एक पॅसेंजर, एका स्टेशनावर प्रथम उभ्या आहेत. थोड्या वेळानें मेल सुटून सरळ दिशेनें चालू झाली व नंतर पॅसेंजरच्या इंजिन-ड्रायव्हरनें मेलमागून आपली गाडी सोडावयाची तयारी म्हणून इंजिनच्या वरचा विजेचा दिवा

पेटवला व त्याचा प्रकाश पुढें गेलेल्या मेलगाडीच्या मागल्या बाजूस लाव-लेल्या आरशावर पडून तेथून त्याचें प्रतिबिंब निघाल्या ठिकाणीं परत येऊन दिसलें. हा प्रकाश इंजिनपासून निघून तेथें पुन्हां परत येईपर्यंत कांहीं काल गेला. तो किती, हा प्रश्न बाजूस ठेवूं.

इंजिन-ड्रायव्हरच्या हिशेबीं त्याच्या इंजिनवरच्या दिव्याचा प्रकाश दिव्या-पासून निघून मेलगाडी मागच्या आरशापर्यंत जाऊन पोहोंचेपर्यंत त्याला जितका वेळ लागला तितकाच वेळ त्याला परत येण्यास लागला. सबब मेलच्या मागच्या आरशावर प्रकाश पोहोंचण्याचा क्षण हा या एकंदर उलटसुलट प्रवासाच्या कालाचा मध्यबिंदु होय.

उलट या सर्व गोष्टी पाहत असलेल्या मेलगाडीच्या हिशेबी प्रकाश पॅसेंजरच्या दिव्यापासून मेलच्या आरशापर्यंत येण्यास जितका वेळ लागतो त्यापेक्षां जास्त वेळ तो त्या आरशापासून परत मूळच्या दिव्यापर्यंत जाऊन पोहोंचण्यास लागतो. कारण, प्रकाश मेलच्या आरशावर येऊन पडण्याच्या वेळांत पॅसेंजरगाडी मेलगाडीपासून ज्या अन्तरावर होती त्यापेक्षां ती आतां मेलगाडीच्या धांवण्यानें जास्त अन्तरावर राहिली आहे. एवंच, प्रकाश-किरण आरशावर येऊन पडण्याचा क्षण मेलगाडीच्या हिशेबीं त्याच्या एकंदर प्रवासाच्या वेळाच्या मध्यबिंदूपेक्षां अगोदर येतो.

अर्थात्, या उदाहरणांचा काळजीपूर्वक विचार करणारांना त्यांतील विधानें चुकीचीं वाटण्याचा संभव आहे. कारण, पॅसेंजरगाडी स्थिर असून मेल धांवत आहे असें सुरुवातीस स्पष्ट केलें आहे. तथापि हे दोन द्रष्टे केवळ भूसापेक्षतेनें स्थिर व चर आहेत व परस्परसापेक्षतेनें दोघेही चरच आहेत. सबब, केवळ भूसापेक्षतेनें पाहण्याची आंगवळणीं पडलेली दृष्टिच सर्वत्र विचारांत घेण्यानें जीं कूटें उद्भवत नाहींत तीं परस्परसापेक्ष गतीचा विचार करताना अवश्यमेव उद्भवतात, ही गोष्ट मुद्दाम वाचकांच्या नजरेस आणण्याकरितां हें चुकीचें उदाहरण केवळ पुढील विचारांची पार्श्वभूमिका म्हणून येथें घेतलें आहे.

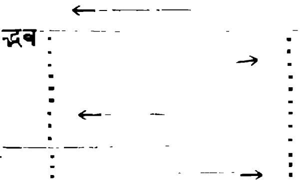
परंतु, हाच प्रयोग दोन आकाशस्थ गोलांवर होत आहे, अशी कल्पना करून पाहा. इंजिनियर व गार्ड या आडनांवांचे दोन गृहस्थ विमानांत बसून

आकाशसंचार करीत आहेत व परस्परांपासून दूर जात आहेत. कोण कोणा-पासून? या प्रश्नाला कांहींच महत्त्व नाहीं—ते परस्परांच्या जगांत स्थानांतर करीत आहेत एवढेंच. अशा प्रसंगीं प्रकाश गार्डाच्या आरशावर येऊन पडण्याच्या बिंदूचा प्रकाशाच्या प्रवासाच्या आद्यन्त क्षणापासूनच्या स्थानाचा हिशेब प्रत्येकीं भिन्न असून पुढील चित्रणानुरूप

वैमानिक इंजिनियरच्या मतें

प्रकाशोद्भव — प्रकाशपरावर्तन

तर — असा आहे,



प्रकाशोद्भव

वैमानिक गार्डच्या मतें — असा आहे.

इंजिनियरच्या हिशेबीं प्रकाशकिरण गार्डाजवळच्या आरशावर पडण्याचा क्षण हा त्या प्रकाशकिरणाच्या प्रवासाच्या वेळाचा मध्यबिंदु होय, पण गार्डच्या हिशेबीं हा क्षण या मध्यबिंदूच्या अलीकडे आहे, व दोघेही आप-आपल्यापुरते खरे आहेत. कारण कीं, प्रत्येकजण स्वतःस स्थिर मानून दुसऱ्यास चर मानतो आणि वस्तुस्थिति मात्र अशी आहे कीं, प्रत्येकजण इतराच्या सापेक्षतेनें चरच आहे. सारांश काय कीं, परस्परसापेक्षतेनें चर असलेल्या दोन द्रष्ट्यांचा विशिष्ट कालबिंदु निश्चितरूप एकच असत नाहीं, प्रत्येकाचा ज्याच्या त्याच्या जगांत वेगवेगळा असतो व प्रत्येकाचा प्रत्येकापुरता खरा असतो. हीच गोष्ट अन्य शब्दांत सांगावयाची म्हणजे काल ही भावना (Concept) शुद्धरूप नसून ती द्रष्टृसापेक्ष आहे.

हीच गोष्ट सिद्ध करण्याकरितां अन्य एक उदाहरण घेऊं. समजा कीं, परस्परांकडे तोंड करून रामा व गोविंदा हे दोघे एका सरळ रस्त्यावर उभे आहेत आणि त्यांच्या बरोबर मध्यावर एक दिवा आहे. तो लागतांच त्या दोघांना तो एकदम, एका क्षणीं दिसेल हें उघड आहे. पुढें समजा कीं, त्याच रस्त्याच्या अर्ध्या भागांतून रेल्वेचा रस्ता असून त्यावरून एक

आगगाडी रामाकडून गोविंदाकडे चालली आहे आणि या गाडीच्या दोन्ही टोकांच्या दोन डब्यांत हरी व गोपाळ हे दोघे उभे आहेत, ते असे कीं, ज्या क्षणीं त्या दिव्याचा प्रकाश रामास येऊन पोहोंचतो त्याच क्षणीं हरीही तेथें येऊन पोहोंचतो व ज्या क्षणीं तो प्रकाश गोविंदास येऊन पोहोंचतो त्या क्षणीं गोपाळही गोविंदाजवळ येऊन पोहोंचतो व शिवाय पोहोंचतां क्षणींच रामा हरीच्या गाडींतील स्थानापाशीं व इकडे गोविंदा गोपाळाच्या स्थानापाशीं खड्गानें खुणा करतात. अशा स्थितींत वरील उदाहरणामध्यें प्रकाश दिव्यापासून निघाल्यानंतर सारख्याच वेळानें हरी व गोपाळ यांना पोहोंचला असें मानतां येईल काय ? व रामा व गोविंदा यांच्या-मधलें जेवढें अन्तर तेवढेंच हरी व गोपाळा याच्या दरम्यानचें अन्तर असेल काय ! याचें उत्तर, पुन्हां पूर्वीप्रमाणें नकारार्थी आहे आणि रामा व गोविंदा यांना प्रकाशकिरण स्वतःस एकाच काळीं येऊन पोहोंचल्याचें जें वाटतें तें फक्त त्यांच्याचपुरतें खरें आहे. तें हरी व गोपाळ यांना त्यांच्या जगांत—त्यांच्या फिरत्या जगांत—लागू नाहीं. कारण, हरी व गोपाळ यांच्या जगांत दिवा हा स्थिररूप नाहीं, तो हरीकडे येत आहे, म्हणजे हरी हा दिव्याला भेटावयाला धांवत आहे तर गोपाळ हा दिव्यापासून दूर जात आहे. अशा स्थितींत प्रकाश ज्या वेळीं दिव्यापासून निघाला त्या वेळीं हरी खरोखर रामा-पासून दूर होता आणि गोपाळही गोविंदापासून दूर होता, पण गोपाळ गोविंदा-पासून दूर होता त्यापेक्षां हरी रामापासून फार दूर होता. यावरून, अर्थातच, प्रकाश ज्या वेळीं दिव्यापासून निघाला त्या वेळीं गोपाळा त्या दिव्यापासून जितका दूर होता, त्यापेक्षां हरी फार दूर होता. सबब, ह्या फार दूरवरच्या हरीपर्यंत जाण्यास प्रकाशाला जो वेळ लागला तो त्यापेक्षां जवळच्या गोपाळा-पर्यंत जाण्यास लागणाऱ्या वेळापेक्षां जास्त होता, असें हरी व गोपाळा म्हणणार; म्हणजे काय तर ज्यांना रामा व गोविंदा हे समान कालखंड मानतात त्यांना हरी व गोपाळा हे असमान कालखंड मानणार आणि या दोन्ही जोड्यांचीं विधानें प्रत्येकापुरतीं खरींच.

या वस्तुस्थितीचें चित्रण पुढें दिलें आहे त्यावरून वरील विधानाची सत्यता पटेल.

प्रकाश दिव्यापासून निघतांक्षणींची स्थिति

रामा × दिवा × गोविंदा
⋮ ⋮
हरी × ⋮ × गोपाळ

गोविंदानें गोपाळाजवळ खूण केल्याक्षणींची स्थिति

रामा × दिवा × गोविंदा
हरी × × गोपाळा

रामानें हरीजवळ खूण केल्यावेळची स्थिति

रामा × दिवा × गोविंदा
हरी × × गोपाळा

यानंतर रामा व गोविंदा यांच्या व हरी व गोपाळा यांच्या दरम्यानच्या अंतरांचा प्रश्न घ्या. रामा व गोविंदा म्हणणार कीं, आम्हीं आपल्या स्थिर बिंदूवरून चालत्या आगगाडीवर एकाच वेळीं खुणा केल्या आहेत; सबब, आम्हांमधील अंतर तेंच हरी व गोपाळ यांच्या दरम्यानचें अंतर. उलट हरी म्हणणार कीं, गोविंदानें गोपाळाजवळ खूण केल्यानंतर रामानें मजजवळ खूण केली, कारण, सुरुवातीस मी प्रकाशापासून गोपाळापेक्षां दूर असल्यामुळें मजपर्यंत प्रकाश येण्यास जास्त वेळ लागला; आणि हा जो जास्त वेळ लागला तेवढ्यांत गोपाळ गोविंदाच्या पुढें निघून गेला; सबब, रामा-गोविंदांतील अंतर तेंच हरी-गोपाळांतील अंतर नव्हे; पहिल्यापेक्षां दुसरें जास्त. अर्थात्, नेहमींप्रमाणेंच याही भांडणाचा निकाल: ‘ तुमचें तुमच्या दृष्टीनें खरें आहे; व तुमचेंही तुमच्या दृष्टीनें खरें आहे ’ हाच. मात्र, एकच खरें काय तें हवें असेल तर आइनस्टाइनला विचारलें पाहिजे.

शिवाय, या विवेचनामधून ज्या अन्य एका मताचा ध्वनि निघतो तें मत म्हणजे ज्या स्थलाच्या टोकास रामा व गोविंदा उभे आहेत, तो स्थिर रस्त्याच्या निश्चित मापाचा तुकडा स्थिर स्थितींतील रामा व गोविंदा यांच्या मापांत जितका भरणार त्यापेक्षां तो हरी व गोपाळ या फिरत्या जोडीच्या मापांत कमी भरणार. कारण, रामा व गोविंदा हे हरी व गोपाळा यांच्या दरम्यानचें जें अंतर, तेंच स्वतःच्या दरम्यानचें अंतर म्हणणार; तर हरी व

गोपाळ हे आपल्या दरम्यानचें अंतर रामा व गोपाळा यांच्या दरम्यानच्या अंतरापेक्षां जास्त मानणार. सारांश काय, तर गतीमुळें स्थलसंकोचाचा प्रत्यय स्थिर स्थितीवरून येतो.

किंवा आणखी एक उदाहरण घ्या. समजा कीं, पृथ्वीवरील एक राजा आपलें राज्य आपल्या मुलाच्या हवालीं करून सिरिस* ताऱ्यावर राहावयास गेला आहे व तेथून हे पिता-पुत्र निश्चितरूप प्रकाश-किरणांच्या द्वारां वार्ताविनिमय करूं शकत आहेत. शिवाय समजा की, पृथ्वीवर राजाला मुलगा होतांच तें वृत्त सिरिसवरील आपल्या पित्याला कळविण्याकरितां त्या राजानें भूलोकीं प्रचंड विद्युत्प्रकाश केला. अर्थातच हा प्रकाश आजोबाला सिरिस ताऱ्यावर जाऊन पोहोंचल्यानंतर तेथें नातवाच्या जन्मानिमित्त जो आनंदोत्सव घडला तो त्या नातवाच्या जन्मानंतर घडला हें निःसंशय होय. शिवाय या नातवाचा जन्म होण्यापूर्वी सिरिस ताऱ्यावरील ज्या गोष्टींचें ज्ञान भूलोकीं त्याच्या बापास झालें त्या गोष्टी त्या नातवाच्या जन्मापूर्वी घडल्या हेंही निःसंशय होय. परंतु, पृथ्वीवर त्या नातवाच्या जन्मानिमित्त झालेल्या प्रकाशोत्सवाचें सिरिस ताऱ्यावर त्या नातवाच्या आजोबाकडून ग्रहण होण्यापूर्वी त्या आजोबांनीं आपणास नातू व्हावा एवढ्याकरितां जर एकादा नप्तृकामेष्टिनामक यज्ञ केला असेल आणि तो सिरिसवरील यज्ञ पृथ्वीवरील राजास त्या नातवाच्या जन्मानंतर दिसला असेल, तर तो सिरिस-वरील यज्ञ पृथ्वीवर नातवाच्या जन्मानंतर घडला कीं जन्मापूर्वी घडला—नातू होण्यास आजाचा नप्तृकामेष्टि यज्ञ कारणीभूत झाला कीं नाहीं, हें कसें नक्की सांगावयाचें? कारण सिरिस ताऱ्यावरून प्रकाश पृथ्वीवर येण्यास (८·६) साडेआठ वर्षें लागतात. सबब, प्रकाशकिरणांना सिरिस ताऱ्यावरून पृथ्वीवर येऊन तेथून परत सिरिस ताऱ्यावर जाण्यास जेवढा काल, जेवढीं प्रकाश-वर्षें लागतात त्या अवधींत उभय ठिकाणी घडलेल्या संघाताचा कालानुक्रम लावणें शक्य नाहीं.‡ आणि पृथ्वीवरील विशिष्ट क्रियेची अनुक्रिया किंवा प्रति-

---

* Sirius. शौरी अगर मृग नक्षत्राच्या पूर्वेचा चकचकीत तारा.

‡ राब (Robb) या तत्त्वज्ञाच्या मतें एक क्रिया जर दुसऱ्या क्रियेवर कांहीं बरावाईट परिणाम अगर कार्य घडवून आणील तर परिणामकारक क्रिया कालानुक्रमे प्रथम व परिणाम-क्रिया नंतर झाली असें समजावें.

क्रिया म्हणून सिरिसवर विशिष्ट क्रिया एवढ्या कालमर्यादेच्या आंत झाली असें पृथ्वीवर मानणेंच शक्य नाहीं. या हिशेबीं पाहतां, पृथ्वीवरून सिरिसवर प्रकाश-किरण जाण्यास लागणाऱ्या कालाच्या दुप्पट कालाचा म्हणजे कित्येक प्रकाश-वर्षांचा अवधि हा प्रचंड स्थलांतरामुळें त्या विशिष्ट द्रष्टृद्वयास अनुक्रमशून्य अगर कालान्तरशून्य व सर्वत्र समकालत्वाचक होऊन बसतो.

एवंच, स्थलान्तर जों जों जास्त तों तों कालान्तर शून्य असा एक सिद्धान्त यांतून निघूं पाहतो.

मात्र, या मुद्याच्या स्पष्टीकरणाकरितां एवढें आकाशपाताळ एक केलें पाहिजे असें नाहीं. त्याकरितां अगदीं भौमव्यवहाराचें एक साधें उदाहरण घेऊनही भागेल. व तें म्हणजे ज्याला पत्रांचें मार्गांत भेटणें (Crossing of letters) असें म्हणतात तें होय. समजा कीं, शंकर व सदाशिव हे दोन मित्र २४ तासांच्या टपाल-मार्गाच्या अन्तरावर आहेत व संक्रांतीच्या सणानिमित्त त्यांनीं परस्परांस तिळगूळ पाठविण्याचा प्रश्न आहे. संक्रांत १३ जानेवारीला असून त्याच दिवशीं शंकरला तिळगूळ मिळावा म्हणून सदाशिव तिळगुळाची थैली १२ तारखेच्या पोष्टानें रवाना करतो आणि शंकर सदाशिवाच्या तिळगुळाची थैली पोष्टानें घरीं येऊन पोहोंचण्याच्या आधीं आपली थैली पोष्टाच्या पेटींत टाकून नुकताच घरीं आला असतो. अर्थात् ही थैली सदाशिवाला १४ तारखेस मिळते; म्हणजे त्यानें तिळगूळ पाठविल्यानतर दोन दिवसांनीं मिळते. परंतु याचा अर्थ सदाशिवानें शंकरला तिळगूळ प्रथम पाठविला म्हणून शंकरनें त्यास परत तिळगूळ पाठविला असा होत नाही. सदाशिवाला वेळाची ओळख जास्त आहे असें हवें तर म्हणावें. पण एरवीं सदाशिवानें शंकरला तिळगुळाची थैली रवाना करणें व शंकरकडून आलेली तिळगुळाची थैली हातीं घेणें या दोन क्रियांत दोन दिवसांचें अन्तर असलें तरी या दोन्ही क्रिया व त्यांच्यामधील दोन दिवसांचा अवधि हे सर्व त्या दोघांपुरते समकाल या संज्ञेस पात्र होत.

हें बरेंच वाढलेलें काल-प्रकरण आतां थोडक्यांत संपविण्याकरितां असें म्हणतां येईल. शुद्ध स्थलाप्रमाणेंच शुद्ध काल असें कांहीं तत्त्व वास्तवशास्त्रांत प्रत्ययास येत नाहीं. काल हा एक केवळ द्रष्टृसापेक्ष भाव होय. ज्या दोन क्रिया

एका व्यक्तीला अगर द्रष्ट्याला समकालीन वाटतील त्या दुसऱ्या व्यक्तीला भिन्नकालीन वाटणें शक्य आहे. त्याचप्रमाणें दोन क्रियांतील कालांतर एका व्यक्तीस जें आढळेल त्यापेक्षां अन्य व्यक्तीस तें कमी अगर अधिक वाटेल आणि ज्या दोन क्रियांचा कालानुक्रम एक द्रष्टा एका रीतीनें लावील तोच अनुक्रम दुसऱ्यास उलटा वाटेल. शिवाय स्थलांतरामुळें कालाचे खंड त्यांतील गोष्टींच्या दृष्टीनें अनुक्रमशून्य बनून समकालत्व, एककालत्व अगर शून्य-कालत्व या संज्ञेस पात्र होतील.

येथवर कालाच्या स्वरूपाचा वास्तवशास्त्रदृष्ट्या विचार झाल्यानंतर केवळ त्याला पूरक म्हणून त्याच विषयाचा मानसशास्त्रदृष्ट्या थोडासा विचार या ठिकाणीं नमूद करणें अस्थानीं होणार नाहीं. एवढेंच नव्हे तर, कदाचित्, या ग्रंथांत पुढें येणाऱ्या एका मुद्याचें विवरण समजण्यास त्यायोगानें सोपेंही जाणें संभवनीय आहे. कालखंडांच्या स्वरूपाबद्दल या मानसशास्त्रीय अनुभवाचा एक विशेष हा कीं, ते सर्व द्रष्ट्यांना समानपणें लागू नसतात. यांपैकीं एक अनुभव हा कीं, निरनिराळ्या प्रकाराच्या चित्तवेधक गोष्टींनीं भरलेला विशिष्ट कालखंड हा निघून जात असतां भर्‌कन् निघून जातो. परंतु तो निघून गेल्या-नंतर मात्र त्याकडे मनोदृष्ट्या मागें वळून पाहतां तोच कालखंड फार मोठा वाटतो. उलटपक्षीं, ज्या कालखंडांत नाविन्यभाव व मनोरंजक, करमणुकींच्या साधनांचा अभाव असतो तो काळ जात असतांना फार दीर्घ व कंटाळवाणा वाटतो. परंतु तो गेल्यानंतर त्यांतील स्मृतींचें अगर स्मरणीय गोष्टींचें गाठोडें इतकें लहान असतें कीं, तो कालखंड त्यामुळें फारच थोडा वाटतो. एका आठ-वड्याची सुट्टी प्रवासांत, खेळांत, मौजेंत घालविली असतां केव्हांच* निघून गेलीशी वाटते. परंतु तींतील नाना चित्तवेधक अनुभवांमुळें आयुर्मानांत एका आठवड्यापेक्षां जास्त वेळाची भर पडल्यासारखें वाटतें. उलटपक्षीं, महिनाभर आजारी पडण्याचा प्रसंग येतांच तो आजार किती तरी कंटाळवाणा व एक महिन्यापेक्षां जास्त काळाचा वाटतो. ज्याला उशाच्या घड्याळाच्या मापानें चारपांच मिनिटेंहि लागलीं नसतील अशा स्वप्नांतील घडामोडींना कित्येक तासांचा वेळ लागणें शक्य असतें व यावरून स्वप्नांत कालाचा विकास होतो

* अविदितगतयामा रात्रिरेव व्यरंसीत् ।

असें म्हणतां येईल. नाना गोष्टी, नानाप्रकार, पालट, नाविन्य, विविधता, मनोरमता यांनीं तोच काल लांब वाटतो, तर उलट पुन्हां पुन्हां तोच तो नेहमींच्या परिचयाचा प्रकार अगर कोठेंही चित्त स्थिरावण्यास कांहीं नाहीं असें झालें म्हणजे कालाचा संकोच होतो.

वृद्धपणामुळेंही काळाचा संकोच होतो असें म्हणतां येईल. वृद्ध मनुष्याला आपलें वय ७०।८० वर्षांचें आहे हें ऐकून अगर मनांत येऊन आश्चर्य वाटतें. कारण त्यांतील त्याच त्या वारंवार घडलेल्या जीवितांतील गोष्टींनीं स्मृतिसंग्रहांत नवीन भर पडत नाहीं व स्मृतीच्या गाठोड्याचें कापड सच्छिद्र होऊन त्यांतून अनेक विशेषतः लहानपणचे विविध अनुभव गळून गेल्यामुळें शेवटीं शेवटीं तर कालाचा फारच संकोच होत जातो. हा गतकालच्या पुराणानुभवाचा विचार झाला.

सद्यःकालाच्या दृष्टीनें पाहतां, कामांत अगदीं चूर असल्यास दिवस केव्हां उगवला व केव्हां मावळला तें कळत नाहीं. उलट, कांहीं काम नसेल तर, वेळ जाण्याकरितां वाळूचें घड्याळ हालवित बसणाऱ्या मुलाप्रमाणें स्थिति होते. केवळ प्रत्यक्ष अनुभवासाठीं 'घड्याळाचा सेकंद-काटा ६० वर असतां नंतर एक मिनिट पुरें होतांच मला सांग,' असें एकाद्या मित्रास सांगून तो तें सांगण्याची नुसती वाट पाहत स्वस्थ डोळे मिटून बसला म्हणजे एक मिनिटाचा केवढा विस्तार होणें शक्य आहे तें कळून येईल.

एवंच, कंटाळा आल्यानें विशिष्ट कालखंडच काय, पण सर्व जीवितही युगाप्रमाणें दीर्घ वाटण्याचा संभव आहे.

यावरून सामान्यतः असें म्हणावयाचें कीं, आयुष्याच्या शेवटीं दीर्घायुष्य भोगल्याचा अनुभव जर हवा असेल तर जीवित जितकें नाना गोष्टींनीं, नाना नव अनुभवांनीं, नाना अनुभवांतरांनीं भरलेलें असावें तितकें तें प्रत्यक्ष व्यतीत होत असतांना लवकर जाईल, पण गेल्यानंतर दीर्घायुष्याचा अनुभव देईल.

प्रकरण ७ वें.

शिष्टप्रणित यंत्रशास्त्र.

(इ) गति.

मागील प्रकरणांतून स्थल आणि काल यांच्या वास्तवस्वरूपाचा विचार झाला. आतां या प्रकरणांत स्थलकालाशीं संबद्ध असलेल्या अन्य एका भावाचा म्हणजे गतीचा विचार कर्तव्य आहे.

गति म्हणजे स्थल-कालांतर

गति या संज्ञेचा धात्वर्थ गम् जाणें, स्थलान्तर करणें, असा आहे. शिवाय या स्थलान्तरांतच कालान्तराची कल्पनाही उद्दिष्ट आहे. कारण, गतीला किंवा गमनक्रियेला स्थलान्तराची म्हणजे पूर्वीच्या स्थलापेक्षां अन्य स्थलांची ज्याप्रमाणें अपेक्षा आहे त्याचप्रमाणें त्या क्रियेला कालान्तरांची म्हणजे पूर्वीच्या कालबिंदूपेक्षां अन्य कालबिंदूंची अपेक्षा आहे. गतीला स्थलाची जशी जरूर आहे, तशीच कालाचीही जरूर आहे. आणि त्यांतही दुसरी मौज ही कीं, गतीमध्यें कालान्तर व स्थलान्तर या दोन्ही गोष्टी एकत्र व एका कालींच घडून येत असतां स्थलान्तर आधीं व कालान्तर मागून अगर त्याच्या उलट असा कोणताही प्रकार घडून येत नाहीं, ही गोष्ट वाचकांनीं नीट लक्ष्यांत ठेवली पाहिजे.

यानंतरचा दुसरा मुद्दा हा कीं, गतींत स्थलाच्या व कालाच्या अन्तराचा जो भाव आहे, त्यांत निदान दोन स्थलबिंदु व दोन कालबिंदु नेहमी उद्दिष्ट असतात; एरवीं अन्तर संभवत नाहीं. अन्तर हें दोन बिंदूमधील असेल तरच मापतां येतें. एवढेंच नव्हे, तर तें म्हणतां येतें अगर त्याबद्दलची भाषा बोलतां येते. आणि या दोन बिंदूंपैकीं निदान एकाला स्थिर बिंदु व आरंभ-बिंदु मानावा तेव्हां त्यापासून अन्यबिंदूपर्यंतचें अन्तर अगर गति मोजतां-मापतां येते. त्यांतही, अन्तराचा प्रश्न सोडून देऊन गतीचा प्रश्न प्रामुख्यानें विचारांत घेऊं जातां कालानुक्रमाला कांहीं महत्त्व येऊन त्या अनुक्रमांतील आद्यबिंदु व स्थलारंभबिंदु हे जणूं काय एकावर एक ठेवून

त्यानंतर मग विशेष कालांत विशेष स्थलान्तर जें काय होईल त्यायोगानें गतीचें द्दश्य उत्पन्न होतें, व जरूर तर तें मोजतां येतें. याप्रकारें गतिमापनांत स्थल-कालारंभ-बिंदूंना व त्यांच्या एकत्वाला फार महत्त्व आहे, हीही गोष्ट नीट लक्ष्यांत ठेवण्यासारखी आहे.

स्थिति-सापेक्ष गति

हींच गोष्ट प्रस्तुत ग्रंथांतील उद्दिष्ट भाषेंत सांगावयाची म्हणजे गति हा स्थितीशीं सापेक्ष असा भाव आहे. स्थिर बिंदूच्या अभावीं गतीचा भाव संभवत नाहीं. गतीच्या अभावी स्थिरत्व अगर स्थिति संभवते कीं नाहीं, हा प्रश्न याहीपेक्षां बिकट आहे; आणि तो या ग्रंथांत बाजूस ठेवावयास हरकत नाहीं. पण गति ही स्थिति-सापेक्ष आहे ही गोष्ट शब्दद्दष्टया तरी सहज पटेल. तथापि, उदाहरणार्थ, पृथ्वीला स्थिररूप मानावें तेव्हां पृथ्वी-सापेक्ष रेल्वे-गार्डीचा अगर आगबोटीचा वेग काढतां येतो. सूर्यास स्थिर मानावें तेव्हां पृथ्वीचा सूर्यपरिभ्रमणाचा वेग बिनचूक मिळणार; आणि हर्क्यूलिस ताऱ्याला स्थिर-रूप मानावें तेव्हां सूर्याचा हर्क्यूलिसकडे जाण्याचा वेग निश्चित होणार. शिवाय, पूर्वी स्पष्ट केल्याप्रमाणें हर्क्यूलिस, सूर्य, पृथ्वी, आगबोट अगर तिच्या डेकावर इकडून तिकडे हिंडणारा प्रवासी किंवा त्याच्या प्रवासी कपड्यांवर इकडून तिकडे करणारा एकादा सर्वत्रोपलब्ध ढेकूण हे सर्वच मानले तर चर-सापेक्ष स्थिर आहेत व स्थिर-सापेक्ष चरही आहेत. सबब ज्यांना आपण वस्तु अगर व्यक्ति म्हणतों त्यांची परस्परसापेक्ष स्थिति पूर्वी ध्वनित केल्याप्रमाणें पारध्याच्या डिंवचण्यानें छिन्न-भिन्न झालेल्या मधाच्या पोळ्यापासून उठून सैरावैरां धांवत असलेल्या मधमाशांप्रमाणें आहे, असें म्हणण्यांत अतिशयोक्ति खास नाहीं.

या अशा स्वैरभ्रमणयुक्त विश्वांत प्रत्येक द्रष्टयाची स्थिति मानली तर स्पृहणीय अगर शोचनीयही आहे. स्पृहणीय मानण्याचें कारण एवढेंच कीं, प्रत्येक द्रष्टा आपणांस आपल्या अस्तित्वाबरोबरच यथाशक्य स्थिर मानीत असतो, व चर अवस्था ही इतरांवर लादीत असून इतरांच्या चर अवस्थेमुळें स्वसापेक्ष गतीचा भास अगर भाव आपणास उत्पन्न होतो, असें मानीत असतो. या प्रकारचें द्रष्टयाचें स्थिरत्व हा वैश्व आलस्याचाच एक उपसिद्धान्त

म्हटला तरी चालेल. अगदीं नाइलाज झाल्यास व अन्य प्रमाणांनीं स्वतःच गतियुक्त असल्याची खात्री पटून कबुली देण्याशिवाय गत्यंतर नाहीं असेंच झाल्यास तो स्वतःचें चरत्व कबूल करील; एरवीं कबूल करणार नाहीं. अर्थातच पुष्कळ वेळां स्वतः वेड्यानें इतरांनाच वेडें मानण्याचा हा एक पर्याय होय. अगदीं लहानपणापासून जों जों मोठें होत जावें तों तों या स्वतःच्या चर भावाची कल्पना जास्त जास्त येऊं लागते. गाडींत बसून जाणाऱ्या अगदीं लहान मुलांना गाडीच्या खडखडीचा त्रास होईल तर त्यामुळें ती त्रासतील, कंटाळतील, रडतील, परंतु गाडीच्या भोंवतालचें विश्व गाडीच्या उलट दिशेनें पळत असल्याची त्यांची कल्पना दूर होण्याचा प्रसंग अगर अनुभव त्यांना येणार नाहीं. या बालभावाला अनुसरून पृथ्वी स्थिर असून इतर सर्व विश्व तीभोंवतीं फिरत असल्याची अगर भूमध्यविश्वाची कल्पना अगदीं परवांपर्यंत चालत होती व अद्यापही कांहीं मागसलेल्या मानव-समाजांतून तिचें पूर्ण उच्चाटन झालें आहे असें नाहीं. परंतु हा भाग बाजूस ठेवून प्रस्तुत ग्रंथांतील विवरण नीट ध्यानांत येण्याकरितां सापेक्ष गतीच्या सापेक्षतेकडे दुर्लक्ष्य झाल्यामुळें जे कांहीं मिथ्याभास उत्पन्न होतात त्यांचा थोडक्यांत येथें निर्देश करणें अस्थानीं होणार नाहीं.

गतिजन्य भ्रम

यापैकीं एक अगदीं सामान्य परिचयाचा म्हणजे रेल्वेवर प्रवास करतांना स्टेशनावर दोन गाड्या शेजारीं शेजारीं उभ्या असल्या-वेळीं, गाडी सुटतांना बसणाऱ्या कमीजास्त धक्क्याचा भाग सोडून दिला तर, गाडी आपली सुटली असतां शेजारची सुटल्याचा अगर याच्या उलट प्रकारचा भ्रम अगर भास होतो. अर्थातच, या भ्रमाचा निरास करण्याचा मुख्य उपाय म्हणजे या अगर त्या गाडीकडे पाहावयाचें सोडून देऊन त्यांतल्या त्यांत (Comparatively) स्थिर अशा प्लॅटफार्मकडे पाहणें हा होय. बोटीच्या डेकवर पडून बोटीच्या उलट दिशेनें जात असल्याचा भ्रम याहीपेक्षां जास्त टिकाऊ असतो. कारण बोटीच्या पल्याच्या बाजूचा अगर अघाडीच्या बाजूचा पाण्याचा खळखळाट दृष्टीआड असेल तर नुसत्या समुद्रावर बोट व किनारा यांपैकीं स्थिर कोण व चर कोण हें स्पष्ट दर्शविणारें तिसरें स्थिर साधन असेलच असें नाहीं.

अर्थातच त्यांतल्या त्यांत बोट फिरते, किनारा फिरत नाहीं, हें ज्ञान या भ्रमाचा निरास करूं शकेल ही गोष्ट वेगळी. परंतु या ज्ञानाच्या अभावीं कोण फिरतें याचा नक्की निर्णय करणें कठीणच पडतें. शेवटीं ज्यांचा आतां सुळसुळाट होऊं लागला त्या विमानांतून प्रवास करण्याचा अनुभव विचारार्थ घेऊं म्हटलें तर पृथ्वी खरोखरच नारिंगाएवढी दिसण्याच्या अन्तरावरून पृथ्वीकडे व पृथ्वी आपणांस जोडणाऱ्या रेषेशीं आपणाजवळ काटकोन करीत दूर अन्तरावर असलेल्या अन्य एकाद्या विमानाकडे पाहूं म्हटलें तर या तिहींपैकीं कोण स्थिर व कोण चर हें सांगण्याचा प्रयत्न करणेंही शक्य नाहीं, हा असा अनुभव आल्यास नवल नाहीं.

गतीच्या सापेक्षतेचा या प्रकारें फायदा घेऊन जर शक्य तर स्वतःपुरते दैवी शक्तीचे चमत्कारही करून पाहतां येतील. समजा कीं, पृथ्वीच्या स्वांग-परिभ्रमणाच्या वेगानें एकादा वैमानिक मद्रासहून सूर्योदयाच्या वेळी निघाला आहे तर तो प्रचंड वेगानें धांवतांना सूर्याला उदयगिरिशिखरावर निरुद्ध करून ठेवल्याच्या शक्तीचा गर्व वाहूं शकेल.

यानंतर, असत्याच एका गतिभ्रमाचा विचार करावयाचा म्हणजे स्वांग-भ्रमणामुळें उत्पन्न होणारा दृष्टिभ्रम होय. लहान मुलें ‘ गाड्या भिंगोऱ्या ’चा खेळ खेळतात व मोठी माणसें मोठ्या वेगानेंच चक्राकार फिरण्याच्या अनेक प्रकारच्या करमणुकीच्या साधनांतून चक्राकार फिरण्याची मौज अनुभवितात. मात्र या दोन अनुभवांपैकीं ‘ गाड्या भिंगोऱ्या ’चा अनुभव येथें जास्त मुद्याचा आहे. शिवाय याबाबतचा अनुभव सर्वांना असेलही. तो म्हणजे अंगाभोंवतीं गरगर फिरणें यथाशक्य झाल्यानंतर स्थिर बसलें असतां या फिरणाऱ्या भोंवतालचें जग, फिरणारा ज्या दिशेनें फिरत होता त्याच्या उलट दिशेनें त्याभोंवतीं फिरूं लागतें. अशा रीतीनें केवळ थोड्या प्रयत्नानें जगाला आपल्याभोंवतीं घेऱ्या घ्यावयास लावण्याची कला अगदीं लहानपणींच शक्य आहे असें नाहीं. मोठेपणींही आपण जगाला आपल्याभोंवतीं झुलवीत अस-ल्याचा भ्रम माथेफिरूंना असतो. शिवाय याप्रमाणें भ्रम स्वतःच्या डोक्यांत व त्याचा आरोप जगावर, हा प्रकार केवळ सामान्य मनुष्याबाबतच खरा आहे असें नव्हे तर त्यानें शास्त्रज्ञ म्हणविणारांनाही अगदींच सोडलेलें नाहीं.

एवंच, वेदान्त्याची भाषा वापरून गति ही एक प्रकारची माया होय,

गति म्हणजे एक प्रकारची माया

असें म्हणावयास हरकत नाहीं. तिच्या योगानें अनेक भ्रम उत्पन्न होतात व त्यांचा निरास होण्यास ज्ञाना-शिवाय अन्य उपाय नाहीं. तथापि हें गतिपुराण या ठिकाणीं चालत ठेवावयाचें नसून एकमेकांच्या सापेक्षतेनें व शिवाय एक-मेकांशीं संबद्धरीत्या फिरत असणाऱ्या वस्तूंच्या गतीचा एक विशेष दाखवून तें बंद करणें इष्ट होय. सबब त्या विशेषाकडे वळूं.

शिष्टप्रणित यंत्रशास्त्रांगभूत एक तत्त्व असें आहे कीं, ज्याला Mechanical addition of Velocities किंवा गतिसापेक्ष

गतिसापेक्ष गति शक्य नाहीं

गति किंवा वेगांत वेगाची साधी बेरीज अगर वजा-बाकी असें म्हणतां येईल. हें तत्त्व काय आहे, हें थोडक्यांत प्रथम स्पष्ट करणें इष्ट होईल. समजा कीं, एका रेल्वे-गाडीची लांबी गार्डाच्या डब्यापासून इंजिनच्या डब्यापर्यंत हे दोन्ही डबे वगळून नक्की एक फर्लांग आहे व ही लांबी अर्थातच त्या रेल्वेच्या प्रत्येक स्टेशनवरच्या प्लॅटफार्माच्या समान लांबीइतकी आहे. शिवाय गाडींतून गार्डाच्या डब्यापासून अगदीं इंजिनच्या डब्यापर्यंत आरपार रस्ता असून एक रेलवेचा पोर्टर एका स्टेशनवरून दुसऱ्या स्टेशनवर जाण्याकरितां सर्वांच्या मागल्या गार्डाच्या डब्याशेजारच्या कंपार्टमेंटमध्यें अगदीं गाडी सुटतां सुटतां चढला आहे, त्याचें घर पुढल्या स्टेशनच्या पुढल्या टोकास आहे, त्याला घरीं अगदीं तातडीनें जावयाचें आहे, व पुढील स्टेशनवर जाण्यास गाडीस दोनच मिनिटें लागणार आहेत.

हा पोर्टर मनांत विचार करतो कीं, ह्या स्टेशनपासून त्या स्टेशनपर्यंत गाडी पोहोंचण्यास लागणाऱ्या दोन मिनिटांत बसून राहण्यापेक्षां गाडींतून दर तासास ३॥। मैल अगर दोन मिनिटांस १ फर्लांग या वेगानें चालत राहिल्यास अनायासें गाडी पुढल्या स्टेशनवर जाऊन पोहोंचण्याच्या वेळांतच आपण प्लॅटफार्मच्या पुढच्या टोकास जाऊन पोहोंचूं व मग ताबडतोब घरीं जाऊं. अर्थात् यांत काय चूक आहे? साध्या गणिताच्या दृष्टीनें व न्यूटनच्या काळच्या यंत्रशास्त्राच्या दृष्टीनें ही गोष्ट शक्य झाली पाहिजे.

परंतु वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, ही गोष्ट घडून येत नाहीं; व गाडीं-तल्या गाडींत पळून गाडीच्या वेगाशीं आपल्या वेगाची बेरीज म्हणा अगर वजावाकी म्हणा करून येणारें गणितागत उत्तर प्रत्यक्ष करून पाहतां पदरांत पडत नाहीं. तो मनुष्य गाडींतून चालूं शकेल; परंतु दोन मिनिटांत ठराविक वेगानें इंजिनच्या शेजारच्या कंपार्टमेंटपर्यंत पोहोंचूं शकणार नाहीं. तर कांहीं थोडा मागें राहील. हा किती मागें राहील, तें गाडीच्या व त्याच्या वेगाच्या प्रमाणावर अवलंबून आहे व गाडीच्या वेगाचें त्याच्या वेगाशीं प्रमाण जों जों जास्त असेल तों तों जास्त मागें पडेल. कारण स्थिर पृष्ठावर जो वेगाचा दर असतो तो चर पृष्ठावर टिकून राहत नाहीं. त्यामुळें घड्याळाचीं चक्रेंही स्वतःचा वेग टिकवून धरीत नसावींत व कांहीं प्रमाणांत हळू चालावींत. याप्रमाणें चर पृष्ठावरचा काळही स्थिर पृष्ठावरच्या काळापेक्षां संकोच पाव-लेला असतो. सामान्य पार्थिव व्यवहारांत ही गोष्ट दृष्टीआड होणें शक्य आहे. कारण हा जो फरक पडतो तो फार थोडा असतो. परंतु आन्तरिक्ष वास्तवशास्त्रांतील अगर खगोल-वास्तवशास्त्रांतील प्रचंड वेगाचा विचार कर-तांना या फरकाचा विचार न केल्यास ही चूक फारच प्रमाणांत वाढलेली प्रत्ययास येते.

फिझो

याच प्रकारचा अन्य एक प्रयोग फिझो (Fizeau) नांवाच्या शास्त्रज्ञानें १८५० च्या सुमारास केला. या प्रयोगांत प्रकाश-किरणाच्या वेगाची अन्य एकाद्या वेगाशीं बेरीज-वजा-बाकी होते कीं काय हें पाहण्याचा उपक्रम केला होता. याकरितां एक मोठी प्रचंड दुर्बिणीची नळी योजिली होती व महा-कष्टानें ती पाण्यानें भरून हें तीतील पाणी विशिष्ट वेगानें वाहतें ठेविलें होतें. शिवाय, प्रकाशाचा वेग पाण्यांतून किती असतो हें अगाऊच ठरलेलें होतें. * अशा स्थितीत वर दिलेल्या वेगानें त्या दुर्बिणीच्या नळींतून पाणी वाहत

* निरनिराळ्या अनेक द्रवांतून प्रकाशकिरणाच्या वेगाचें मापन शास्त्रज्ञांनीं करून ठेवलेलें आहे. याला Index of refraction म्हणतात. हा पाण्याबाबत १.३३ इतका आहे, म्हणजे प्रकाशाचा वेग पाण्यांतून $\frac{\text{१८६०००}}{\text{१.३३}}$ मैल इतका असतो.

असतां तींतून प्रकाशकिरणाचा वेग किती होतो हें पाहून त्यावरून वेगांची बेरीज होते कीं नाहीं व दुर्बिणींतील पाण्याच्या सापेक्षतेनें प्रकाशाचा वेग किती भरतो हें पाहावयाचें होतें. अर्थात् या ठिकाणीं दुर्बिणीच्या नळीतील वाहतें पाणी हें धांवत्या आगगाडीच्या ठिकाणीं आहे व त्या पाण्यांतून मार्ग काढणारा प्रकाश हा धांवत्या गाडींतून धांवूं पाहणाऱ्या पोर्टराच्या ठिकाणीं आहे. या प्रयोगाचा निष्कर्ष असा निघाला कीं, पाण्यांमधून प्रकाशाचा जो वेग असतो त्या वेगाची नळीमधल्या पाण्याच्या वेगाशीं साधी अंकगणितात्मक बेरीज होत नाहीं; तर त्यांत कांहीं कमतरता येते. प्रकाशकिरणाच्या वेगाबाबत या प्रयोगाचा निष्कर्ष असाच असल्याचें झीमन (Zeeman) नांवाच्या शास्त्रज्ञानें फिरफिरून प्रयत्न करून निश्चितरूप ठरविलें आहे. सबब, गतिसापेक्ष गति ही साध्या बेरीज-वजाबाकीच्या नमुन्याची नसते असें आतां नक्की ठरलें आहे असें म्हणावयास हरकत नाहीं.

परंतु गतिसापेक्ष गति होत असल्याचें हें चुकीचें तत्त्व न्यूटनच्या विचारसरणींत अनुस्यूत झालेलें आहे व त्यामुळें त्या विचारसरणीप्रमाणें केल्या गेलेल्या कांहीं कांहीं गणितांत हा चुकीचा अंश शिरलेला आहे. अर्थातच, हा काढून टाकणें जरूर आहे व तो आइनस्टाइनच्या वेळेस काढला गेला, एवढेंच थोडक्यांत नमूद करून हें प्रकरण संपविणें रास्त होईल.

प्रकरण ८ वें.

स्थलकालमापनाचीं साधनें.

गज व घडथाळें यांवर वेगाचा परिणाम.

सामान्य व असामान्य घोटाळे

(अ) सामान्य घोटाळे

या प्रस्तुत प्रकरणाचें नामाभिधान वाचून हिंदुस्थानांत निरनिराळ्या ठिकाणीं निरनिराळीं वजनें व मापें चालत असल्यानें त्यामुळें उत्पन्न होणाऱ्या घोटाळ्याचा व वजनामापाच्या निश्चितीकरणा(Standardisation of weights and measures) चा या प्रकरणांत ऊहापोह होणार की काय, असा वाचकांस कदाचित् संशय येण्याचा संभव आहे. सबब, ही संशयनिवृत्ति सुरुवातीसच करणें जरूर आहे. पुण्याचे शेरभर अंजीर मुंबईस जवळजवळ तीन शेर भरतात व अहमदाबादेस दोन शेर भरतात हे असले अगदीं नवे व कोणाचा हात १२ तसूंचा तर कोणाचा १३ किंवा १४ तसूंचा असले जुने घोटाळे व्यवहारांत अत्यंत त्रासदायक असले तरी त्यांचा विचार या ठिकाणीं कर्तव्य नसून उलट चोख व्यवहाराची आवड असलेल्या लोकांनीं हे घोटाळे आपापसांत मिटवले आहेत असें मानल्यानंतर जे अन्य कांही घोटाळे अद्यापही शिल्लक राहतात त्यांचा विचार या ग्रंथांत कर्तव्य आहे.

(आ) असामान्य घोटाळे

किंवा हाच मुद्दा जरा आणखी स्पष्ट करून सांगावयाचा तर असें म्हणतां येईल की, पृथ्वीवर ठिकठिकाणीं परस्परांजवळ असून जे मोजमापाचे व्यवहार होतात त्यांचा प्रस्तुत ग्रंथांत विचार करणें जरूर नसून आकाशाच्या विस्तीर्ण अवकाशांतील नाना ग्रहताऱ्यांच्या प्रचंड गतीचा अगर त्याचप्रमाणें अगदीं लहान अशा अणु-घटनेंतील वीजाणूंच्या गतीचा विचार करतांना ज्या गोष्टींकडे दुर्लक्ष झाल्यास अयथार्थ ज्ञान होण्याचा संभव असतो त्या गोष्टींचा विचार कर्तव्य आहे. या स्थलमापनाबाबत एक

मुद्दा येथें नमूद करावयाचा म्हणजे मापन करावयाची वस्तु व मापन-कर्ता हे दोन्हीही स्थिर असतील अगर एकाच वेगानें एकाच दिशेस फिरत असतील, तर त्या स्थितींत त्या कर्त्यानें त्या वस्तूचें केलेलें स्थलमापन हें यथार्थ अगर वास्तव (Proper or Physical) मापन म्हटलें जातें. 'परंतु स्थल व काल' या प्रकरणांत स्पष्ट केल्याप्रमाणें स्थल म्हणजे कांहीं स्वयंसिद्ध केवलतत्त्व नव्हे आणि विशिष्ट स्थलाच्या मापाबद्दल दोन द्रष्ट्यांचें एकमत होणें शक्य नाहीं ही पूर्वी सांगितलेली गोष्ट वाचकांच्या स्मृतींत असेल.

गतिजन्य संकोच (अ) स्थलमापनाच्या गजाचा

पण याशिवाय अन्य एक मजेची गोष्ट ही कीं, ज्या साधनानें स्थलमापन करावयाचें तो गज असो की यार्ड, फूट, मीटर वगैरे कांहीही असो आणि तो निश्चित (Standard) मापाशीं अगदी कितीही तंतोतंत मिळवून आणलेला असून तो भिन्नभिन्न उष्णमानानुसार संकोच-विकास न पावणाऱ्या धातूचा असला तरीही स्थिर स्थितीत त्याचें जें माप असतें त्यापेक्षां चर स्थितींत तें आकुंचन पावतें व कमी होतें. मात्र, यामुळें विशिष्ट वस्तूचें व्यावहारिक मापन करतांना तें स्थिर स्थितींत वेगळे असतें व चर स्थितीत वेगळें—जास्त भरतें—असें नव्हे. कारण ज्या वस्तूचें मापन करावयाचें ती वस्तूही चर स्थितींत त्या मापाच्या प्रमाणांत आकर्षण पावते. पण हें कसेंही असलें तरी मुद्याची गोष्ट ही कीं, स्थिर स्थितींतील द्रष्टा आपल्या मापानें चर स्थितींतील वस्तूचें, उदाहरणार्थ, एकाद्या ग्रहाच्या व्यासाचें मापन करूं म्हणेल तर तें त्याचें करणें अव्यवहार्य नसलें तरी तत्त्वदृष्ट्या चुकीचें होईल, ही गोष्ट नजरेआड करणें इष्ट नव्हे. अगर शुद्ध वास्तवदृष्ट्या स्थिर स्थितींत गज या मापाची लांबी जेवढी असते तेवढीच ती चर स्थितींत असते असें मानणें युक्त नव्हे.

कारण, याबाबत निश्चितपणें असें होत असल्याचें अनुभवास आलें आहे कीं, कोणत्याही चर वस्तूची अगर त्यांत अंतर्भूत असलेल्या अन्य वस्तूची लांबी फक्त गतीच्या दिशेनें आकर्षण पावते. जोरानें धांवत जाणाऱ्या रेल-गाडीची लांबी भरावावरून पाहणाराला आखडलेली दिसेल व त्या गाडींतील जेवणाच्या टेबलावरचीं वाटोळीं ताटें त्याला वाटोळीं ताटें न

दिसतां गाडीच्या गतीच्या दिशेनें अरुंद व सबब लांबोळीं दिसतील व जों जों गाडीचा वेग जास्त तों तों हें आकुंचन जास्त जास्त प्रत्ययास येईल. शिवाय दुसरी गोष्ट ही कीं, जोरानें धांवणाऱ्या गाडींत बसून प्रवास करणाराला रस्त्यावरील गाडीच्या गतीच्या दिशेशीं समान्तर असलेल्या वस्तूंची– उदाहरणार्थ, एकाद्या पुलावरील हातीं धरावयाच्या कठड्याची–लांबीही त्याच प्रमाणांत आकुंचन पावलेली दिसेल व भरावावरच्या मजुरांच्या डोक्यावरचीं घमेलीं वाटोळीं न दिसतां गाडीच्या दिशेनें आकसलेलीं व सबब लांबोळी दिसतील. पण गाडीच्या दिशेच्या काटकोनांत जर एकादा लांब गज पडला असेल तर त्याची लांबी मात्र तशी आकसलेली वाटणार नाहीं. याच बाबतचा आणखी एक मुद्दा म्हणजे ज्यांना आपण अगदीं सरळ व घट्ट खणखणीत (Rigid) मापें म्हणतों त्यांचा सरळपणा सर्व द्रष्ट्यांना मान्य होईलच असें नाहीं व कांहींना तीं वांकलेलीं वाटणें शक्य आहे हें मागील पान २८ वर दिलेल्या उदाहरणावरून स्पष्ट होईल आणि ज्याला आपण घट्टपणा, खणखणीतपणा अगर कडकपणा म्हणतों, त्याबद्दलही असें दुमत होणार नाहीं, अगर आपणापेक्षां भिन्न परिस्थितींतील द्रष्ट्याला तो लवचिकपण व आकृतीचा चंचलपणा वाटणार नाहीं असें नाहीं. याप्रमाणें कापड मापावयाच्या सरळ, टणक लोखंडी गजाला आपल्यापेक्षां भिन्न परिस्थितींतील एकादा द्रष्टा वेडावांकडा व आपली आकृति एकसारखी बदलणारा मानणें शक्य आहे, हें ऐकून कापडाच्या सर्व दुकानदारांना राग येणें शक्य आहे. परंतु, तेवढ्यानें वरील विधानाला बाध येणें जरूर नाहीं. फक्त या विधानानें त्यांच्या दुकानीं कापड घेण्यास येणारांनीं बिचकण्याचें मात्र कारण नाही. कारण, आगाऊ स्पष्ट केल्याप्रमाणें त्यांना बसल्या ठिकाणीं हा अनुभव येणार नाहीं याबद्दल त्यांनीं आपली खात्री असूं द्यावी.

(आ) कालमापनाच्या घटियंत्राचा

दुसरा मुद्दा कालमापनाच्या घड्याळांचा. याही बाबत प्रथम ही गोष्ट स्पष्ट करावयाची कीं, मुंबई टाइम, मद्रास टाइम, स्टँडर्ड टाइम वगैरे पार्थिव व मानवकृत फरक येथें विचारणीय नव्हत; आणि दोन घड्याळें परस्पराशीं कधींही जुळत नाहींत हा सामान्य अनुभवही येथें उद्दिष्ट नव्हे. तर त्याहीपेक्षां जास्त मूलग्राही

असा कांहीं प्रकार उद्दिष्ट आहे. आणि तो म्हणजे गतीमुळें स्थलसंकोचा-प्रमाणेंच कालसंकोचही होतो हा होय. भरधांव गतीनें जात असतां घड्याळें हळूहळू चालतात व जों जों गति जास्त तों तों हें घड्याळांचें मंदावणेंही वाढतें. त्यांतही येथें घड्याळांची सदोष, ओबडधोबड रचना उद्दिष्ट नव्हे. किंवा खराब रस्त्यावरच्या बोजड वाहनांतील प्रवासाचा घड्याळाच्या यंत्रावर होणारा परिणाम येथें उद्दिष्ट नव्हे; तर प्रचंड वेगामुळें होणारा काल-संकोच येथें उद्दिष्ट आहे. त्यांतही पुन्हां काल, काम आणि वेग या सामान्य गणिताच्या उदाहरणांतील काल आणि वेग यांचें साधें व्यस्त प्रमाणही येथें उद्दिष्ट नव्हे; तर अत्यंत प्रचंड गतीमध्यें अनुस्यूत असलेल्या स्थलविस्ताराचा कालावर होणारा संकोचरूप परिणाम या ठिकाणीं उद्दिष्ट आहे.*

ही गोष्ट सहज लक्ष्यांत राहण्यासाठीं वस्तुस्थितीचा विपर्यास न करतां केवळ थोडा विनोदाचा स्वर वापरून असें म्हणतां येतें कीं, तिसऱ्या, चवथ्या, पांचव्या वगैरे वरवरच्या मजल्यांवर राहणाऱ्या श्रीमंतांची घड्याळें दुसऱ्या पहिल्या मजल्यावर राहणाऱ्या गरीबांच्या घड्याळांपेक्षां मंद चालतात. कारण, पृथ्वी परिवलन करीत असतां भूपृष्ठापासून वरवरचे मजले भूपृष्ठाजवळच्या मजल्यांपेक्षां भूपृष्ठाच्या वाढत्या त्रिजेच्या प्रमाणांत जास्त क्षेत्रांतून समान वेळांत प्रवास करतात. म्हणजे अर्थात् त्यांची गति जास्त असते व गतीमुळें त्यांचीं घड्याळें मंदावतात. सबब, त्यांना धांवपळधाई वगैरे कांहीं नसून त्यांच्या जीवितांत संथपणा असतो.

---

* एकाद्या विशिष्ट कंपनीनें केलेलें घड्याळ तें तेवढें घड्याळ, इतर सदृश वस्तू घड्याळें नव्हत, असें जसें म्हणतां येत नाहीं, त्याचप्रमाणे सामान्य परिचयाचीं तेवढींच घड्याळें, इतर घड्याळें नव्हेत, असेंही म्हणतां येत नाहीं. वाळूचें घड्याळ, पाण्याचें घड्याळ, सावलीचें घड्याळ ही सर्व घड्याळेंच होत. थोडक्यांत असें म्हणतां येईल कीं, ठराविक कालावधींत ठराविक क्रिया करणाऱ्या सर्व लहान-थोर वस्तूंचा घड्याळासारखा उपयोग करून घेतां येईल.

कालमापनाचीं साधनें जीं घड्याळें त्यांच्या बाबतची अडचण स्थलमापनाच्या फूटपट्ट्यांबद्दलच्या अडचणीपेक्षां जास्त मोठी आहे. घड्याळें अगदीं निर्दोष रचनेचीं असतील तर एकाच ठिकाणीं त्यांना तंतोतंत लावणें कठीण नाहीं. परंतु एकाद्या ठिकाणच्या सर्वमान्य (Standard) घड्याळाशीं लावून एकादें घड्याळ दूर अन्तरावर उपयोगासाठीं पाठवावयाचें म्हटल्यास तें मात्र जमत नाहीं. कारण, वेगानें धांवत असणाऱ्या वाहनांतून नेतांना घड्याळाची गति मंदावते असें आढळून आलें आहे. अलीकडे सर्वमान्य घड्याळ जेथें असेल तेथून ठरावीक वेळीं विद्युत्संदेश चोहोंकडे पाठवून सर्व ठिकाणचीं घड्याळें एकसारखीं लावणें शक्य झालें आहे. तथापि, एवढ्यानें गतीच्या योगानें घड्याळांची मंदावलेली गति वेळोवेळीं सुधारतां येत नाही. शिवाय, ही विद्युत्संदेशाच्या योगानें वेळोवेळी घड्याळें बरोबर लावण्याची क्रिया जी करतां येते तिचें क्षेत्र भूपृष्ठापर्यंत व फार तर ज्यांच्या दरम्यानचें अन्तर ज्ञात आहे व स्थिर आहे अशा दोन गोलांपर्यंतच मर्यादित आहे. विश्वांतील यापेक्षां जास्त अज्ञात व चर अन्तराचा प्रश्न येतांच घड्याळें एकसारखीं लावून त्यायोगानें ठिकठिकाणच्या संवर्तांचा कालानुक्रम लावणें शक्य नसतें, हें पुढें दिलेल्या उदाहरणांनी सिद्ध करून देतां येईल.

दूर अन्तरावरचीं घड्याळें बरोबर लावतां येतात काय ?

समजा कीं, विरोचन आणि अगस्त्य हे दोघे वैमानिक परस्परांपासून प्रकाशकिरणांना १५ सेकंदें लागतील इतक्या अन्तरावर अंतरिक्षांत परस्परांपासून स्थिर अन्तरावर आहेत. पूर्व संकेतानुरूप विरोचन बरोबर १२ वाजतां खुणेचा प्रकाशकिरण अगस्त्याकडे रवाना करतो. हा प्रकाशकिरण येण्यापूर्वी अगस्त्यानें आपलें घड्याळ किल्ली देऊन १२ वाजून १५ सेकंदांवर काटे आणून पण बंद करून ठेवलें आहे व तो किरण त्याला दिसतांच तो तें घड्याळ सुरू करतो; व दोघेही आपलीं घड्याळें परस्परांच्या बरोबर लागलीं असें मानतात. शिवाय, हा प्रकाशकिरण तत्क्षणींच अगस्त्याजवळील आरशावरून परावर्तन पावून विरोचनाला १२-३० सेकंदाला मिळतो व हा पडताळा या दोघांचीं घड्याळें बरोबर

उदाहरणें

लागलीं असें मानण्यास विरोचनास पुरेसा वाटतो. त्यांच्या दरम्यानचें अन्तर निश्चित असल्यानें ते परस्परांच्या जगांत स्थिर आहेत.

अशा स्थितींत विरोचन आणि अगस्त्य यांच्याजवळ भोंवतीं घडणाऱ्या संवर्तांचें मापन ज्याचें त्याला ज्याच्या त्याच्या घड्याळानें बरोबर करतां येईल. परंतु एकाला घडलेल्या गोष्टीचा कालनिर्णय दुसरा करूं म्हणेल तर तें मात्र शक्य नाहीं. एक अडचण याबाबत अशी कीं, संशय आला असतां संशयाचें निराकारण करण्याचें प्रत्यक्ष साधन कांहींच उपलब्ध नाहीं.

याकरितां, याबाबत, एकाद्या तिऱ्हाइताचा उपयोग करूं म्हटल्यास काय अनुभव येतो तें पाहा. समजा कीं, चित्ररथ हा एक तिसरा द्रष्टा आहे, आणि त्याच्या मतें व त्याच्या स्थलमापनाच्या साधनांनी विरोचन व अगस्त्य यांच्या दरम्यानचें अन्तर बदलत नसलें तरी ते दोघेही अगस्त्याच्या दिशेनें प्रकाश-किरणाच्या ४/५ वेगानें धांवत आहेत. एका बाजूस चित्ररथ आणि दुसऱ्या बाजूस विरोचन व अगस्त्य ही जोडी यांपैकीं कोण स्थिर आणि कोण चर ह्या प्रश्नाला कांहींच किंमत नाहीं. कारण कोणीही एक हलला तरी दुसरा हललाच. फक्त विरोचन व अगस्त्य यांच्या दरम्यानचें अन्तर बदलत नाहीं, एवढीच गोष्ट लक्षांत ठेवली पाहिजे. अशी स्थिति असल्यामुळें चित्ररथाला वाटतें कीं, विरोचन व अगस्त्य हे दोघे अस्थिर असून दूर जात आहेत व विरोचन व अगस्त्य यांना वाटणार कीं, चित्ररथ आपणापासून दूर जात आहे व आपण मात्र स्थिर आहोंत.

त्यानंतर समजा कीं, विरोचन आपलें घड्याळ बारा वाजतां लावून ठेवून प्रकाशकिरण अगस्त्याकडे पाठवितांना चित्ररथ विरोचनाजवळ आहे व तोही आपलें घड्याळ विरोचनाच्या घड्याळाशीं बारा वाजतां लावतो.

आतां, विरोचनानें पाठविलेला प्रकाशकिरण तेथून अगस्त्यापर्यंत पोहोंचून परत विरोचनापर्यंत येण्यास विरोचनाच्या हिशेबीं १५+१५=३० मिनिटें लागतात. पण चित्ररथाचा हिशेब वेगळाच; तो मोजणार कीं, विरोचनाकडून अगस्त्याकडे प्रकाशकिरण जातांना तो किरण त्यांच्या गतीच्या दिशेनें म्हणजे अगस्त्याकडे पळत आहे किंवा किरण त्याला गांठण्याकरितां धांवत आहे. सबब त्या किरणाचा कार्यकारक वेग या दोन गतींच्या वेगाच्या वजाबाकी-

इतका म्हणजे प्रकाशकिरणाच्या शुद्ध वेगाच्या (१ – ४/५ =) १/५ असणार व त्यामुळें प्रकाशकिरण अगस्त्याला पोहोंचतांच त्यानें आपलें घड्याळ १२ वाजून (१५÷१/५=) ७५ सेकंदांनीं लावलें पाहिजे. शिवाय अगस्त्याकडून परावर्तन पावलेला किरण विरोचनाकडे परत येतांना तो त्यांच्या गतीच्या विरुद्ध दिशेनें धांवत असल्यामुळें विरोचन या प्रकाशकिरणाला गांठावयास धांवणार आणि त्यामुळें या वेगांची बेरीज होऊन हा परत येणाऱ्या प्रकाशकिरणाचा वेग त्याच्या शुद्ध वेगाच्या (१ + ४/५ =) ९/५ इतका असणार व सबब हें अंतर आक्रमण्यास त्यास (१५×५/९ =) ८१/३ सेकंदें लागणार. सबब हा प्रकाशकिरण परत येऊन पोहोंचतांच विरोचनानें आपलें घड्याळ ७५ + ८१/३ = ८३१/३ अगर १२ – १ – २३१/३ असें लावलें पाहिजे व या हिशेबानें आपआपल्या भोंवतालच्या संवर्तांचा कालानुक्रम लाविला पाहिजे. परंतु हा हिशेब विरोचनाच्या हिशेबाशीं जुळत नाहीं; व पुन्हां प्रत्येकजण ज्याच्या त्याच्यापुरता खरा. एवंच, अशा चर स्थितींत केवळ बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार या साध्या गणितात्मक प्रक्रियांनीं कालसाधन नक्की करतां येत नाहीं, हें उघड आहे.

शिवाय या अनुभवाची एक मौज ही कीं, चित्ररथाच्या हिशेबीं अगस्त्याचें घड्याळ प्रकाशकिरण त्याकडे जाऊन पोहोंचला त्या वेळीं १२-७५ सेकंदांस लावावयाच्या ऐवजीं तो १२-१५ ला लावतो; म्हणजे शुद्ध वेळाच्या मागें मंद गतीनें चाललें आहे, असें लावतो. एवंच, थोडक्यांत, सर्व ठिकाणचीं घड्याळें एकच वेळ दाखविणें शक्य नाहीं. कारण एकरूप अगर शुद्धरूप काल असा नाहींच नाहीं.

आणखी कांहीं गतिभ्रम

मात्र, याप्रमाणें काल एक नसण्याचा व काल मंदावण्याचा प्रकार येथेंच संपत नाहीं. तर तो अन्य अनेक चमत्कारिक प्रकारांनीं प्रत्ययास येतो. या प्रकाराचें वर्णन एडिंग्टननें एका ठिकाणीं फार उत्तम केलें आहे. प्रकाशाच्या ४/५ वेगानें विमानांतून बसून पृथ्वीवरून आकाशांत उड्डाण करीत एक वैमानिक चालला आहे असें गृहीत धरून त्याचा अनुभव वर्णन करतांना तो म्हणतो:

या वैमानिकाचें विमान झपाट्यानें चालत असतांही दूर अन्तरावरून या वैमानिकाकडे सूक्ष्मपणें पाहूं गेल्यास हा फारच मंद गतीनें चालला आहे व त्याच्या विमानांतील यंत्रेंही जेमतेमच चालत आहेत असें दिसेल; आणि तो जों जों दूर जाईल तों तों त्याजपासून त्याच्या हालचालींचें ज्ञान प्रकाशद्वारां होण्यास लागणारा वाढता वेग जमेस धरून देखील त्याचा मंदपणा इतका आहे असें वाटेल. तसें नसतें तर जणूं काय तो थांबला आहे असेंच वाटण्याची पाळी यावयाची. मात्र हा पृथ्वीवरून पाहणाऱ्याचा अनुभव झाला. उलट त्या वैमानिकाला पृथ्वी त्याच वेगानें स्वतःपासून दूर जात आहे व पृथ्वीवरील सर्व व्यवहार—अगदीं मेलगाड्यांचे वेग देखील फारच मंदावले आहेत असें अनुभवास येईल.†

पुनश्च हा वैमानिक प्रकाशवेगानेंच धांवूं लागेल तर पृथ्वीवरून त्याच्या निघत्या क्षणाच्या पार्थिव व्यवहारदृश्याचे प्रकाश-किरण सदोदित त्याच्याबरोबरच असल्यामुळें पृथ्वीवर कांहींच नवव्यवहार घडत नाहींत, तेथील सर्व व्यवहार अगदीं बंद पडला—अगदीं थंडावला आहे असेंच त्याला दिसत राहील आणि अखेर तो प्रकाशकिरणापेक्षांही जास्त वेगानें धावूं लागेल तर पूर्वपूर्व घटनांचे प्रकाशकिरण त्याला पश्चात् पश्चात् प्रत्ययास येत गेल्यानें पार्थिव व्यवहार पृथ्वीवरचे इतिहासज्ञ ज्या क्रमानें नोंदीत आहेत त्याच्या अगदीं उलट क्रमानें ते घडत आहेत, मृत वृद्धाच्या शवाला स्मशान-बांधव चितेंतून काढून तिरडीवर घालून घरीं आणीत आहेत, तो हळूहळू तरुण होऊन लग्न करीत आहे, व अखेर बाल, बालक, अर्भक होऊन मातेच्या प्रसूतिगृहांत प्रवेश करून आपलें १६८० सालीं सुरू झालेलें अवतारकार्य १६२७ मध्यें संपवीत आहे असेंही त्याला दिसेल.

शिवाय, थोड्या वेळापूर्वी भरधांव पळणाऱ्या गाडीसंबंधानें स्थलसंकोचाचा जो प्रकार नमूद केला त्याच गाडीसंबंधानें कालसंकोच्याचा प्रकार त्या गाडीच्या आंतबाहेर अनुभवास येणें शक्य आहे. गाडीबाहेरच्या मनुष्याला जो कालावधि एका तासाचा वाटेल तो त्या गाडींतील मनुष्याला संकोच पावलेला खरा सव्वा तास वाटेल व उलटपक्षीं बाहेरच्या मनुष्यालाही

† *Space, Time and Gravitation*—by Eddington.

त्याचें स्वतःचें घड्याळ सव्वा तास चालतें तेव्हां गाडींतल्या गृहस्थाचें घड्याळ फक्त तासभरच चाल्तें असें वाटेल.

शिवाय, एकाच स्थिर बिंदूवरच्या गोष्टीकडे पाहावयाचें सोडून देऊन पुढून येणाऱ्या व मागें जाणाऱ्या स्थलांत घडणाऱ्या गोष्टीचा विचार घेऊं जातां त्याबद्दलचा अनुभव याहीपेक्षां विलक्षण येईल.

समजा कीं, गाडींतील गृहस्थ व भरावावरचा गृहस्थ समोरासमोर असतांना गाडी ज्या दिशेकडे जात आहे तिकडे एक गोष्ट अगर बनाव बनला आहे. उदाहरणार्थ, गाडीचा रस्ता ओलांडून जात असलेला एक बैल इंजिनच्या धक्क्यानें कोलमडून बाजूस पडला आहे. तर, प्रकाशाचा वेग लक्षांत घेऊन ही गोष्ट केव्हां घडली याचा जर तो गाडींतील गृहस्थ व भरावावरील गृहस्थ हे दोघे विचार करूं लागतील तर, गाडींतील गृहस्थाच्या हिशोबीं ती गोष्ट भरावावरील गृहस्थाच्या हिशेबापेक्षां आधीं वाटेल व उलट दिशेची म्हणजे गाडी ज्या दिशेनें आली त्या दिशेची गोष्ट त्याच्या हिशोबीं भरावावरच्या गृहस्थापेक्षां उशीरां वाटेल. भरावावरच्या गृहस्थाच्या हिशेबीं एक प्रकाश-वर्षाच्या अन्तरावर घडलेली गोष्ट गाडींतील गृहस्थास ३।४ प्रकाशवर्षाच्या अन्तरावरची वाटेल. एवंच, गाडीतील गृहस्थ हे भरावावरील गृहस्थाच्या हिशेबापेक्षां गाडी जिकडे धांवत आहे तिकडच्या गोष्टी पूर्वीच्या समजतील व गाडी जिकडून धांवत आहे तिकडच्या गोष्टी मागा-हूनच्या समजतील. किंवा ह्या पार्थिव गोष्टी सोडून देऊन विश्वाच्या दूरच्या भागांतील त्या दोन्ही गृहस्थांना त्या विशिष्ट क्षणी दिसणारी एखादी गोष्ट घ्या. ती जर गाडी ज्या दिशेकडे धांवत आहे तिकडे घडली असेल तर ती गोष्ट गाडींतील गृहस्थ भरावावरील गृहस्थाच्या हिशेबाच्या दुप्पट आधीं मानणार व तीच जर गाडी आल्या दिशेनें घडली असेल तर मात्र अर्धांशानें आधीं मानणार, भरावावरील गृहस्थास एकादा नवीन तारा गाडी जाण्याच्या दिशेस दिसून तो ५० वर्षांच्या आधी उद्भवला असें वाटल्यास गाडींतील गृहस्थास तो शंभर वर्षांच्या आधींचा वाटणार व गाडी येण्याच्या दिशेस तसाच एकादा तारा दिसून भरावावरील गृहस्थास त्याचें वय १०० वर्षांचें वाटल्यास गाडींतील गृहस्थास तो फक्त ५० वर्षांचा

वाटणार. अर्थात्च हें सर्व वर्णन वाचकांना अनुभवशून्य वाटण्याचा संभव आहे; व बुद्धिदृष्ट्या तें पटवून देण्याचा प्रयत्न या ग्रंथांतील स्थलदृष्ट्या सोयीचा नाहीं.

त्या सर्व उलथापालथीचीं कारणें अर्थात् दोन होत. एक तर प्रचंड गतीमुळें उत्पन्न होणारा स्थलकालसंकोच आणि दुसरें म्हणजे त्यांतच प्रकाशकिरणास भेटावयास जाणें अगर प्रकाशकिरणांनीं भेटावयास येणें या दोहोंमुळें उद्भवणारा स्थलकालभ्रम.

सारांश, विशिष्ट द्रष्ट्यानें मोजलेलें वस्तूचें स्थल अगर काल हें वस्तूच्या अंगचा कोणताहि धर्म नसून तें त्या विशिष्ट द्रष्ट्याच्या त्या वस्तूशीं संबंधाचें मापन होय.

कृतत्रेतद्वापारादि व्यक्तिसापेक्ष स्थल-कालाचीं उदाहरणें

हिंदूंच्या कांहीं पौराणिक कथांवरून त्यांना या व्यक्तिसापेक्ष स्थलकालाची कल्पना आली असावी असें दिसतें. कालगणनेप्रमाणें कृतत्रेतद्वापारादि चार युगें म्हणजे ब्रह्मदेवाच्या घड्याळाप्रमाणें अगर कालगणनेप्रमाणें एक दिवस. अर्थात्, यावरून पृथ्वीवरील दिनमान हें सार्वत्रिक असणें जरूर नाहीं हें उघड आहे. शिवाय, हीच कल्पना स्पष्ट करण्याकरितां एका हरिदासी मांडणीची मदत घ्यावयास हरकत नाहीं. ती मांडणी म्हणजे, ब्रह्मदेव स्नानास बसले असतां पृथ्वीवरून बातमी आली कीं, त्यांच्या कुलांत रावण जन्मास आला. त्या वेळीं त्यांनीं जननाशौचानिमित्त एक पाण्याचा तांब्या डोकीवर ओतून घेतला. ही स्नानक्रिया पुढें चालूच होती. इतक्यांत इकडे रावणाची राज्यस्थापना, सीताहरण, रामाशीं युद्ध वगैरे सर्व प्रकार संपून जाऊन रामानें त्यास युद्धांत मारल्याची बातमी आली. त्या वेळीं आपल्या कुळांतील एक पुरुष मृत झाला म्हणून ब्रह्मदेवांनीं मृताशौचानिमित्त त्या एकाच स्नानक्रमांतील पुन्हां दुसरा एक तांब्या डोकीवर ओतून घेतला. या मांडणीप्रमाणें पाहतां रावण व ब्रह्मदेव हे एकाच केवल कालाचें मापन करीत होते व ब्रह्मदेव स्नानांत फार चेंगटपणा करीत असत असें कांहीं म्हणतां येत नाहीं. शिवाय ही मांडणी केवळ हरिदासी कपोलकल्पना नसेल. सूक्ष्मदर्शक यंत्राखालीं ताकाचा एक बिंदु घालून पाहूं जातां

थोड्या निरीक्षणाच्या अवधींत त्यांतील एकाद्या जंतूच्या दोन तीन पिढ्या झालेल्या पाहावयास मिळतील आणि म्हणून त्या जंतूला स्वतःचें जीवन फार घाईघाईनें उरकावें लागत असेल, असें मानण्याचें कारण नाहीं. वेळ जात नाहीं म्हणून वाळूचें घड्याळ हलवीत बसणारा निरुद्योगी मुलगा व तोच वेळ इतक्या लवकर कसा गेला म्हणून तक्रार करणारा उद्योगी मुलगा यांची गोष्ट सर्वांनीं वाचली असेल.

शिवाय दुसरी एक गोष्ट अशी कीं, स्थलकालांचें याप्रमाणें केवलत्व अगर निरपेक्षत्व मानण्यांत त्यांच्यावर समर्यादत्वही लादलें जातें आणि तें तर मान्य करणें म्हणजे मोठीच चूक होते. सबब स्थल-काल या कल्पना शुद्ध अगर निरपेक्ष नाहींत, त्या केवळ द्रष्टृसापेक्ष होत, असेंच अखेर मानणें भाग पडतें.

या प्रकरणाचा तात्त्विक सारांश या दृष्टीनें असें म्हणतां येईल कीं, स्थल-कालांचें निश्चितत्व अगर समर्यादत्व हें पार्थिव, जड, आळशी लोकांच्याच वांट्यास आलेलें असतें. त्यांचें विश्व आकुंचित असतें व कालही समर्याद असतो. वास्तविक, द्रष्ट्याच्या स्थित्यनुसार ते फुगतात, आंखडतात. (बृह् = फुगणें*) व दोन्ही टोकांस निमुळत्या असलेल्या कातड्याच्या पट्ट्याचें अगर मोठ्या प्रचंड शक्तीच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्राखालीं असलेल्या व म्हणून विस्तृत दिसणाऱ्या सूक्ष्म बिंदूचें त्यांना स्वरूप येतें. द्रष्ट्याच्या अल्पत्वामुळें ते इतके फुगतात कीं त्यांपुढें त्याला आपलें स्वतःचें जीवित अत्यंत क्षुल्लक, तुच्छ व तिरस्करणीय वाटूं लागतें. सापेक्षदर्शनाच्या दृष्टीनें स्थलकालांचीं शुद्ध स्वरूपें कशीहि असोत; परंतु व्यावहारिक जीवितांत वैयक्तिक दृष्टिबिंदूला नितान्त महत्त्व दिल्यानें तात्त्विक क्षेत्रांत जड विचारसरणीचा अवलंब केल्यानें जीविताकडे पाहण्याची दृष्टि निराशामय बनूं लागते, ही गोष्ट लक्ष्यांत ठेवून ती टाळण्याकरितां हे दोन्ही दृष्टिबिंदु टाकणेंच इष्ट होईल.

---

* वेदान्त्यांच्या ब्रह्मसंज्ञेचा धात्वर्थ ब्रह् = फुगणें असा आहे व ब्रह्म याप्रमाणें फुगत राहिल्यानें तें जगांत स्थलकालत्वानें प्रत्ययास येतें असें म्हणतात तें असेंच नव्हे काय ?

प्रकरण ९ वें.

वस्तु कीं संवर्त.

मागील प्रकरणामध्यें दोन वस्तूंमधील अंतर मोजण्याबाबत युक्लिडनें सुचविलेला सरळ मार्ग इतका उपयोगी नसून त्यामुळें अंतर मापण्याचें कार्य वस्तुतः किती सदोष होतें त्याचें कांहींसें विवेचन केलें. त्यानंतरच्या या प्रकरणांत वास्तवशास्त्रांत याही पुढें अन्य कांहीं अडचणी कशा उपस्थित होतात हें पाहूं.

भूसंबद्ध दोन वस्तूंचें अंतर मापण्याबद्दल युक्लिडनें सुचविलेली पद्धति यथा-तथा कामचलाऊ मानूं गेलें तरी वास्तवशास्त्राचा संबंध नुसत्या पृथ्वीशींच नसून तीभोंवतालच्या सर्व प्रचंड विश्वाशीं आहे. आणि या विश्वांतील नाना गोलांच्या स्थितिगतींशीं या शास्त्राला क्षणोक्षणीं कर्तव्य आहे. असें असतांना विश्वांतील कोणत्याही दोन गोलांचें अंतर मोजावयाचें झाल्यास एक अडचण अशी उपस्थित* होते कीं, हे बहुतेक सर्व गोल कोणत्याही विशिष्ट स्थानाला चिकटून राहिलेले नसून ते एकसारखे स्थानान्तर करीत असलेल्या मोहाळाप्रमाणें व मोठ्या प्रचंड वेगानें स्थानान्तर करीत आहेत. कोणीही स्थिर नाहीं; तर, प्रत्येकजण मोठ्या घाईत असल्याप्रमाणें सदैव पळत सुटलेला आहे. पृथ्वी दररोज २४००० मैलांचें परिवलन अगर स्वांगभ्रमण करते, तरीही आपण तिला स्थिर मानूं शकतों. एवढ्यावरूनही आकाशस्थ अन्य ज्योतींना स्थिर मानण्यांत आपली कांहीं चूक होत असावी, व आपली दृष्टि केवळ जडानुषंगिक बनली असावी, असें मानावयास हरकत नाहीं. पण ही पुराण्याची बाब असो, चंद्र प्रकाशाचें टपाल घेऊन पृथ्वीभोंवतीं दररोज ६०,००० मैलाचा प्रवास उरकतो व पृथ्वी दर वर्षास ५६ कोटी मैलांची प्रदक्षिणा सूर्यास घातल्याचा पुण्यसंग्रह करीत आहे. ज्याला आपण या आपल्या प्रचंड ग्रहमालेचा मालक व मध्य मानीत आहोंत, तो सूर्यही स्वतः-

---

* घटना हा साधा शब्दही या ठिकाणीं चालेल.

बरोबर स्वग्रहोपग्रहांचें कुटुंब घेऊन तासीं ६० मैलांच्या वेगानें हरक्यूलिस-ताऱ्याकडे यात्रेस अगर चैनीच्या प्रवासास सदैव जात असल्याचें प्रत्ययास आलेलें आहे. शिवाय हरक्यूलिसही फिरत नसेल व आळशाप्रमाणें ठिकच्या ठिकाणी बसून राहिला असेल असें कोणीं सांगावें? आणि हीच स्थिति अन्य ताऱ्यांचीही असणें संभवतें. एवंच, या विश्वांत कोणीही स्थिर नाहीं, कोणतेंही ठिकाण अगर कोणतीही वस्तु स्थिर नाहीं.

कोपर्निकस व गालीलिओ यांच्यापूर्वी पृथ्वी स्थिर असून सूर्य, चंद्र व तारे यांनीं मढविलेलें आकाशकवच पृथ्वीभोंवतीं फिरत आहे असें मानलें जात असे. सांप्रत पाहावें तों हें आकाशकवच विरघळून गेलें असून त्याला खिळलेले तेजोगोल सैरावैरा धावूं लागल्याचें व पृथ्वीही त्याच्याबरोबर गिरक्या घेऊन फिरत असल्याचें प्रत्ययास आलें आहे. शिवाय या भटकण्याचा वेगही तसाच प्रचंड आहे. अशा स्थितींत दोन तेजोगोलांचें अंतर मोजावयाचे झाल्यास तें कसें मोजावयाचें? व तें कसेंही मोजलें तरी एका क्षणीं मोजलेल्या अंतराची दुसऱ्या क्षणी काय किंमत! स्थिर भूपृष्ठावरील दोन स्थलांच्या दरम्यानचें अंतर शकूसाखळीनें मोजून त्यावर मैल-फर्लांगांचे दगड रोवतां येतील. परंतु कल्पना करा कीं, मुंबईंतील रेल्वेचीं आणि ट्रामचीं स्टेशनें स्वैरगीत्या भ्रमण करूं लागलीं आहेत, राणीचा बाग आतां भायखळ्यास, तर थोड्या वेळानें कुलाब्यावर, नंतर गोवालिया टँकवर व नंतर शिवरीस; राजाचा पुतळा एकदां बोरीबंदरावर, तर थोड्या वेळानें राणीच्या बागेंत सहल करावयाला व नंतर महालक्ष्मीच्या रेसकोर्सवर फिरून सायंकाळीं बॅलार्डपियरवर हवा खावयाला जात आहे, अगर क्राफर्डमार्केट नळबाजारांत फळें विकावयास अगर पार्शीस्टॅच्यू धोबीतलावावर कपडे धुण्याकरतां देण्यास जात आहे; तर राणीच्या बागेपासून राजाच्या पुतळ्याचें अगर गवालिया टँकपासून बोरीबंदर स्टेशनचें वगैरे अंतर मोजावयाचें तें कसें व तें कोणीं मोजल्याची घमेंड मारली तर त्यांत अर्थ अगर खरेपणा काय? विश्वांत भ्रमण करणाऱ्या तेजोगोलांची स्थिति थोड्याबहुत अतिशयोक्तीनें अशीच आहे. अशा स्थितींत या नाना गोलांची परस्परसापेक्ष स्थिति अगर गति यथार्थरीत्या निश्चित करणें किती शक्य आहे? आणि भूपृष्ठा-

वरील स्थिर व्यवहारास सवकलेल्या व ते व्यवहार करून झाल्यानंतर त्याच धोरणानें व भलोकीं यथातथा लागू होणाऱ्या भूमितीच्या साह्यानें शास्त्रज्ञांनीं जेव्हां हुसकून लावलेल्या पोळ्यांतील मधमाशांप्रमाणें सैरावैरां धांवणाऱ्या आकाशस्थ ज्योतींच्या स्थितिगतीचें ज्ञान मिळविण्याचा प्रयत्न केला तेव्हां चूक झाली असल्यास नवल काय !

या गोंधळांतून मार्ग काढण्याचा आइनस्टाइननें प्रयत्न केला आहे. त्याच्या मांडणीप्रमाणें अशा परिस्थितींत जें काय मोजणें शक्य आहे तें म्हणजे दोन वैयक्तिक वस्तूंचें अन्तर नसून त्या वस्तूंच्या निदान प्रत्येकी अन्य एक वस्तूशीं मिळून दोन जोड्या बनतील, त्या जोड्यांच्या वेळांच्या अगर स्थळांच्या दरम्यानचें अन्तर हें होय व तेवढ्यानेंच त्यांच्या स्थितीबद्दल जें ज्ञान होणें शक्य असेल तेंच विशिष्ट परिस्थितींत परमावधीची शक्यता होय. हीच गोष्ट पूर्वोक्त उदाहरणें वापरून स्पष्ट करावयाची म्हटल्यास राणीचा बाग व राजाचा पुतळा हे दोन्ही आपआपल्या भ्रमणक्रमांत ज्या वेळीं व ज्या स्थळीं एकत्र येतील त्या वेळेपासून व त्या स्थळापासून फार तर तसल्याच अन्य एकाद्या भेटीच्या स्थलाचें अगर कालाचें म्हणजे पार्शीस्टॅच्यू धोबीतलावर कपडे देण्यास गेला असल्या वेळेचें अगर स्थळाचें अन्तर मोजतां येईल. यानंतर, याच प्रकारचीं अन्य अनेक अन्तरें मोजून तीं सर्व हाताशीं तयार असतील तर त्यांच्या काळजीपूर्वक अभ्यासानें त्यांच्या गतींचें ज्ञान होण्याचा संभव, अर्थात्, उत्पन्न होतो. पण वर सांगितल्याप्रमाणें एकाद्या वस्तूला अन्य एकाद्या वस्तूच्या सान्निध्यांत पकडावी तेव्हांच अन्य एकाद्या दोन वस्तूंच्या परस्परसान्निध्याबद्दल, संघाताबद्दल अगर संवर्ताबद्दल कांहीं माहिती मिळणें शक्य आहे, एरवीं नाहीं. मात्र संशोधकाच्या सोयीच्या दृष्टीनें असले दोन गोलांचें एकत्र येणें अगर संघात अगर संवर्त त्याच्या भ्रमणक्रमांत वारंवार घडून येत असतात. पण, हें कसेंही असलें तरी, स्थिररूप भूपृष्ठ सोडून देऊन खगोलशास्त्रांतर्गत संशोधनासाठीं आकाशस्थ ज्योतींच्या स्थितिगतीची माहिती मिळविण्याचा सवरण्याचा प्रसंग येतांच तेथें भूपृष्ठाचा कायमचा स्थिरपणा नसल्यामुळें तत्सदृश अन्य कांहीं तरी संघात अगर संवर्त घडून येण्याची संधि साधावी तेव्हांच त्या ज्योतीबद्दल कांहीं माहिती मिळणें शक्य होतें. त्याहीवर

आणखी एक गोष्ट ही कीं, भूग्रह हा या अनंत विश्वाचा एक लहानसा खंड, व येथून करावयाच्या स्थलकालमापनाची संधि या दृष्टीनें या संघातांना अगर संवर्तांना जास्तच महत्त्व आहे. एवढेंच नव्हे, तर जरा सूक्ष्म निरीक्षण करूं जातां व भूलौकिक वस्तूंची अणुघटना व अणूंची प्रोताणु-विजाणु घटना लक्षांत घेतां आकाशांतील चर ज्योतींचे परस्परांशीं जे संर्वत घडून येतात व ज्यांना आपण सांप्रत स्थिररूप नक्षत्रसमूह म्हणतों तसलाच कांहींसा किंवा अगदीं तोच प्रकार भूपृष्ठसंलग्न जड वस्तूंतील अणुघटनेंत देखील आहेच. प्रत्येक अणुअणूंत देखील एक मध्यवर्ती-प्रोताणू असून त्याच्याभोंवती त्याचे ग्रहोपग्रह ओताणू अगर वीजाणू भ्रमण करीत आहेतच. फरक काय तो स्थलपरिमाणाचा. एक अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत व सूक्ष्म स्थलावकाशांत म्हणून स्थिर, तर दुसरा अत्यंत विस्तृत प्रमाणांत पण अत्यंत अत्यंत अशा स्थलावकाशांत म्हणूनही दूर अन्तरावरच्या मानवी अल्प दृष्टीला स्थिरच. आणि संवर्तघटना जशी प्रचंड ब्रह्मांडांत तशीच लहानसहान पिंडांतही पिंडब्रह्मांडन्यायानें दिसून येते. एवंच, हीच विचारसरणी चालू ठेवून आणि दृष्टि जरा सूक्ष्म करून पाहिल्यास ही संवर्तपरंपरा "यथा काष्ठं च काष्ठं च समेयातां महोदधौ समेत्य च व्यपेयातां तद्वद्भूतसमागमः ॥" या नमुन्याची बाहेरच्या ब्रह्मांडांत जी आहे तीच पिंडांत, अगदीं लहानसहान वस्तु-घटनेंत, अगदीं अणुघटनेंत देखील—आहे अशी खात्री होते व जगांत स्थिर-रूप म्हणून कांहीं असेल तर तें वस्तुतत्त्व अगर व्यक्तितत्त्व नसून ती केवळ संवर्तपरंपरा होय, असेंच मानणें भाग पडतें. एकादा पेटलेला भुइनळा आपल्या पूर्णविकासमय भव्य स्थितीस पोहोंचलेला डोळे उघडून पाहण्याचें भाग्य जर एकाद्या जन्मांधाला तेवढा क्षणभरच लाभलें तर तेवढ्यावरून त्यानें त्या ठिण-ग्यांच्या विशिष्ट आकृतिरूप संवर्ताला वस्तु मानण्यांत अगर एकाद्या व्याख्या-नाकरितां हजारों माणसांच्या घनदाट बसलेल्या सभेला एकाद्या परग्रहस्थ निरीक्षकानें एक व्यक्ति मानण्यांत जितकें यथार्थज्ञान असेल तितकेंच एकाद्या तांब्या लोखंडाच्या तुकड्याला वस्तु मानण्यांत अगर असंख्य शारीर पेशींच्या ढिगाऱ्याला व्यक्ति मानण्यांत आहे. या एकंदरींत गोष्टी लक्षांत घेऊन खगोलीय मापनांत संवर्ताच्या कल्पनेचा समावेश करून एरवीं होणारे घोटाळे

मिटविण्यांत आइनस्टाइननें केवढ्या एका प्रचंड सत्याची घोषणा केली, हें दिसून येतें.

थोडक्यांत, दृश्य आइनस्टाइनच्या मतानुरूप विश्व हें वस्तुमय अगर व्यक्तिमय नसून संवर्तमय आहे.

या दृष्टीनें विश्वाचें सूत्र लिहून दाखवावयाचें तर तें

दृश्य विश्व = संवर्तपरंपरा.

असें दाखवितां येईल. मात्र संवर्त कशाचें या प्रश्नाचें उत्तर पुढें ओघा-ओघानेंच देतां येईल.

तसेंच, ही संवर्तांची कल्पना श्रीमद्भगवद्गीतेंतील संघाताच्या कल्पनेपेक्षां फारशी वेगळी नाहीं, हेंही लक्षांत ठेवण्यासारखें आहे.

प्रकरण १० वें.

दिक्कालचतुष्क–परिमित
किंवा
दिक्कालाच्या चौकडींतील संवर्त.

आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाचें नांव ज्यांनीं ज्यांनीं ऐकिलें असेल त्यांनीं त्यांनीं त्याचबरोबर चतुर्थपरिमाण (Fourth Dimension) ही संज्ञाही ऐकिली असेल, आणि हा कांहीं तरी विलक्षण गूढ ज्ञानाचा प्रकार असला पाहिजे, असें त्यांना त्यानंतर वाटल्यावांचून राहिलें नसेल. "चतुःपरिमित स्थल" हा शब्दसमुच्चयही आइनस्टाइनचें सापेक्षदर्शन प्रसिद्धीस आल्यापासून अनेक भारदस्त पाश्चात्य वर्तमानपत्रांतून चर्चेचा विषय होऊन बसला होता व त्यावर नानाप्रकारची टीकाहि झाली. पुष्कळांनीं ह्या संज्ञेची व्याख्या एखाद्या खोलीचीं दारें, खिडक्या वगैरे सर्व अगदीं कडेकोट बंद असतांना त्या खोलीतून निसटून जाण्याचा आइनस्टाइननें शोधून काढलेला मार्ग, अशीही केली, परेतवाद्यां (Spiritist) नीं मानलेलें परेत (Spirit),

ज्या मार्गांनीं येतें जातें तें हें कोणत्याही कडेकोट बंदोबस्ताच्या खोलीला लांबी, रुंदी व उंची यांच्या जोडीला असलेलें चवथें माप अगर चवथी बाजू असाही कोणीं या संज्ञेचा अर्थ केला, आणि उच्च गणिततज्ज्ञाला माहीत असलेल्या स्थलाच्या संभाव्य अनेक परिमाणांपैकीं तीन परिमाणांच्या नंतरचें हें चौथें परिमाण असावें, अशीही उच्च दर्जाची खूणगांठ अनेकांनीं या आइनस्टाइनच्या परिमाणाबद्दल बांधली. पण वास्तविक पाहतां, आइन-स्टाइनचें चतुर्थ परिमाण हें यांपैकीं कोणतेंही नव्हे. तें समजावयास अगदी सोपें नसेल, परंतु यावरील कोणत्याही कल्पनेइतकें दुर्बोध तें खास नाहीं. विशेषतः ज्यांनीं या पुस्तकांतील येथवरचें विवरण सामान्यपणें लक्षांत घेतलें असेल त्यांना या चतुर्थ परिमाणाची पुढील विचाराच्या सोयीच्या दृष्टीनें जरूरीहि भासली असेल. सबब आतां तिकडे वळणें बरें.

सुरुवातीसच याबद्दल एक गोष्ट स्पष्ट करणें जरूर आहे. ती ही कीं, चतुर्थ परिमाण हें स्थलाचें नव्हे व स्थल हें चतुःपरिमित आहे असें आइन-स्टाइनचें प्रतिपादन साफ नव्हे. तर मग चतुर्थ परिमाण हें कशाचें व तें कोणतें ? उत्तर येवढेंच कीं, चतुर्थ परिमाण हें पूर्वीच्या प्रकरणांत ज्या संवर्ताच्या कल्पनेचा विकास केला त्याचें व हें चतुर्थ परिमाण म्हणजे त्या संवर्ताचा काल. या चतुर्थपरिमाणाची गणितागत कल्पना देण्याकरितां त्याला तत्पूर्व परिमाणाच्या पंक्तीस बसवून दाखविणें इष्ट होईल. सबब, युक्लिडच्या भूमितीचा थोडा वेळ उपयोग करून असें म्हणतां येईल कीं,

बिंदूला स्थिति आहे पण महत्त्व नाही.
१ अनेक बिंदूंच्या बनलेल्या रेषेला स्थिति आहे व लांबी आहे.
२ अनेक रेषांच्या बनलेल्या क्षेत्राला स्थिति आहे व लांबी×रुंदी आहे.
३ अनेक क्षेत्रांच्या बनलेल्या घनाला-
स्थलाला अगर वस्तूला स्थिति आहे व लांबी×रुंदी×खोली* आहे.
४ अनेक वस्तूंच्या बनलेल्या संवर्ताला स्थिति आहे व लांबी×रुंदी×खोली×
अगर पूर्वपरिचित कल्पनांचा संकोच काली आहे.
करून थोडक्यांत संवर्ताला स्थल × काल आहे.

---

* उंची, जाडी, खोली ही स्थलपरत्वें एकाच मापाचीं पर्यायनामें होत, हे उघड आहे.

वरील मांडणींत, ती सर्व स्थित भावांची असल्यामुळें, स्थितीचा विचार करणें जरूर नाहीं. त्यानंतर रेषा, क्षेत्र, घन व संवर्त यांना प्रत्येकीं एक एक वाढतें माप पूर्वीच्या मापाशीं विशिष्ट प्रकारें संलग्न झालेलें असें आहे. त्यांची-त्या मापांची बेरीज होत नाहीं, तर गुणाकार होतो. क्षेत्राला लांबी आणि रुंदी अशीं दोन अगर घनाला लांबी, रुंदी आणि जाडी अशीं तीन मापें आहेत. मात्र ही "आणि" ची अगर मापाच्या बेरजेची भाषा जुनी, गैरसमजुतीवर रचलेली व गैरसमजुती कायम ठेवणारी आहे. सबब, ती त्याज्य होय. या परिमाणांची बेरीज होत नाहीं, तर गुणाकार होतो. ५ फूट लांब, ३ फूट रुंद व २ फूट रुंद या तीन मापांच्या घनाचें मूल्य ५ + ३+२ = १० नसून ५ × ३ × २ = ३० होय; व सबब, तीन मापांचें स्थल अशी बेरजेची भाषा न वापरतां या त्रिगुणित अगर त्रिघात मापांच्या मूल्याचें स्थल अशी परिभाषा जास्त उपयुक्त होईल. संवर्ताबाबत असलेंच एक नवीन माप या गुणाकारांत अनुस्यूत होऊन तें हा घातांक तिहींपासून चारापर्यंत नेतें. या मापाला लांबी, रुंदी, जाडी, इत्यादि स्त्रीलिंगी इकारान्त विशेषणाच्या रूपाचें काल या संज्ञेचें 'काली' असें साधित रूप करून तें योजलें आहे. थोडक्यांत, आइनस्टाइनची ही वाढत्या श्रेणीची कल्पना चतुर्थघाताची असून चतुर्थमापाची नव्हे, हें लक्षांत ठेवणें सोयीचें होईल. व्यवहारांत मापें घेतांना तीं जों जों घेऊन होतील तों तों त्यांना उरकावयाच्या कार्यक्रमाचीं अंगें म्हणून एक, दोन, तीन व चार म्हणणें ही गोष्ट वेगळी. परंतु तेवढ्यामुळें त्यांच्या गुण्यत्वरूप तात्त्विक स्वरूपाकडे दुर्लक्ष होऊं देणें इष्ट नव्हे.

दिक्काल

या सर्व गोष्टींचा विचार करून हरमान् मिन्कौस्की नांवाच्या शास्त्रज्ञानें प्रथम १९०८ सालीं चतुर्मित विश्वाची आपली कल्पना एका व्याख्यानांत जाहीर केली. त्याच्या मतें विश्व हें त्रिपरिमित, केवळ लांबी, रुंदी व जाडी यांनीं मर्यादित व त्यापेक्षां अगदीं वेगळ्या नमुन्याच्या कालप्रवाहांत वाहणारें असें नसून तें चतुःपरिमित म्हणजे लांबी, रुंदी, जाडी व काली या चार मापांनीं युक्त आहे. याबाबत हरमान् मिन्कौस्कीचें महत्त्वाचें कार्य म्हणजे त्रिपरिमित स्थलांत लांबी, रुंदी व जाडी यांचे जे परस्परसंबंध असतात तेच

परस्पर संबंध चतुःपरिमित संवर्तमय विश्वांत स्थल व काल यांचे अगर लांबी, रुंदी, जाडी व काली यांचे असतात, असें त्यानें प्रतिपादन करून तें गणित-दृष्ट्या सिद्ध करून दिलें.

याबाबत हरमान् मिन्कोस्कीचे शब्द पुढें दिल्याप्रमाणें आहेतः— " From now onwards space and time sink to the position of mere shadows and only a sort of union of both can claim an independent or absolute existence. "

याप्रकारें कोणत्याहि संवर्ताच्या स्थलाचा त्याच्या कालाशीं गुणाकार होत असून त्यामुळें त्यांना येत असलेलें दिक्कालाचें रूप जें वर नमूद केलें तें नीट समजाऊन घेण्यासारखें आहे. त्याकरितां मदत म्हणून असें म्हणतां येईल कीं, एकाद्या लाकडी ठोकळ्याच्या एकानें मापलेल्या लांबी, रुंदी व उंची या मापांना अन्य कोणीं अनुक्रमें रुंदी, उंची व लांबी या संज्ञा दिल्या असतां त्यायोगानें गणितांतर्गत अशी कसलीच चूक होत नसून या संज्ञाभिन्नत्वामुळें त्या दोघांनीं काढलेल्या त्या ठोकळ्याच्या घनफळांत कांहीं फरक होत नाहीं, हें सर्वज्ञात आहेच. अगदीं याच प्रकारचा अनुभव एकाद्या संवर्तपरंपरेच्या दोन अग्रांमधील एका द्रष्ट्यानें काढलेलीं स्थल व काल यांचीं मापें व त्याच दोन अग्रांमधील अगर अवकाशामधील अन्य एकाद्या द्रष्ट्यानें काढलेली स्थल व काल यांची मापें याहीबाबत येतो, असें दिसून आलें आहे.

याप्रमाणें विशिष्ट अवकाशाबाबत एका द्रष्ट्याच्या कालाच्या कांहीं भागाला दुसरा द्रष्टा स्थलाचा भाग मानतो ही गोष्ट नीट लक्षांत येण्याकरतां कल्पना करा कीं, प्रवासांतील दोघां भावांपैकीं एक भाऊ तहानेनें व्याकुळ होऊन झाडाखालीं दमून बसला आहे व दुसरा पाण्याच्या शोधाकरितां अरण्यांत फिरत आहे. अशा वेळीं झाडाखालीं पाण्याकरितां एका भावानें दुसऱ्यापासून निघणें व पाणी घेऊन पुनश्च त्याजपाशीं परत येणें या दोन संवर्तांमधील अन्तर मापतांना बसलेला भाऊ घड्याळाकडे पहात राहून दुसरा भाऊ आतां किती वेळानें येणार या प्रकारें कालमापन करील, तर, इकडे जो भाऊ भटकत असेल तो पाणी किती अन्तरावर सांपडणार व तें कोठें सांपडेल, अद्याप भावापर्यंत पाणी घेऊन पोंचण्यास किती चालावें लागेल याचा प्रामु-

ख्यानें विचार करील. एवंच, पाण्याकरितां एका भावानें दुसऱ्यास सोडून जाणें व त्यानें पाणी घेऊन परत त्याजवळ येणें या दोन संवर्तांच्या दरम्यानचा अवधि स्थिर भाऊ कालरूप मानणार व चर भाऊ स्थलरूप मानणार. अगर, अन्य एखादें उदाहरण घ्यावयाचें तर समजा कीं, मुंबईहून एक गृहस्थ पुण्याचा प्रवास पुरा करते झाले. अशा वेळीं त्याच्या कनवटीचा ढेकूण ते गृहस्थ चार तास स्वस्थ बसून आपणास यथास्थित चरूं देत होते याबद्दल त्यांचे आभार मानील तर सूर्यग्रहावरून या गृहस्थाची हालचाल पाहणाऱ्या निरीक्ष-काला हे गृहस्थ कमींत कमी दर सेकंदास १८ मैल वेगानें ४ तास म्हणजे ४×६०×६०×१८=२५९२०० इतक्या मैलांचा प्रवास करूं शकले असें दिसून येईल. एवंच, एक ज्याला स्थल म्हणणार त्यालाच दुसरा काल म्हणणार व अशा प्रकारांत एकाचा संवर्तावधि जो क्ष स्थल × O काल तो दुसऱ्याचा O स्थल × क्ष काल अशी स्थिति घडणार. सारांश, संवर्तावधीच्या दृष्टीनें स्थलकालांचीही याप्रमाणें एक प्रकारची लांबती-आखडती चौकट आहे.

यावर आणखी एक संभाव्य शंका अशी घेतां येईल कीं, "याप्रमाणें स्थलाबरोबर कालाची सांगड घालण्यांत आइनस्टाइननें विशेष असें काय केलें ! सामान्य पत्रव्यवहारांत देखील विशिष्ट पत्र कोणत्या मुक्कामीं व कोणत्या तारखेस लिहिलें हें लिहून त्यायोगें स्थलकालाचा निर्देश करण्यांत येतोच कीं नाहीं !" या शंकेचें समाधान एवढेंच कीं, या स्थलकालनिर्देशाच्या पूर्व-परिपाठांत स्थल व काल यांची जोडी अगर बेरीज उद्दिष्ट आहे व ती कल्पना सत्य नसून त्याऐवजी स्थलकालांचा गुणाकार–त्यांचें परस्पर परिपूर्ण मिश्रण ही कल्पना यथार्थ होय. स्थलकालांचें सत्यस्वरूप एकाद्या भरड दृष्टान्तानें कांहींसें स्पष्ट करावयाचें झाल्यास गाईच्या कासेंतून निघणाऱ्या दुधांत तूप ज्याप्रमाणें ओतप्रोत भरलेलें असतें त्याप्रमाणें स्थलकालाचें वास्तविक मिश्रण आहे; व तें दूध संथ राहूं दिल्यानें त्यांतून व्यवहारोपयोगी मलाई, लोणी, तूप वगैरे जसें वेगळें काढतां येतें त्याप्रमाणें स्थल हें कालांतून जड पार्थिव व्यवहाराच्या सोयीसाठीं वेगळें काढलें जातें.

परंतु, व्यवहारदृष्ट्या असें करणें कितीहि इष्ट असलें तरी तें स्थलकालांचें तात्त्विक स्वरूप नव्हे. अन्य एकादा दृष्टान्त द्यावयाचा झाल्यास अंजिरी

रंगाची पैठणी जांभळ्या व तांबड्या धाग्यांची ओतप्रोतरीत्या विणलेली असतां निरनिराळ्या दृष्टिकोणांकडून तिचा रंग जसा जांभळा अगर तांबडा दिसतो त्याचप्रमाणें या दिक्कालरूप विश्वाचें प्रतानदृश्य (Extension View) स्थलमय दिसतें व प्रवाह-दृश्य (Sequential View) कालरूपानें प्रत्ययास येतें. एवढेंच नव्हे, तर काल हा याप्रमाणें स्थलाशीं अनुस्यूत असल्याची कल्पना फक्त नवीन नव्हे, तर प्रत्यक्ष प्रवाहरूप कालाची कल्पनाहि प्रतानरूप स्थलाच्या कल्पनेनंतरची आहे; व त्यामुळें अर्थात् या स्थलकालांच्या ओतप्रोत भावांची संमिश्र कल्पना पटण्यास वेळ लागल्यास नवल नाहीं.

या स्थलकालाच्या संमिश्र कल्पनेस दिक्काल हें नांव देणें इष्ट वाटतें. आणि याप्रमाणें संवर्त हा चतुःपरिमित असून त्याचें सूत्ररूपानें विधान

संवर्त = लांबी × रुंदी × जाडी × काली

= दिक्काल, असें लिहितां येईल.

अर्थात् ही या तऱ्हेची मांडणी जरा गुंतागुंतीची वाटण्याचा संभव आहे, पण "गुंतागुंतीची" ही विशेषणात्मक संज्ञाहि सापेक्ष आहे. *बक्टेरियासारख्या सूक्ष्मजंतूला जग हें बिंदुमय आहे असें वाटणें साहजिक आहे; तर गांढुळाला तें रेषात्मक वाटणें साहजिक आहे. कासवाच्या विचारसरणींतील सोपें विश्व कांहींसें सपाट असेल तर हत्तीला तें त्रिपरिमित वाटणें अशक्य नाहीं. मनुष्याच्या पाशवी अवस्थेचें जग याचप्रमाणें कांहींसें तीनच परिमाणांनीं यथातथा बद्ध होतें.

परंतु जों जों सुबुद्ध युगाचा उदय होत आहे तों तों विश्व हें दिक्कालबद्ध चतुर्घातित संवर्तमय आहे. म्हणजे जगांत संवर्त हेच काय ते सत्य होत व ते दिक्काल या संमिश्र लक्षणानें युक्त आहेत असें वाटणें क्रमप्राप्तच आहे. हर-मान् मिन्कौस्की व आइनस्टाइन यांनीं स्थल व काल या पृथक् मानल्या जात असलेल्या द्रव्यांची एक दिक्कालरूपी मूस बनवून तींत जड जगाला वितळवून त्याला संवर्तरूपांत आणलें आहे. ही एक त्यांची अत्यंत महत्त्वाची कामगिरी होय.

---

* जन्तुविशेष.

" येथवरचें हें सर्व पुराण ठीक झालें. पण हें सर्व कल्पनेचें साम्राज्य कीं याला पुराव्याचा कांहीं आधार आहे ? " या प्रश्नाचा यानंतर विचार घेऊं.

वास्तविक पाहतां दिक्कालाच्या या संमिश्र कल्पनेला आधारभूत असे पुरावे यापूर्वीच ठिकठिकाणीं नमूद केले असून त्यांचें फक्त येथें संकलन करावयाचें राहिलें आहे असें म्हटलें तरी चालेल. हे पुरावे थोडक्यांत असे:—

१ विश्वांत शुद्धरूप स्थल असें कांहीं नाहीं.

२ विश्वांत शुद्धरूप काल असेंही कांहीं नाही.

३ द्रष्ट्याच्या अवस्थाभेदानें स्थल व काल ह्या दोन्ही भावांचा संकोच अगर विकास होतो; व तोही एकाच-गतीच्या-कारणामुळें दोहोंचा संकोच आणि एकाच-स्थितीच्या कारणामुळें दोहोंचा विकास होतो.

४ पूर्वी पान ८४ वर दिलेल्या उदाहरणांत स्पष्ट केल्याप्रमाणें एक द्रष्टा ज्याला स्थल म्हणून नांव देतो त्यालाच दुसरा द्रष्टा काल हें नांव देतो.

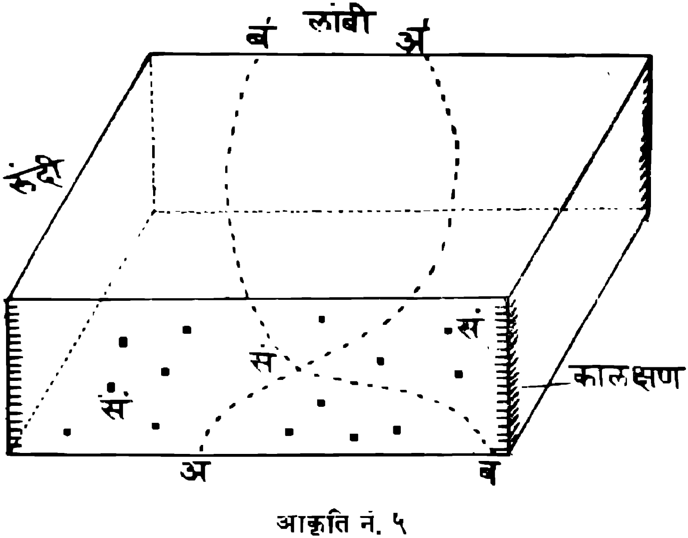
५ शिवाय अगदीं नव्यानें उपलब्ध झालेलें एक मानसशास्त्रीय प्रमाणही येथें देण्यास हरकत नाही.

विद्युदुत्तेजका (Electric Stimulus)ला प्रतिक्रिया (Response) करण्याच्या मनुष्याच्या अंगी असलेल्या शक्तीबद्दल प्रयोग करणारांना असें आढळून आलें आहे कीं, हा उत्तेजक जर मंद असेल तर तो दीर्घ काल दिल्यानें व तीव्र असेल तर अल्प काल दिल्यानें एकसारखीच प्रतिक्रिया होते. या ठिकाणीं तीव्रतेचा संबंध या उत्तेजकाच्या स्थलविस्ताराशी सहज लागण्यासारखा असून तसा तो लावल्यानंतर विशिष्ट प्रतिक्रिया घडण्यास जें काय जरूर असतें तें म्हणजे विशिष्ट दिक्कालमित उत्तेजक एवढेंच होय. त्या मर्यादेंतील स्थल-कालांना प्रत्येकीं महत्त्व कांहीच नाही. या तत्त्वाला Chronoxy म्हणतात. या निरीक्षणाचा अर्थ एवढाच कीं, मनुष्याच्या आद्य संवेदना या स्थलाचें व कालाचें रूप पृथक् जाणणाऱ्या नसतात. त्या फक्त त्यांना त्यांच्या दिक्काल या संमिश्र रूपांतच ओळखतात. याप्रमाणें पाहतां चैतन्ययुक्तता ही दिक्कालचतुः-परिमित अशीच असते.

स्थलकालाची ही एक विशिष्ट संवर्तपरंपरेभोंवतीं मूस असल्याची कल्पना चित्ररूपानें रेखित करण्याची एक युक्ति सर जेम्स जीन्स (Sir James

Jeans) नें उपयोगिलेली येथें थोडा बदल करून उद्धृत करण्यासारखी आहे. तो म्हणतो:—

एकाद्या प्रचंड शहरावर एक विमान इतस्ततः भ्रमण करीत आहे अशी कल्पना करा व फक्त त्याला भूपृष्ठापासून विशिष्ट उंचीवरच्या एकाच पातळींत म्हणजे खालींवर न करतां मागेंपुढें डावेउजवे बाजूस फिरावयाची यांत्रिक योजना असू द्या. त्यानंतर, या एका पातळींतील पृष्ठाचा एक विस्तृत नकाशा कांचेवर तयार करून त्या शहराच्या मर्यादांचे अक्षांश-रेखांश त्यावर आंखा व त्याचे अनेक लहान लहान समान भाग उभ्या आडव्या रेषांनी पाडा. शिवाय अशा पुष्कळशा कांचा हाताशीं असू द्या. नंतर, क्षणाक्षणास तें विमान कोणत्या अक्षांश-रेखांश बिंदूवर आहे हें मापून ते त्या विमानाचे बिंदू ठिकच्या ठिकाणीं या नकाशावर टिंबांनीं लिहा व दर क्षणाचा एक असे



आकृति नं. ५

अनेक नकाशे विशिष्ट कालावधीपुरते तयार करून ते सुरुवातीपासून अखेरपर्यंत विशिष्ट क्षणानुक्रमें एकावर एक असे एका टेबलावर रचा. अशा स्थितीत

उंची स्थिर असल्यामुळें ती जी आहे ती गृहीत धरून त्या विमानानें आक्रमिलेल्या मार्गाचा स्थलकालसंयुक्त असा एक बिंदु बिंदु मिळून बनलेला आलेख त्या नकाशाच्या कांचेच्या बनलेल्या ठोकळ्यांत दिसेल. या आलेखाचें यथाशक्य चित्र सोबतच्या आकृति क्रमांक ५ मध्यें दिलें आहे.

शिवाय, अशी अनेक विमानें याप्रमाणें फिरत ठेवून जर त्यांचे आलेख याचप्रमाणें एकावर एक रचून ठेवून पाहिले, तर त्यांच्या मार्गाच्या रेषा अनेक दिसतील. आणि समजा कीं, त्यांच्यापैकीं कांहींच्या ज्या वेळोवेळीं लहान लहान भेटी-टक्करा होतील त्या त्या विशिष्ट कालबिंदूशीं लांबीरुंदीचे बिंदूही येऊन मिळाल्यामुळें झाल्या असें दिसून येईल. हेच खरोखर संवर्त होत. जों जों हीं विमानें जास्त व जों जों हें क्षेत्रही कमी तों तों या संवर्तांची संख्याहि वाढेल. त्यामुळें कांहीं संवर्तांच्यामध्यें मैत्रीचा व सहकार्याचाही भाव दिसून येईल, तर अन्यत्र आघाताअपघाताचाहि प्रकार संभवेल. याच कल्पनेची परमावधि करूं गेलें असतां विश्वांतील नानाघटनांचें मूर्तिमंत चित्र या त्रिपरिमित विश्वांतही कांहींसें दिसून येईल. परंतु वैश्वघटनांचें मूर्तिमंत यथातथ्य चित्र लहान प्रमाणांत पाहावयास हवें असेल तर त्याकरितां दृष्टि-आड केलेल्या उंचीच्या परिमाणालाही या आलेखरचनेंत स्थान देतां आलें पाहिजे व हा आलेख चतुःपरिमित काढतां आला पाहिजे. शिवाय, ही गोष्ट जितकी खरी तितकीच सांप्रतच्या योजनेंत कालाला आलेखाच्या बाहेर तिऱ्हाईत म्हणून ठेवून बाकीचा फक्त स्थलाचाच आलेख पाहण्यांतील अयथार्थ ज्ञानाबद्दल खरी.

सारांश, स्थल व काल हे दोन पृथक् भाव नव्हत, तर ते परस्परांत ओत-प्रोत व त्याहीपेक्षां जास्त एकजीवपणें दिक्कालरूपानें भरलेले आहेत. त्यांचें ज्ञान फक्त आपणांस त्यांतील विशिष्ट संवर्तरूपी अगर संवर्तपरंपरारूपी जड खुणांनीं होतें. संवर्तांच्या अभावीं स्थलकालाचा भाव मनांत येणें अशक्य आहे व संवर्त हा दिक्कालानें चतुःपरिमित अगर अन्तर्बाह्य परिमित आहे. नुसत्या स्थलानें नव्हे अगर नुसत्या कालानें नव्हे अगर नुसत्या त्याच्या जोडीच्या कंसाचिन्हानें नव्हे, तर त्यांच्या ओतप्रोत संमिश्रणानें परिमित आहे.

विश्वघटना ही दिक्कालसंयुक्त व चतुःपरिमित ठरल्यास त्याचा एक व्यावहारिक परिणाम जो व्हावयास पाहिजे तो म्हणजे स्थलप्रधान भूगोल व कालप्रधान इतिहास हीं दोन पृथक् शास्त्रें न मानतां त्यांचें एकच शास्त्र मानून त्याला Geostory or Histography असलें कसलें तरी नांव देणें इष्ट होईल. इतिहास-भूगोलांत जें काय असतें तें म्हणजे नाना संवर्तांचे परस्पर संबंध होय. अगदीं रिकामें वाटणाऱ्या स्थलांत वास्तव द्रव्य नसलें तरी प्रकाशलहरींचे संवर्त तरी सर्वत्र भरलेलेच आहेत. अशी स्थिति असल्यामुळें या स्थलकाल-(संयुक्त)शास्त्राला सांवर्तिकशास्त्र म्हणावयास हरकत नाहीं.

प्रकरण ११ वें.

संवर्तपार्थक्य

किंवा

संवर्तांमधील अवकाश.

(Interval or Separation)

येथपर्यंतच्या विवरणावरून वाचकांना दिसून आलें असेल कीं, विश्वांतील वस्तूंच्या दरम्यानचें अन्तर बिनचूक मोजणें जितकें अशक्य आहे तितकेंच दोन गोष्टींच्या दरम्यानचें स्थलकालांतरहि बिनचूक मोजणें अशक्य आहे; व याचें मुख्य कारण अर्थात् हें कीं, स्थलकाल हे भाव स्वतंत्र नसतांना त्यांना स्वतंत्र मानून त्यांचें मापन करूं पाहणें. शिवाय, विश्वघटना ही आजवर मानली जात असल्याप्रमाणें त्रिपरिमित स्थल व त्याच्या जोडीस काल अशी ऊंस-भोपळ्याच्या मोळीप्रमाणें विस्कळित नसून ती संवर्तात्मक आहे व दिक्कालचतुःपरिमित आहे.

विश्व हें याप्रमाणें संवर्तमय व चतुःपरिमित आहे असें ठरल्यानंतर या संवर्तांचें परस्परांपासून माप काढण्याचा प्रश्न ओघानेंच येतो. कोणत्याही दोन

संवर्तांमधील अन्तराला पार्थक्य (Separation) अगर अवकाश (Interval) असें म्हणतात. हें नांव प्रो. व्हाइटहेड यांनीं ठेवलेलें आहे. अशा रीतीनें इंच, फूट, यार्ड, गज, फर्लांग, मैल वगैरे स्थलान्तरदर्शक संज्ञा अगर सेकंद, मिनिट, तास, दिवस वगैरे कालान्तरदर्शक संज्ञा दृष्टिआड होऊन त्यां-ऐवजीं पार्थक्याचा अगर अवकाशाचा संयुक्त भाव पुढें येतो आणि त्याचें मापन कोणत्या परिमाणांनीं करावयाचें हा प्रश्न विचारार्ह ठरतो.

हें पार्थक्यमापन करावयाचीं मापें अगदींच विपरीत नाहींत. पण मापनाची पद्धति मात्र जरा अवघड आहे. पार्थक्यमापनाबाबत अगर अवकाशमापनाबाबत मापांचे ३ प्रकार संभवतातः (१) स्थलरूप अवकाश, (२) कालरूप अवकाश व (३) शून्यरूप अवकाश. या तिहींच्या व्याख्या थोडक्यांत अशा करतां येतील.

१. ज्या दोन संवर्तांमधील निरीक्षित (observed) स्थलान्तर त्यांमधील निरीक्षित कालांत प्रकाशकिरणांना अगर प्रकाशकिरणाच्या वेगानें धांवणाऱ्या द्रष्ट्याला स्वतःच्या वेगानें आक्रमण करणें अशक्य असेल त्या दोन संवर्तां-मधील अवकाश हा स्थलरूप अवकाश होय.

या व्याख्येचें स्पष्टीकरण एकादें उदाहरण देऊन करावयाचें म्हटल्यास पूर्वी दिलेल्या सिरिस ताऱ्यावरील व पृथ्वीग्रहावरील पितापुत्र राजांचें उदाहरण घ्या; आणि सिरिसवर आजानें केलेल्या नप्तृकामेष्टि यज्ञाच्या (१) पूर्णाहुतीचा भडका व नातवाच्या जन्मानिमित्त पृथ्वीवरील राजानें केलेला (२) दीपोत्स-वाचा भडका या दोन संवर्तांमधील दुसऱ्या दोन तीन ताऱ्यांवरील द्रष्ट्यांना अवकाश मोजावयाचा आहे अशी कल्पना करा. शिवाय, समजा कीं, सिरिस व पृथ्वी यांच्या दरम्यानचें अन्तर ३ प्रकाशवर्षांचें आहे.

अशा स्थितींत जर पूर्णाहुतीचा भडका व दीपोत्सवाचा भडका या दोन संवर्तांतील कालान्तर त्यांतील प्रकाशवर्षस्थलान्तरापेक्षां कमी उ० दोन वर्षांचें असेल तर या दोन संवर्तांमधील अवकाश हा स्थलरूप अवकाश होय. कारण, इतक्या वेगानें धांवून देखील जर हें अन्तर तुटत नाहीं, जर स्थलाची अडचण येते, तर तें अन्तर फारच असलें पाहिजे व तो अवकाश स्थलरूप असला पाहिजे, हें उघड होय.

२. अन्यपक्षीं ज्या दोन संवर्तांमधील निरीक्षित स्थलान्तर त्यांमधील निरीक्षित काळांत प्रकाशकिरणांना अगर प्रकाशकिरणाच्या वेगानें धांवणाऱ्या द्रष्ट्याला स्वतःच्या वेगानें आक्रमण करणें शक्य असेल त्या दोन संवर्तांमधील अवकाश हा फक्त वेळाचा प्रश्न होय अगर कालरूप अवकाश होय.

याच्या स्पष्टीकरणाकरितां एवढेंच म्हणावयाचें कीं, नप्तृकामेष्टीची पूर्णाहुति झाल्यानंतर पांच वर्षांनीं जर नातवाचा जन्म होऊन त्याबद्दलचा दीपोत्सव होईल तर या दोन संवर्तांमधील अवकाश हा कालरूप अवकाश होय. या प्रकारांत जो अन्य एक संभव असतो तो म्हणजे नप्तृकामेष्टियज्ञाचा प्रसाद घेऊन तो प्रकाशाच्या वेगानें जाणाऱ्या जासुदाबरोबर राजास पुत्रजन्मापूर्वी पोहोंचेल असा पाठवितां येतो; ही गोष्ट करण्याला पुरसा वेळ आहे असें ठरतें व हा अवकाश कालरूप मानणें युक्त ठरतें.

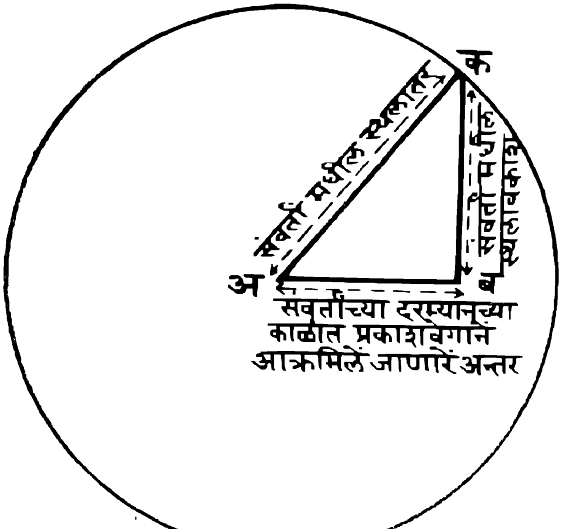
३. याशिवाय अन्य एक पक्ष असा संभवतो कीं, पूर्णाहुतीचा भडका व दीपोत्सवाचा भडका हे या दोन्ही ठिकाणीं नक्की तीनच वर्षांच्या अन्तरानें व्हावे, आणि असें झालें म्हणजे यज्ञाचा तीर्थप्रसाद पाठविण्यास स्थलान्तराची अडचण येत नाहीं. कारण, जासूद प्रकाशकिरणाच्या वेगानें धांवूं शकेल; सबब, स्थल शून्य होय; परंतु इतकें करूनहि प्रसाद पुत्रजन्मापूर्वी पोहोंचूं शकत नाहीं, कारण, त्याला जरूर तितका वेळ नाहीं, म्हणजे काल शून्य आहे; अशी परिस्थिति असतां, अगर ज्या दोन संवर्तांमधील स्थलान्तर प्रकाशकिरणाच्या वेगानें धांवणाऱ्या द्रष्ट्याला त्यांमधील कालान्तरांत गांठण्यास पुरेल इतकेंच असतें त्यांमधील अवकाश हा शून्यरूप होय.

दोन संवर्तांमधील या अवकाशमापनाची पद्धति थोडक्यांत अशी देतां येईल:—दोन संवर्तांमधील स्थलान्तराचा वर्ग करावा व त्या दोन संवर्तांमधील कालान्तरांत प्रकाश जेवढें स्थलान्तर करूं शकेल त्या अन्तराचा वर्ग करावा. या दोन वर्गांपैकीं जो लहान असेल तो मोठ्यांतून वजा करावा व बाकी उरेल त्या रकमेचें वर्गमूळ काढावें. म्हणजे त्या दोन संवर्तांमधील अवकाश अगर पार्थक्य याचा दर्शक आंकडा मिळतो.

शिवाय, पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें वजाबाकी करावयाच्या या दोन रकमांपैकीं जर संवर्तांतील स्थलान्तराचा वर्ग अन्य रकमेपेक्षां कमी असेल तर अवकाश

हा कालरूप असतो. उलट संवर्तांमधील कालांत प्रकाशकिरणांना प्रवासास पुरणाऱ्या अंतराचा वर्ग हा जर संवर्तांच्या दरम्यानच्या स्थलाच्या वर्गापेक्षां कमी असेल तर अवकाश हा स्थलरूप असतो. आकृति ६ पाहा.

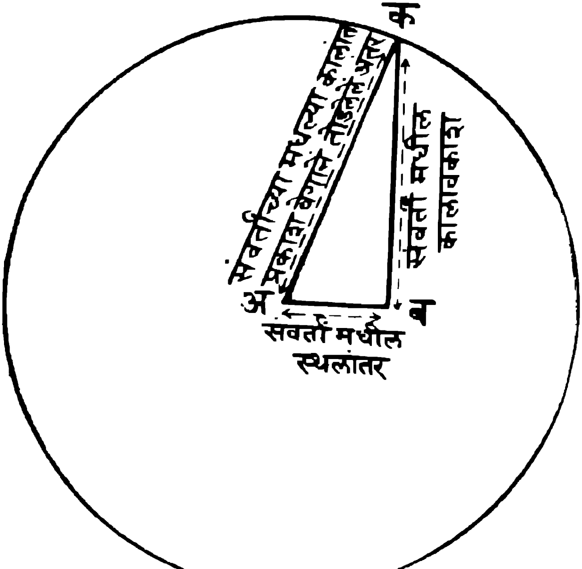
या विधानांची यापेक्षां जास्त स्पष्ट कल्पना गणिताच्या भाषेंत द्यावयाची तर प्रथम स्थलरूप अवकाशाचें सूत्र निश्चित करण्याकरितां अ हा मध्यबिंदु कल्पून त्याभोंवतीं अक ही दोन विशिष्ट संवर्तांतील स्थलान्तराइतकी त्रिज्या घेऊन वर्तुळ काढूं; आणि अब ही संवर्तांमधील कालांत प्रकाशवेगानें



स्थलावकाश : आकृति नं. ६

आक्रमिल्या जाणाऱ्या अन्तराइतकी रेषा अशी काढूं कीं, अबक हा बशी काटकोन असलेला एक काटकोन त्रिकोण होईल. अशा स्थितींत "बक" हें जें माप भरेल तो अ ब क या दोन संवर्तांमधील स्थलावकाश होय.

आणि कालरूप अवकाशाचें सूत्र निश्चित करण्याकरितां अ हा मध्यबिंदु कल्पून त्याभोंवतीं अक हा संवर्तामधील कालांत प्रकाशवेगानें आक्रमिल्या जाणाऱ्या अन्तराइतकी त्रिज्या घेऊन वर्तुळ काढूं व अब ही त्या दोन संवर्तांतील



कालावकाश : आकृति नं. ७

अन्तराच्या प्रमाणाइतकी रेषा अशी काढूं कीं, अबक हा बशीं काटकोन असलेला काटकोन त्रिकोण होईल. अशा स्थितीत 'बक' हें जें माप भरेल तें अ व ब या संवर्तांमधील कालरूप अवकाश होय. आकृति ७ पाहा.

याच अनुषंगानें स्पष्ट करावयाची पहिली एक गोष्ट म्हणजे प्रत्येक निरीक्षकाला त्याच्या अगदीं आसपासच्या स्थलांत घडणाऱ्या संवर्तांचा काल हा त्यानें आपल्याजवळच्या घड्याळानें मोजण्यासारखा वैयक्तिक अगर वास्तव काल (Proper Time) या प्रकारचा असतो. कारण तेथें स्थल शून्य असतें.

शिवाय, या स्थलशून्यत्वाची मर्यादाही प्रकाशकिरणांच्या वेगाइतकी असल्यामुळें भूपृष्ठावर घडणाऱ्या संवर्तांचा काल घड्याळांनीं मोजून जो येतो तोच वास्तवरूप असतो. त्याला जरूर तर भौमकाल अगर पार्थिवकाल असें म्हणतां येईल. तथापि, ही केवळ पृथ्वीवरील मोठाल्या जड वस्तूबद्दलची गोष्ट झाली. परंतु सूक्ष्मांत जाऊन बीटा कणां (β. Particles) चा विचार करूं गेलें कीं, घड्याळांचा उपयोग या सहज प्रकारें शुद्ध काल मापनाबाबत करतां येत नाहीं. तसेंच अन्तरिक्षस्थ गोलांच्या गती मापण्याच्या कामींही या घड्याळाचा इतका उपयोग करतां येत नाहीं. एवंच, स्थिर स्थितींत कालप्रवाहाचा संथ वेग मापणें सोपें आहे; परंतु गतीचा प्रश्न येतांच कालाचें स्थलाशीं मिश्रण झालेलें प्रत्ययास येतें. केवळ व्यावहारिक वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, प्रकाशकिरणाच्या वेगानें धांवण्याची मनुष्याला शक्यताच नाहीं. सबब, त्याच्या संथ, स्थिर परिस्थितींत त्याला स्थल व काल हे पृथक् वाटतात. एरवीं हा भ्रम उत्पन्न झालाच नसता.

अन्य एक पक्ष असा संभवतो कीं, ज्या दोन संवर्तांमधील अवकाश वर सांगितल्याप्रमाणें स्थलरूप असतो त्या दोन संवर्तांतील स्थलांतर हें त्या संवर्तांच्या द्रष्ट्याचें वैयक्तिक अगर वास्तव स्थल (Proper Space) होय.

गणिताच्या भाषेंत हें अवकाशाचें सूत्र $अ^2 = क^2 — प्र^2$ असें देतात. येथें अ = अवकाश. क = संवर्तांमधील कालावकाश. प्र = प्रकाशवेग.

परंतु, यावरून स्थल व काल यांतील भेदच नाहींसा झाला, असें कोणी मानील तर तें चुकीचें होईल. कारण, अद्यापही अवकाश हा स्थलरूप असू शकतो अगर कालरूप असूं शकतो. जें कांहीं असिद्ध ठरतें तें म्हणजे न्यूटननें मानलेले सर्वसामान्य वास्तव शुद्ध काल व स्थल हें होय. या स्थला व कालाऐवजीं प्रत्येकाचा व्यक्तिगत वास्तव स्थल व व्यक्तिगत वास्तव काल (Proper Space and Proper Time) हे अद्यापही शिल्लक उरतात. हे व्यक्तिगत वास्तव काल व स्थल हे विशेष वेगानें धांवत नसलेल्या दोन व्यक्तींचे जवळ जवळ एकच असतात. परंतु त्या दोन व्यक्ती अगदीं परस्पर सापेक्ष स्थिर असल्याशिवाय मात्र एकाचा जो वैयक्तिक अगर वास्तव स्थलकाल तोच तो दुसऱ्याचा वैयक्तिक अगर वास्तव स्थलकाल असत नाहीं.

मात्र, कांहीं विशिष्ट दिक्काल-परिस्थितींत हा अवकाश मापण्यासारखा नसतो आणि अशा प्रसंगीं कांहीं विचित्रच अनुभव येतात. ही गोष्ट स्पष्ट करण्याकरितां पूर्वीचेंच उदाहरण घेऊं. पूर्वी दिलेल्या सिरिस ताऱ्यावरील आजोबांनीं स्वतःस नातू व्हावा म्हणून केलेला नप्तृकामेष्टी यज्ञ व पृथ्वीवरील राजाला त्यांना झालेला नातू या दोन संवर्तांच्या दरम्यानच्या स्थलांचें अन्तर तीन प्रकाशवर्षांचें असू द्या; आणि नातू होतांच पृथ्वीवरच्या राजानें आपल्या बापास प्रकाश-संदेश पाठविला व यज्ञाची पूर्णाहुति होतांच आजानें बापास प्रकाश-संदेश पाठविला असें समजा. पण एवढयानें तो यज्ञ पुत्रजन्माच्या आधी झाला कीं नाहीं व पुत्रजन्माचें कारण यज्ञ होय कीं नाहीं हें सांगतां येणें शक्य नाहीं. नातू होण्यापूर्वी सिरिस ताऱ्यावरील प्रकाशद्वारें पृथ्वीवर कळलेल्या सर्व गोष्टी नातू होण्यापूर्वी घडल्या हें खरें; व नातू झाल्यानंतर पुढें तीन वर्षांनंतर सिरिस ताऱ्यावरील प्रकाशद्वारें कळलेल्या सर्व गोष्टी नंतरच्या खऱ्या. परंतु मध्यंतरीं नातवाच्या जन्माच्या आधीं एक वर्ष सिरिसवर घडलेली जर एकादी गोष्ट उ० नप्तृकामेष्टी यज्ञ असेल तर ती पृथ्वीवर नातू दोन वर्षांचा झाल्यावर कळणार व मग आतां हें "वरातीमागून घोडें" कशाला ? असें बापाला वाटणार ! कारण सिरिसवरून प्रकाश पृथ्वीवर येण्यास तीन वर्षे लागतात. उलट पक्षीं आजोबांच्या हिशेबीं ही नप्तृकामेष्टी नातू होण्यापूर्वी व वेळींच झाली, एवढेंच नव्हे, तर ती इष्टफलदायी झाली. कारण, तीनंतर नातू झाल्याची बातमी त्यांना मिळणार. एवंच नप्तृकामेष्टी आणि नप्तृजन्म यांचा क्रम आजोबाचा सरळ व एक प्रकारें कार्यकारणभावाचा, तर बापाच्या हिशेबीं तो त्याच्या नेमका उलटा म्हणजे वरातीमागून घोडयाच्या नमुन्याचा असणार.

या प्रकारचा हा जो एक पक्ष संभवेल म्हणजे जर दूरदूरच्या ठिकाणीं घडणाऱ्या दोन संवर्तांमधील कालान्तर प्रकाशकिरणाला त्या दोन स्थलांमधला प्रवास उरकण्यास लागणाऱ्या कालाइतकचें असेल तर या प्रकारच्या अवकाशाला शून्य अवकाश (Zero Separation) म्हणतात.

(१) गणिताच्या भाषेंत ही वस्तुस्थिति अशी देतां येतेः $क^२ - प्र^२ = ०$. मात्र हा एक प्रकार झाला. यानंतर अर्थातच $अ^२ = क^२ - प्र^२ = ०$ या प्रकारच्या न्युनाधिक बाजुचे शिवाय दोन प्रकार संभवतात.

(२) दोन संवर्तांमधील कालावकाश त्या संवर्तांच्या दरम्यान प्रकाश-किरणांना धांवण्यास जरूर त्या कालान्तरापेक्षां जास्त असणें संभवतें व या प्रकारांत हा अवकाश घनरूप होय. या प्रकारांत क हा प्र पेक्षां जास्त असतो व क^{2} तून प्र^{2} वजा जातेवेळीं जी बाकी राहते ती घनरूप असते. दोन संवर्तांमधील अवकाश घनरूप असतांना त्याचा कालानुक्रम सर्व द्रष्ट्यांना एकाच प्रकारें प्रत्ययास येतो.

(३) शेवटच्या तिसऱ्या प्रकारांत 'क' हा 'प्र' पेक्षां कमी असतो. म्हणजे दोन संवर्तांमधील कालावकाश त्या संवर्तस्थलांच्या दरम्यान प्रकाशकिरणाला धांवण्यास जरूर त्या कालापेक्षांहि कमी असतो त्या कालीं अशा प्रकारांत क^{2} हा प्र^{2} पेक्षां कमी असल्यामुळें अचें मूल्य हें ऋण संख्येच्या वर्गमूळाइतकें म्हणजे काल्पनिक येतें. अशा प्रकारच्या अवकाशाला काल्पनिक अवकाश म्हणतात.

ज्या दोन संवर्तांमधील अवकाश याप्रमाणें काल्पनिक असतो त्यांचा कालानुक्रम प्रत्येक द्रष्टा आपआपल्या ठिकाणाहून वेगवेगळा लावूं शकेल. प्रत्येकानें तो वेगवेगळा लाविला असतां एकाचा खरा व एकाचा खोटा म्हणतां येणार नाहीं. दोघेहि त्या दोन संवर्तांबद्दल परस्परांचा क्रमव्यत्यास करीत असतां त्या दोघांचेंहि म्हणणें खरें मानणें भाग पडेल.

याप्रमाणें दोन संवर्तांचा कालानुक्रम एकानें एक प्रकारें व दुसऱ्यानें त्याच्या उलट दुसऱ्या प्रकारें लावणें ज्याच्या दृष्टीनें जें समर्थनीय ठरतें त्या योगानें कालाच्या स्वरूपावर विशेषच प्रकाश पडतो. या विधानाचा अर्थ असा कीं, भूतकाळ आणि भविष्यकाळ यांबद्दलच्या प्रचलित कल्पना बऱ्याचशा भ्रामक आहेत. आपणाला भूतकाल जितका स्पष्टपणें दिसतो तितका भविष्य-काळ स्पष्टपणें दिसत नाहीं असें म्हणतात. पण, एक तर तें तितकें खरें नाहीं. शिवाजी १६२७त जन्मला कीं १६३० मध्यें जन्मला याबद्दल ३०० वर्षांच्या आंतच इतका संशय उत्पन्न व्हावा हा काय भूतकाळाच्या निश्चिततेचा पुरावा काय ? भूतकाळ जसा स्मृतिभ्रंशानें दूषित आहे तसाच भविष्यकाळ हा अचूक तर्कशक्तीच्या अभावानें दूषित आहे; आणि कालच्या गोष्टी जितक्या प्रमाणांत न विसरतां आठवणें शक्य आहे तितक्याच प्रमाणांत उद्यांच्या गोष्टींच्या कल्पनाही निश्चित असतात. विसरणें जसें शक्य आहे तशी दूरदृष्टि

नसणेंहि शक्य आहे. दूरदृष्टीच्या ज्ञात्यांना भविष्यकाळ दूरवर दिसतो आणि थोर पुरुषांच्या दैनिक कार्यक्रमांतील महत्त्वाच्या गोष्टी महिनेच्या महिने आगाऊ निश्चित झालेल्या असतात. त्यांच्या जीवितांत पार पाडावयाच्या गोष्टी त्यांनी दृढनिश्चयानें आगाऊच ठरविलेल्या असतात व त्या ते पार पाडतातही. कांहीं वैयक्तिक भेद सर्वत्रच असतात; आणि या भेदानुरूप कोणास भूतकाळ स्पष्ट आठवून भविष्यकाळाबद्दल तर्क करीत बसावें लागत असेल, तर अन्य कोणास भविष्यकाळ स्पष्ट दिसत असून भूतकाळांतील गोष्टींची आठवण करणेंच त्रासाचें पडत असेल.

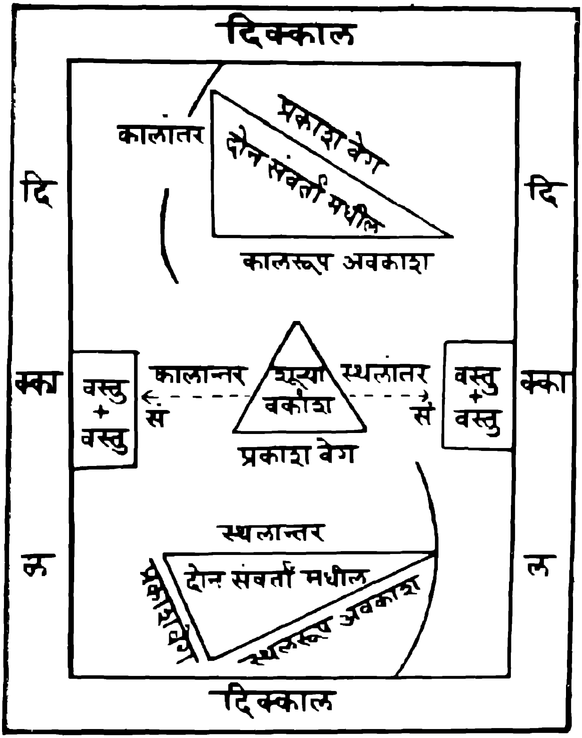
सारांश, ज्ञात भूतकाळ व अज्ञात भविष्यकाळ हे शब्दसमुच्चय अज्ञानमूलक असून ते अज्ञात नसलेल्या तरी विस्मृत भूतकाळाच्या वांट्यास घालण्याच्या योग्यतेचे आहेत.

अवकाशाची अगर पार्थक्याची ही आइनस्टाइनची संश्लिष्ट कल्पना ही सापेक्षदर्शनाचा एक अत्यंत महत्त्वाचा भाग होय. या अवकाशाचा विशेष हा कीं, परस्परांशीं निरनिराळ्या सापेक्ष वेगानें भ्रमण करीत असलेल्या सर्व द्रष्ट्यांना तो अगदीं एकमूल्य, एकरूप असतो. त्यांचे स्थलकालनिर्णय हे त्यांच्या त्यांच्या जगाचे सापेक्ष व चर, भिन्न-भिन्न, अनुषंग असले तरी वर दिलेल्या सूत्राच्या छापांत ते दाबून काढले कीं, ते सर्व द्रष्ट्यांचे एकच एक भरतात. प्रकाशकिरणांच्या वेगामुळें भिन्नभिन्न असलेलीं त्यांचीं स्थलकालांचीं रूपें या सूत्राच्या छापांत सांपडतांच शोधित होऊन त्यांचें जें नवरूप बनतें तें पूर्ण शुद्ध असतें व तें याप्रमाणें पूर्ण शुद्ध असल्यामुळें वास्तवशास्त्रांत पूर्ण ग्राह्य होय.

याबाबत बर्ट्रांड रसेल नांवाचे तत्त्वज्ञ लिहितातः

We are tempted to say that the interval is the reality of which distances and periods of time are confused representations.

या कल्पनेची परिणति सोबतच्या चित्रांत दर्शविली आहे.



आकृति नं. ८

संवर्तांतील अवकाश हाच काय तो सत्यभाव असून व्यवहारांतील स्थल व काल हे त्याचे केवळ भ्रामक प्रतिनिधि होत.*

* Comp. दिक्कालाद्यनवच्छिन्नकेवलानन्तमूर्तये ।

प्रकरण १२ वें.

स्थलकाल-साधन.

मागील प्रकरणांतून स्थल व काल यांच्या तात्त्विक स्वरूपाचें जें यथा-शक्य विवेचन केलें त्यावरून वाचकांची खात्री झाली असेल कीं केवल, शुद्ध, अगर वैश्व स्थल किंवा काल असें कांहीं नसून ते प्रत्येक द्रष्ट्याच्या स्वतंत्र जगांतले त्याचे त्याच्यापुरते खरे असे भाव होत. स्थल व काल यांच्याबद्दल अशी स्थिति असल्यामुळें त्यानंतर त्यांच्या मापनाचा अगर साधनाचा प्रश्न येतो. विशिष्ट स्थलबिंदु अगर विशिष्ट कालबिंदु एकाद्या विशिष्ट द्रष्ट्याच्या विश्वांत कोठें आहे हें त्याचें त्याला तरी निश्चित ठाऊक असणें जरूर आहे. समजा कीं, मध्यप्रांतासारख्या मध्यवर्ती प्रांतास स्वतःच्या भागांतील निर-निराळ्या शहरांचें स्थान आपल्या प्रांतापुरतें निश्चित करण्याचा हक्क दिला तर त्या प्रांतानें, उदाहरणार्थ—भुसावळपासून शून्य मैलाला सुरुवात करून नंतर कमाल लांबीच्या सरळ दिशेनें हें मैलांचें मापन करून नंतर एकाद्या शहराचें स्थान या मध्यवर्ती रेषेच्या अमुकाव्या मैलापासून तिच्या उजव्या अगर डाव्या बाजूस अमुक मैलावर आहे असें म्हणणें सोयीस्कर होईल. त्याचप्रमाणें या भागाला स्वतःची अशी कालमापनाची पद्धति निश्चित करावयास मुभा दिल्यास १९३६ च्या पाडव्यापासून नवीन शकारंभ करावयास अगर—किंवा आणि—तासाचे क्रमांक सकाळ ते संध्याकाळपर्यंत १ ते १२ व संध्या ते सकाळपर्यंत १३-२४ असे त्यानें मुक्रर करावयास हरकत नाहीं. कारण, ज्या-प्रमाणें भूगोलार्धीत्व, खंडीयत्व, प्रांतीयत्व, जातीयत्व वगैरे अनेक "त्वें" सांप्रत प्रचलित आहेत, त्यांचीच परमावधि आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनांत वैयक्तिकत्वापर्यंत झाली आहे. मात्र, या वैयक्तिक हक्काच्या बाबींपैकीं सांप्रत आपणांस येथें फक्त स्थलकालांचाच विचार कर्तव्य आहे.

स्थलकालांना शुद्ध स्वरूप आहे असें मानणारा न्यूटन व त्याचा कांहीसा समकालीन असणारा गालिलीओ याचीही, अर्थात्, शुद्ध स्थलाच्या कल्पनेच्या अनुरोधानें स्थलमापनाची एक पद्धति होती. तिला गालिलीय निर्देशव्यूह

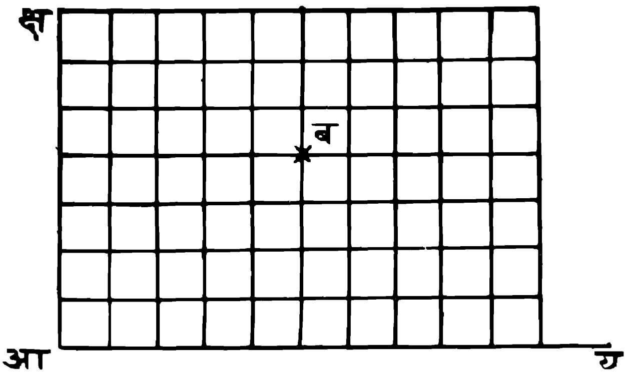
(Galilean Co-ordinate System) असें म्हणतात. हें नामाभिधान मात्र नवें आहे व त्याचा अर्थ थोड्याच वेळांत स्पष्ट केला जाईल. या मापन-पद्धतीचा विशेष हा कीं, पूर्वी पान २० वर वस्तूच्या आलस्याचा जो नियम दिला आहे म्हणजे फिरती वस्तु बाह्य व्यत्ययाभावीं फिरतच राहणार आहे व स्थिर वस्तु स्थिर राहणार आहे, हा जो नियम दिला आहे तो या पद्धतीनें मापलेल्या स्थलास लागू आहे. युक्लिडीय भूमितीप्रमाणें ही स्थलमापनाची पद्धति जेथें कदाचित् कसलेंच मापन होत नसेल असल्या स्थिर मानलेल्या तार्‍यां-(Fixed Stars) बाबत खरी असल्यास न कळे! एरवीं एक केवळ ऐतिहासिक अवशेष अगर उच्छेदनीय सदोष कल्पना यापेक्षां या कल्पनेला विशेष महत्व नाहीं.

परंतु, स्थलकालांचें वैयक्तिकत्व ओळखूनच की काय पुराण ग्रीक तत्त्ववेत्ता डेकार्ट यानें त्याच वेळीं स्थलसाधनाची एक पद्धति अमलांत आणली आहे. या पद्धतींत एका सर्वतः समप्रमाण व काटकोनांत आंखलेल्या नकाशाच्या उभ्या आडव्या बाजूंस परस्परांशीं काटकोनांत असलेले दोन संधारक (अक्ष= axes) उभे करतात. यांना अक्ष (axes) ही संज्ञा असून यांपैकीं आडव्या अक्षास य अक्ष, उभ्या अक्षास क्ष अक्ष व त्यांच्या छेदनबिंदूस आ बिंदु असें म्हणतात;* व या दोन्ही अक्षांना संधारक (Co-ordinates) असें नांव आहे. विशिष्ट द्रष्ट्याच्या जगांतील आरंभस्थान या अक्षांच्या 'आ' या छेदन बिंदूवर ठेवून नंतर त्यांतील आरंभस्थानापासून विशिष्ट स्थलाचें त्या अक्षाशीं काटकोनांत असलेलें उभें आडवें माप अनुक्रमें क्ष व य या अक्षांशीं समान्तर असलेल्या मापदर्शक उपअक्षांवर एका निश्चित प्रमाणांत दर्शवितात. उदाहरणार्थ, भुसावळ ते नागपूर हा य अक्ष आ या बिंदूपासून काढा. या अक्षाच्या आ बिंदूशीं काटकोनांत असलेलें अन्य एखादें शहर हा क्ष अक्ष कल्पून तो आ बिंदूशी काटकोनांत काढा. या दोन अक्षांनीं संधारलेल्या

---

* आ = आरंभस्थान, आ व क्ष हा उभा बिंदु मिळून होणारी आक्ष रेषा ही पृथ्वीच्या अक्षाशी समान्तर रेषा होय व 'आ' व 'य' मिळून होणारी आय रेषा ही विषुवाशीं समान्तर रेषा होय.

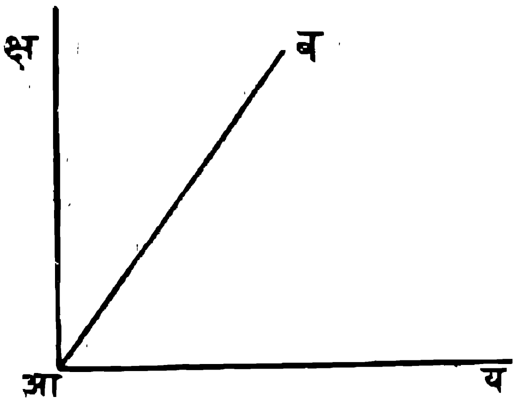
एकाद्या शहराचें माप, तें शहर भुसावळपासून २५ मैल अन्तरावरच्या बिंदूपासून य अक्षाशीं समांतर असलेल्या रेषेवर २० मैलांवर असल्यास त्याचें स्थान दर पांच मैलांस नकाशावरील एक भाग कल्पून सोबतच्या नकाशाच्या चित्रांत दाखविलेल्या ब बिंदूनें दाखवितां येईल आणि या नकाशावर या शहराचें स्थान थोडक्यांत सांगावयाचें झाल्यास क्ष ४, य ५ असें सांगतां येईल.



आकृति नं. ९

यांना बिंदूंचे संधारक (Co-ordinates) असें म्हणतात. परंतु एवढ्यानेंच भागत नाहीं. वास्तविक पाहतां स्थल हें त्रिपरिमित असल्यामुळें केवळ वरील दोन परिमाणें सांगितल्यानें त्या स्थलाचें ज्ञान नीटसें होत नाहीं. उदाहरणार्थ, या शहरांत एकादा मोठा उंच मनोरा असून त्याच्या शिखराच्या स्थल-बिंदूचें माप सांगावयाचें असल्यास वरच्या दोन मापांच्या जोडीस आणखीही एक तिसरें माप लागतें. सामान्य भूगोलाच्या भाषेंत याला अक्षांश रेखांश व उच्चांश Altitude असें म्हणतात. या प्रकारचें त्रिपरिमित स्थल द्विपरिमित सपाट क्षेत्रमय कागदावर काढून दाखविणें झाल्यास सोबतच्या आकृति ९ मध्यें काढून दाखविलें आहे. ही पद्धति डेकॉर्टनें योजिलेली असल्यामुळें हिला कार्टेसीय

संधारक व्यूह (Cartesian Co-ordinate System) म्हणतात. मात्र, या प्रकारची विशिष्ट द्रष्ट्याच्या विशिष्ट आरंभस्थानापासून विशिष्ट स्थलबिंदूचें साधन करण्याची पद्धति युक्लिडीय भूमितीच्या आधारावर रचली आहे, ही गोष्ट लक्ष्यांत ठेविली पाहिजे.



आकृति नं. १०

कालसाधनाचा विचार जो यानंतर येतो त्यासंबंधी विशेष कांहीं या ठिकाणीं म्हणावयाचें आहे असें नाहीं. ज्याप्रमाणें स्थलमापनाचीं साधनें निश्चित (Standard) मापाशीं ताडून पाहून जुळविलेलीं असणें जरूर आहे त्याचप्रमाणें कालमापनाचीं साधनेंही निर्दोष रचनेचीं व अस्खलित-रीत्या काम करणारीं असलीं पाहिजेत.

यानंतर याबाबतची पुढची पायरी गांठणें इष्ट होईल. यापुढच्या पायरींत अन्तर्भूत असलेला मुद्दा हा कीं, ज्याअर्थी स्थल व काल हे तत्त्वतः शुद्ध अगर केवल नव्हत व ते केवळ वैयक्तिक जगांतील भिन्नरूपभाव होत–पण ज्याअर्थी वास्तवशास्त्रांत असली बजबजपुरी अगर 'हम करेसो कायदा' निरुपयोगी होय त्याअर्थी भिन्न भिन्न द्रष्ट्यांनीं निरीक्षिलेल्या एकाच संवर्ताच्या भिन्नभिन्न स्थलकालांची संगति लावावयाची असल्यास अगर एकाद्या विशिष्ट संवर्तांचें स्वतःच्या विश्वांतील स्थलकालांचें

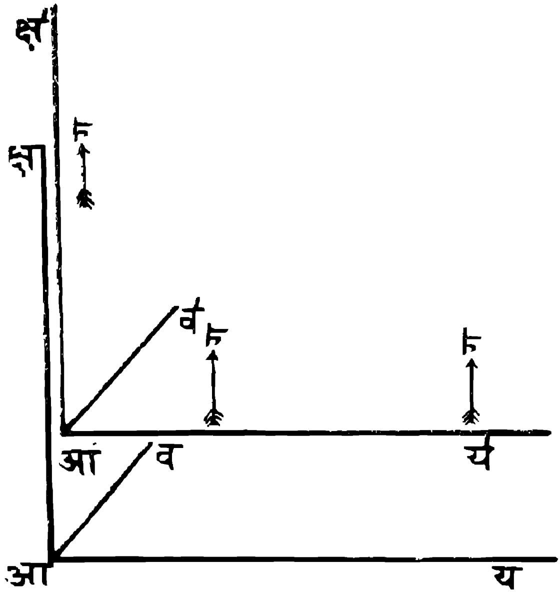
निरीक्षण एकाद्या द्रष्ट्यानें केलें असतां त्याचें रूपांतर अन्य एकाद्या द्रष्ट्याच्या विश्वांतील स्थलकालांत करणें जरूर असल्यास तें करतां यावें. एकादें मूर्त उदाहरण घेऊन ही गोष्ट स्पष्ट करावयाची तर असें म्हणतां येईल कीं, मागें नमूद केलेल्या ४ थ्या प्रकरणामध्यें भरावावरील गृहस्थानें गाडींतून पडणाऱ्या त्या दगडाच्या अनुषंगानें घडणाऱ्या एकाद्या संवर्ताचे स्थलकाल भरावावरून त्याला जसे प्रत्ययास आले तसे नोंदून ठेवले असतील तर त्यावरून धांवत्या गाडींतून त्या दगडाच्या गतीचें निरीक्षण करणाऱ्याच्या जगांतील त्या संवर्ताचे स्थलकाल निश्चित करतां येतात. हें करण्याची कृति अगर सूत्रें आइनस्टाइनच्या वेळचा अन्य एक गणितज्ञ लॉरेन्टझ् (Lorentz) यानें तयार केलीं असून तीं त्याच्या नांवावर मोडतात. म्हणजे त्यांना लोरेंट्झ् (रचित स्थलकाल) रूपान्तरें (Lorentz Transformations) म्हणतात. त्यांचें सामान्य स्वरूप असें :

समजा की, त्या दगडाबद्दलच्या एकाद्या संवर्ताचे संधारक भरावावरील आणि गाडींतील निरीक्षकाच्या जागांत रकान्यांत दिल्याप्रमाणें आहेत :

काळी	क	क′
लांबी	क्ष	क्ष′
रुंदी	य	य′
जाडी	व	व′

आणि भरावावरून गाडीचा वेग ग इतका आहे. स्पष्टीकरणाकरितां पुढें आकृति ११ मध्यें पाहा.

यांपैकीं आधींच सूचित केल्याप्रमाणें क, क्ष, य, व, आणि ग यांचीं मूल्यें निश्चित आहेत; व क′, क्ष′, य′ आणि व′ यांचीं मूल्यें काढावयाचीं आहेत. आणि हीं मूल्यें तर अशीं असलीं पाहिजेत कीं, एकतर गाडीचा वेग व दुसरा म्हणजे तो विशिष्ट संवर्त ज्यामुळें त्या दोन निरीक्षकांना दिसणार या प्रकाशकिरणांचा वेग (प्रं) या दोहोंचा विचार त्यांत आला पाहिजे.



आकृति नं. ११

याकरिता लॉरेंटझ् यानें निश्चित केलेलीं सूत्रें अशीं:—

$$क्ष' = \frac{क्ष - ग\,क}{\sqrt{१ - \frac{ग^{२}}{प्र^{२}}}}$$

$$य' = य$$

$$व' = व,$$

$$क' = \frac{क - \frac{ग}{प्र^{२}} \times क्ष}{\sqrt{१ - \frac{ग^{२}}{प्र^{२}}}}$$

अर्थात्, यांची गणिताच्या दृष्टीनें सिद्धता कशी होते व गाडीचा वेग व प्रकाशकिरणांचा वेग यांचा योग्य विचार यांत कसा आला आहे इत्यादि प्रश्न फार उच्च गणिताच्या क्षेत्रांतील असल्यामुळें त्यांचा विचार या लहानशा पुस्तकांत करणें परवडणार नाहीं व उपयुक्त ठरणार नाहीं. तथापि, या विषयाचा इतका तरी ऊहापोह या ठिकाणीं करावयाचें कारण एवढेंच कीं, परस्परसापेक्ष गतीनें फिरणाऱ्या दोन जगांपैकीं एका जगांतील विशिष्ट संवर्ताच्या निश्चित केलेल्या स्थलकालांचें त्या दोन जगांची सापेक्ष गति व प्रकाशाचा प्रचंड वेग लक्ष्यांत घेऊन रूपान्तर करतां येतें अगर, त्यांना एकसूत्रबद्ध करतां येतें, एवढेंच या-पुढील पायरीची पूर्व तयारी म्हणून वाचकांच्या ध्यानीं आणणें हें होय.

प्रकरण १३ वें.

मर्यादित सापेक्षदर्शनाची शास्त्रीय पूर्वतयारी.

(अ) प्रायोगिक.

मनुष्य प्राण्यामध्यें ज्ञानलालसा जी दिसून येते ती मनुष्याला भविष्य-काळीं कोणच्या अवस्थेप्रत नेणार असेल त्यासंबंधीं तर्क करीत बसण्यांत हंशील नाहीं. मात्र, सांप्रत तरी ती मनुष्याला स्वस्थ बसूं देत नाहीं असा सार्वत्रिक अनुभव आहे. न्यूटननें प्रस्थापिलेलें गुरुत्वाकर्षण वस्तूंच्या आल-स्याचा उच्छेद करून त्याला ज्याप्रमाणें खेंचतें, त्याप्रमाणें ज्ञानाकर्षण हेंही वैयक्तिक आलस्याचा व स्वास्थ्याचा भंग करून व्यक्तीला ज्ञानाकडे सदैव खेंचीतच आहे. शिवाय, गुरुत्वाकर्षणामुळें वस्तूंना जशी क्रमवर्धिष्णु गति प्राप्त होते तशीच मनुष्य जों जों पूर्ण ज्ञानाच्या जवळ चालला आहे तों तों त्याची ज्ञानलालसाही वाढत्या प्रमाणांत वाढतच आहे. किंवा ही उपमा थोडी बदलून असें म्हणतां येईल कीं, मागील एका प्रकरणांत सांगितल्याप्रमाणें न्यूटननें गुरुत्वाकर्षणाचा नियम निश्चित करतांच थोडा वेळ शास्त्रज्ञांना हायसें वाटलें असेल नसेल तोंच न्यूटनच्या ज्ञानदीपाच्या प्रकाशाचा फायदा घेऊन

प्रगतिमार्गावरील पुढला पल्ला गांठण्यासाठीं व जमल्यास त्या मार्गावर नवीन ज्ञानदीप रोंवण्यासाठीं शास्त्रज्ञांची धडपड पुन्हां सुरू झाली. या धडपडीशीं प्रस्तुत ग्रंथांतील प्रतिपाद्य विषयाचा बराचसा संबंध असल्यामुळें तिकडे थोडा वेळ लक्ष देणें इष्ट होईल.

सुरुवातीस या प्रयोगांत अनुस्यूत असलेलें एक कल्पित (Hypothesis) म्हणजे ईथर हें होय. ईथरच्या कल्पनेचा उत्पादक विद्युच्छास्त्रज्ञ फॅरडे हा होय. लोहचुंबक अगर लोहाकर्षक आपल्याभोंवतीं विशिष्ट अन्तरावर असलेले लोहकण जे ओढून घेतो ते घेण्यास व प्रकाश आणि उष्णता यांचें जें एका ठिकाणापासून सर्वत्र वहन होतें तें होण्यास ईथरसारखें कांहीं साधन, कांहीं वाहक अगर वहित्र हवें आहे, तें असलेंच पाहिजे असें मॅक्सवेल व फॅरडे यांचें मत होतें व हें जें वहित्र त्याला त्यांनीं ईथर हें नांव दिलें. फॅरडेच्या नंतर न्यूटनलाही ही ईथरसारख्या वहित्राची कल्पना सोयीस्कर वाटली व या ईथरच्या साह्यानें एक गोल दुसऱ्यावर गुरुत्वाकर्षणक्रिया करीत असला पाहिजे, असें तो मानूं लागला. या ईथरच्या साह्यानें Electro-static Phenomena ची उपपत्ति चांगली लागते, परंतु Electro-magnetic Phenomena ची उपपत्ति तितकी चांगली लागत नाहीं. कारण असल्या ईथरमध्यें वेगांची बेरीज होणें शक्य असावें व तें तर प्रकाशाच्या स्थिर वेगाबाबत घडत नाहीं. अर्थातच, असलें कसलें वहित्र असल्यासच तें कशा प्रकारचें असावें, त्याचे गुणधर्म काय असणें संभवतें, याबद्दल त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांमध्यें पुष्कळ भवति न भवति झाली व ती अद्यापही पूर्णपणें मिटली आहे असें म्हणतां येत नाहीं. प्रकाश हा तरंगमय असल्याचें प्रस्थापित झाल्यापासून प्रकाशाचे तरंग हे ईथरसारख्या वहित्राच्या साह्याशिवायच कां जाऊं शकूं नयेत, असाही एक वाद सांप्रत निघाला असून ईथरचें कल्पित निष्प्रयोजन आहे, ईथर न मानल्यानें कांहीं अडत नाहीं, सबब तें नाहींच असें मानणाराही एक कमालीचा विरोधी पक्ष अस्तित्वांत असून त्याविरुद्ध ईथर असलेंच पाहिजे असें मानणारा एक चांगलाच शास्त्रज्ञसमूह सांप्रत अस्तित्वांत आहे. ईथरच्या प्रश्नाबाबत तरी या अस्तिपक्षाचें अध्वर्युत्व सर ऑलिव्हर लॉज या जाड्या शास्त्रज्ञाकडे असून प्रस्तुत दर्शनाचा प्रणेता आइन-

स्टाइन हाही या पक्षाकडेच आहे. सबब ईथरच्या वादाचा समारोप अस्तिपक्षाकडे झुकला आहे हें ग्राह्य धरून हें ईथर कोणत्या गुणांनीं युक्त आहे हें पाहू जातां असें दिसतें की, ईथर हें अनादि व अनंत आहे. तें सत् म्हणावें तर कोणत्याहि वस्तुसारखें नाही; व तें असत् अगर नाहीं अशा रूपाचें आहे असें म्हणून भागत नाही. तें अत्यंत चंचल व सदोदित तरंगयुक्त असें असतें. तें प्रकाश, उष्णता, गुरुत्वाकर्षण वगैरे क्रियांचें साधन होय. तें विश्वांतील सर्व वस्तूंना अन्तर्बाह्य व्यापून राहिलेलें आहे. तें अखंड निरंतर व एकरूप असें आहे. त्याला घटना अशी कसलीच नाहीं. सामान्य वस्तूंचा वजन असण्याचा धर्म त्याच्या अंगीं लागतो कीं काय, हा विचार आहे. पण तें वजनदार असल्यास अगदीं परमावधीचें वजनदार व घट्ट घनदाट असलें पाहिजे. तें सर्व स्थलव्यापी व स्थलरूपच असल्यामुळें त्याच्या ठिकाणी स्थानांतर संभवत नाहीं. म्हणजे तें अचर आहे. विश्वांतील नाना गोल फिरत आहेत अशी खात्री झालेला न्यूटन विश्वांतील नाना चर गोलांच्या विरुद्ध स्वभावाचें म्हणजे पूर्ण स्थिर अशी कांहीं वस्तु या चर सृष्टीबाहेर, यापलीकडे आहे असें मानीत असे. पण या स्थिर तत्त्वाकरितां इतकें दूर जावयास नको. तें येथेंच विश्वाच्या आंतही आहे असें ईथरच्या अस्तित्वावर विश्वास ठेवणार मानीत. परंतु, तें सदैव तरंगयुक्त होत असल्यामुळें चरहि म्हणतां येईल, व या चर क्रियेशीं संबद्ध असलेला कालाचा भावही त्याशीं युक्त नसेल असें मानतां येत नाहीं. माशांना ज्याप्रमाणें आपल्याभोंवतालच्या पाण्याच्या अस्तित्वाची कल्पना नसते, अगर अगदीं परवांपर्यंत आपल्याभोंवतीं वातावरण आहे याची मनुष्यांनाही कल्पना नव्हती त्याप्रमाणें सांप्रत देखील आपणांसह हें सर्व विश्व या ईथरनें अन्तर्बाह्य व्याप्त असतांही आपल्याला त्याच्या अस्तित्वाची कल्पना अगर जाणीव होत नाहीं. तें अत्यंत चिवटही आहे व घट्टही आहे. त्याच्या चिवटपणाचा प्रत्यय विजेच्या रूपानें येतो व घट्टपणाचा प्रत्यय आकर्षकाच्या रूपानें येतो. त्यांतून सर्व वैश्व वस्तूंना यथेच्छ भ्रमण करतां येतें. कारण त्या वस्तू एक तर सच्छिद्र आहेत व दुसरें म्हणजे ईथर घट्ट आहे तरी चिकट नाहीं; व म्हणून मोठाले प्रचंड गोलही त्यामधून फिरतांना त्यांना ईथरचा थोडाबहुतही अडथळा होत नाहीं, कीं

त्यायोगानें ईथरही ढळलें जात नाहीं. प्रोतणु-ओताणु-घटना ही ईथर-मधली ईथरचीच घटना होय, असेंही सर ऑलिव्हर लॉज म्हणतोः—[1]

'The first thing to realise about Ether is its absolute continuity. A deep see-fish has probably no means of apprehending the existence of water. It is too uniformly immersed in it and that is our condition in regard to Ether.'

—Sir Oliver Lodge, *Ether and Reality*.

सतिसंपद्य न विदुःसति संपद्यामह इति। — उपनिषद

जेम्स जीन्स म्हणतो कीं, ईथर म्हणून कांहीं विश्रांत असलेंच तरी त्याचा वास्तवशास्त्रांतील कोणत्याही व्यवहाराशीं कांहीं संबंध येतो, असें म्हणतां येत नाहीं.[2] आइनस्टाइनच्या मतें ईथर मानण्याला भरपूर कारणें आहेत,[3] ईथर नसलें तर स्थलाला कांहीं धर्म अगर लक्षणें आहेत असें मानतां येणार नाही.

अन्य कांहींच्या मतें प्रकाशकिरणांचा वेग प्रकाशोद्भवाच्या गतीच्या निरपेक्ष सर्व द्रव्यांना जो सर्वत्र सारखाच प्रत्ययास येतो त्याचें कारण केवळ प्रकाशाच्या या लाटाच प्रसरण पावतात असें नसून त्यांना वाहणारें कांहीं वहित्र —मग तें हवेसारखें म्हणा, की पाण्यासारखें म्हणा, किंवा त्यापेक्षांही विरल म्हणा अगर घनदाट म्हणा—प्रसरण पावतें व असें असल्यामुळें त्या वहित्राच्या तरंगगतीमुळेंच हा प्रकाशकिरणाचा वेग प्रकाशोद्भवाच्या निरपेक्ष एकच दरानें प्रत्ययास येतो. शिवाय, याबाबतची दुसरी एक अडचण अन्य एका शास्त्रज्ञाच्या भाषेंत अशी आहे की, Were there no Ether or if the Ether be perfectly frictionless the velocity when the source is moving ought to be different from the velocity when the source is at rest.

ईथरच्या अनुषंगानें आणखी एक महत्त्वाची गोष्ट नमूद करावयाची म्हणजे ईथरला मान्यता दिल्यास स्थलकालांच्या पृथक्‌पणालाहि मान्यता द्यावी

1. *Ether and Reality*. by Sir Oliver Lodge.

2. *Encyclopaedia Britannica*, Vol. XIV, Article on Relativity.

3. *Side Lights on Rilativity*, Einstein.

लागते. आइनस्टाइनच्या मतें अशा प्रकारचें स्थल-कालांचें वास्तविक पृथक्करण व शुद्ध स्वरूपांत अस्तित्व अगदीं खोल पाहूं गेल्यास दिसून येणार नाहीं; तथापि त्या ईथरच्या अवस्थेशीं कोणत्याही भौतिक दृश्याचा अगर घडामोडीचा संबंध नाहीं.

आइनस्टाइनच्या शब्दांत ही गोष्ट येथें द्यावयाची तर ती अशी देतां येईल:—

We may sum up as follows :—According to the general theory of relativity space is endowed with physical qualities. In this sense, therefore, an ether exists. Space without an ether is inconceivable, for, in such a space there would not only be no propagation of light but no possibility of existence of clocks and scales and therefore no spatio-temporal distances in the physical sense. But, this ether must not be thought of as endowed with properties, characteristic of ponderable media, as composed of particles the motion of which can be followed nor may the conception of motion be applied to it.

The World as I See It—Einstein, p. 204.

ईथरचें जें येथवर विवेचन केलें तें सध्यां ज्या वर्णनाच्या ईथरकडे शास्त्रज्ञांच्या मताचा कल झुकत आहे, त्याबरहुकूम झालें. प्रत्यक्ष ज्या वेळेस ईथरच्या अस्तित्वाची कल्पना निघाली त्या वेळीं त्याच्या गुणधर्माबद्दलच्या कल्पना कांहीं विचित्र, कांहीं अद्भुत, कांहीं मनोरंजक, तर कांहीं गूढ व अन्याचशा परस्पर विसंवादीही होत्या. उदाहरणार्थ, उष्णतेचें वहित्र ईथर वेगळें तर प्रकाशाचें वहित्र ईथर वेगळें, वगैरे, वगैरे.

त्यांतही गूढवादी लोकांच्या मताची भर पडून विचारसंक्रमणाचें साधन ईथर या दोहोंपेक्षां वेगळें असेंही ते म्हणत असत. कोणी शास्त्रज्ञ प्रत्येक गोलाभोंवतीं त्याचें ईथरमय कवच अगर वातावरणासारखें पण त्याहीपेक्षां विरल असें ईथरावरण असावें असें मानीत, तर कोणी ईथर हें झंझावाताप्रमाणें अगर चक्रवाताप्रमाणें सदैव चक्राकार (In vortex motion) फिरत आहे असें मानीत.

ईथरसंबंधींची स्थिति इतकी वादास्पद असतांच ज्याला वैश्व मेघ (Cosmine cloud) म्हणतां येईल अशी कांहीं घटना तारकांतर्गत स्थलांत सर्वत्र दिसून येत असून त्या घटनेंत सोडियम आणि भग्नानु (Ionised) कॅलशियम (चुना) हीं मौलें प्रामुख्यानें असून या मौलांच्या वर्णरेषा (Spectrum lines) ती घटना आकाशांतल्या कोणत्याही तार्‍याच्या वर्णरेषापटा (Spectrum bond) मध्यें उमटत असल्याचें प्रो. फ्लॅस्केट प्रभृतींना दिसून आलें आहे. या घटनेला कांहीं गति असून ती विश्वांत सर्वत्र सारखीच दिसते यावरून ही मेघघटना सर्व विश्वभर समरूपानें विद्यमान असावी असें वाटतें. ही घटना अत्यंत विरल असून जर सामान्य हवेच्या एका घन इंचांत संख्यातीत परमाणु (Atoms) असतील तर या मेघाची विरलता इतकी आहे कीं दर घन इंचास त्याचा एकच परमाणु असतो. शास्त्रज्ञ एडिंग्टन यांच्या शब्दांत ही गोष्ट पुढें दिली आहे: —

Plaskett went further and showed that where as the stars themselves had all sorts of individual velocities, the material of the fixed lines had the same or nearly the same velocity in all parts of the sky as though it were one continuous medium throughout interstellar space. I think there can be no doubt that this research demonstrates the existence of a cosmic cloud pervading the stellar system. The fullness of interstellar space becomes a fact of observation and no longer a theoretical conjecture......The system of the stars is submerged in an ocean—not merely an ocean of space, not merely an ocean of ether but an ocean that is so far material that one atom or thereabouts occurs in each cubic inch.......

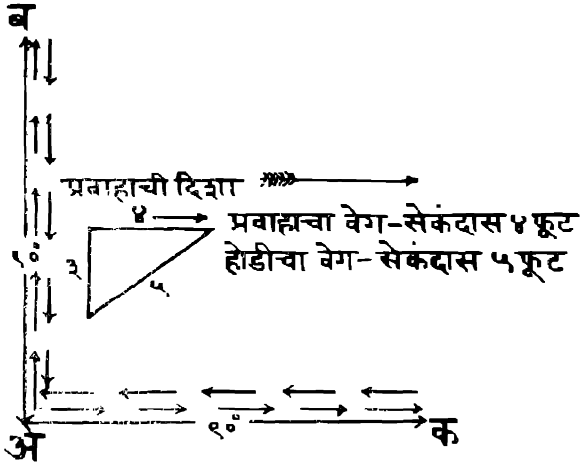
Stars and Atom. Eddington, 1929, page 67

ईथरची कल्पना या अवस्थेंत असतांना एवंगुणविशिष्ट ईथरचा उपयोग ज्या एका शास्त्रीय संशोधनासाठीं त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांनीं करावयाचें योजिलें तें संशोधन म्हणजे या ईथरमधून पृथ्वीचा वेग निश्चित करण्याचें होय. ईथरच्या कल्पनेपूर्वी वेगमापन कोणत्या तरी एकाद्या वस्तूला अगर

बिंदूला स्थिर मानून तेथूनच अन्य एकाद्या फिरत्या वस्तूचें करीत असत. परंतु, या वेगमापनाकरितां एकाद्या स्थिर बिंदूची जरूरी असण्याची कल्पना शास्त्रज्ञांना असह्य वाटूं लागली होती आणि कोणत्या तरी उपायांनीं ही अडचण मिटेल तर ठीक होईल असें यांना वाटत होतें. अशा स्थितीत ईथरचें वर दिलेलें अस्तित्व अन्य-स्थिरवस्तुनिरपेक्षरीत्या पृथ्वीची गति मापन करण्याकरितां उपयोगी पडेल असें वाटूं लागलें. ईथरमधून पृथ्वीच्या गतीचें मापन करण्याचा प्रयोग मायकेलसन् व मोर्ले या शास्त्रज्ञद्वयांनीं १८८१ सालीं प्रथम केला व तो पुन्हां १८८७ सालीं पुनश्च एकदां केला गेला. या प्रयोगांतील विचारसरणी व त्याची प्रक्रिया या दोन्ही अवघड नव्हत्या. ईथरमधून पृथ्वीचा एका दिशेनें जो वेग तोच पृथ्वीवरून ईथरचा दुसऱ्या दिशेनें वेग होय, हें समजण्यासारखें होतें. कारण, प्रवाहहीन तलावाच्या पाण्यांतून होडीचा पुढें सरकण्याचा जो वेग तोच पाण्याचा होडीशेजारून मागें सरकण्याचा वेग होय हें उघड आहे. सबब, फक्त पृथ्वी-भोंवताली पृथ्वीच्या गतीच्या विरुद्ध दिशेला जात असलेल्या ईथरचा वेग मोजला म्हणजे काम झालें असें वाटलें. शिवाय, हा ईथरचा पृथ्वीभोंवताली धांवण्याचा वेग मोजण्याचें साधनही सहज योजतां येण्यासारखें होतें. कारण, पूर्वीच्या प्रकाशाच्या प्रकरणांत स्पष्ट केल्याप्रमाणें ईथरमधून प्रकाशाचा वेग एकमध्य गोलाकार लहरींच्या पद्धतीनें दर सेकंदास १८६००० मैल असल्याचें निश्चित ठरलें होतें. सबब, एकमेकांशी काटकोनांत असलेल्या दोन समान अन्तरावर पोहोंचण्यास एकाच ठिकाणाहून निघणाऱ्या प्रकाश-किरणाला प्रत्येकीं किती वेळ लागतो तें निश्चित केलें म्हणजे त्या वेळांतील तफावतीवरून हा ईथरचा वेग निश्चित करतां येईल असें वाटलें.

आतां हें कसें करितात तें पाहूं. याकरतां एका प्रयोगाची मदत घेणें जरूर आहे. नदीच्या पात्रांतून एकदां प्रवाह कापीत सरळ पलीकडे व पलीकडच्या कांठाकडून परत पहिल्या कांठाकडे (आकृती ७मध्यें अ ते ब व परत ब ते अ) व दुसऱ्या वेळीं प्रवाहाबरोबर पात्राच्या रुंदीइतकें अंतर व परत प्रवाहाविरुद्ध तितकेंच अंतर (त्याच आकृतींत अ ते क व परत क ते अ) या नमुन्याच्या काटकोनांतील दोन दिशांना प्रत्येकीं उलटसुलट प्रवास प्रवा-

हांत करावयाचा आहे अशी कल्पना केली असतां उपरिनिर्दिष्ट प्रयोग कसा योजावयाचा तें कळेल. समजा नदीची रुंदी (अ ते ब) ९० फूट आहे आणि प्रवाहाबरोबर व उलट प्रवाहाच्या विरुद्ध होडी चालवावयाचें अन्तर



आकृति नं. १२

प्रत्येकीं ९० फूट असून याप्रमाणें (१) प्रवाह येतांजातां कापीत व (२) प्रवाहाबरोबर व उलट मिळून समान अन्तरच कापावयाचें आहे. शिवाय, समजा कीं, प्रवाहाचा वेग सेकंदाला ४ फूट आहे आणि होडी सेकंदाला ५ फूट वेगानें हांकारली जात आहे.*

प्रथम प्रवाह कापीत पलीकडे जाण्यास लागणारा वेळ घेऊं. होडी सेकंदास पांच फूट प्रवाह कापूं म्हणेल तर तें शक्य होणार नाहीं. कारण, प्रवाहाचा वेग होडीच्या दिशेशीं काटकोन करीत सेकंदास ४ फूट आहे. यामुळें हा होडीचा प्रवाह कापण्याचा वेग पायथॅगोरासच्या सिद्धान्ताबरहुकूम दर

* प्रवाह कांठापेक्षां मध्यें फार वेगाचा असतो ही गोष्ट या काल्पनिक उदाहरणांत फक्त विवरणाच्या सोयीसाठीं लक्ष्यांत घेतली नाहीं.

सेकंदास $\sqrt{५^२-४^२}$ = ३ फूट येईल व या दरानें प्रवाह कापून पलीकडे जाऊन पुन्हां परत येण्यास होडीस $\frac{१०\times२}{३}$ = ६० सेकंदें लागतील.

अन्यपक्षीं, प्रवाहाच्या दिशेनें होडी हांकीत असतां होडीचा वेग सेकंदास ५ + ४ = ९ फूट असेल व या वेगानें प्रवाहाबरोबर ९० फूट जाण्यास १० सेकंदें पुरतील तर प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेनें होडी हांकीत असतां होडीचा वेग ५ − ४ = १ फूटच भरेल व या वेगानें प्रवाहाविरुद्ध ९० फूट जाण्यास ९० सेकंदें लागतील. मिळून प्रवाहाविरुद्ध ९० फूट व प्रवाहाबरोबर ९० फूट होडी हांकण्यास १० + ९० = १०० सेकंदें लागतील. म्हणजे प्रवाहाविरुद्ध व प्रवाहाबरोबर मिळून विशिष्ट वेगानें जात असतां विशिष्ट अन्तर तोडण्यास जो वेळ लागतो तो त्याच वेगानें प्रवाह आडवा कापीत येण्याजाण्याच्या वेळापेक्षां जास्त असतो. व प्रस्तुतच्या उदाहरणांत तो ६० : १०० अगर ३ : ५ या प्रमाणांत असल्याचें दिसून येतें.

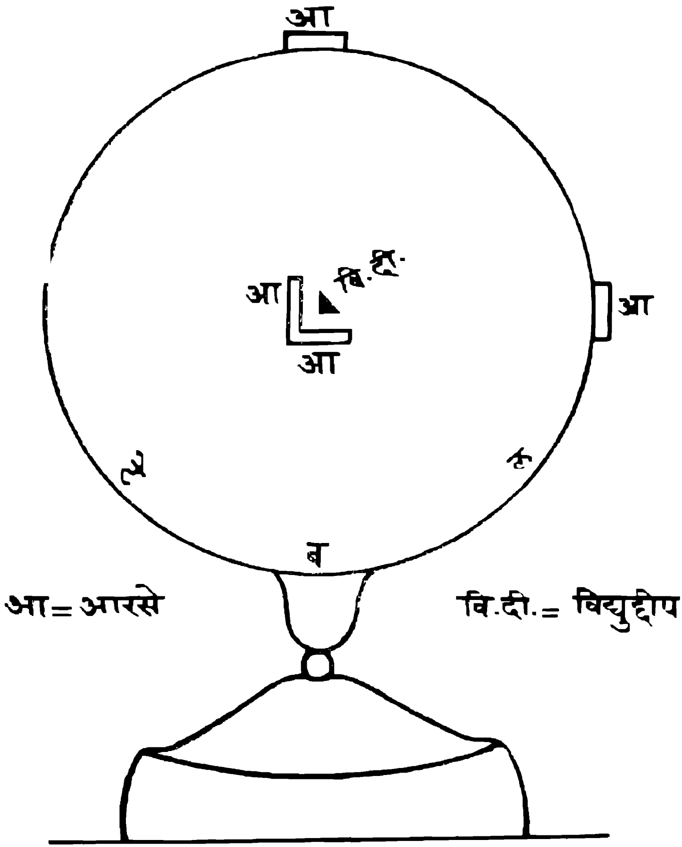
आतां, समजा कीं, वरील प्रकारच्या उदाहरणांत किंवा तत्सदृश अन्य एखाद्या उदाहरणांत हें शेवटलें प्रमाण व होडी हांकण्याचा वेग ठाऊक असेल तर त्याच्या साह्यानें वरच्या उलट प्रक्रिया करीत गेल्यास प्रवाहाचा वेग काढतां येईल.

मोर्ले व मायकेलसन या प्रयोगकारांना हा ईथरच्या प्रवाहाचा वेग पृथ्वी त्यामधून जात असतांना निश्चित करावयास हवा होता. कारण, हा वेग म्हणजेच पृथ्वीचा वेग होय. पाण्यांत नाव ढकलण्याचा अगर नावे- भोंवतालचें पाणी मागें ढकलण्याचा वेग या दोहोंचा गणितागत व व्यावहारिक अर्थ एकच.

या प्रयोगाच्या सिद्ध्यर्थ त्यांनीं ज्या साधनाचा उपयोग करावयाचें योजलें होतें तें साधन म्हणजे यापूर्वीच स्पष्ट केलेला प्रकाशाचा दर सेकंदास १८६००० मैलाचा वेग हा होय. पूर्वीच्या उदाहरणांत दर सेकंदास ५ फूट या निश्चित वेगानें चालणारी जी नाव होती तिच्याऐवजीं या प्रयोगांत वर दिलेल्या स्थिर वेगानें धांवणारा प्रकाशकिरण होय.

हा प्रकाशकिरण एकदां ईथरच्या प्रवाहाला कापून जाऊन पुन्हां परत येण्याची व दुसऱ्यांदा तितकेंच अन्तर ईथरच्या प्रवाहाबरोबर जाऊन पुन्हां

तें अन्तर परत येण्याची सोय केली गेली व या दोन प्रकारच्या प्रवासाला किती वेळ लागतो तें मोजलें गेलें.

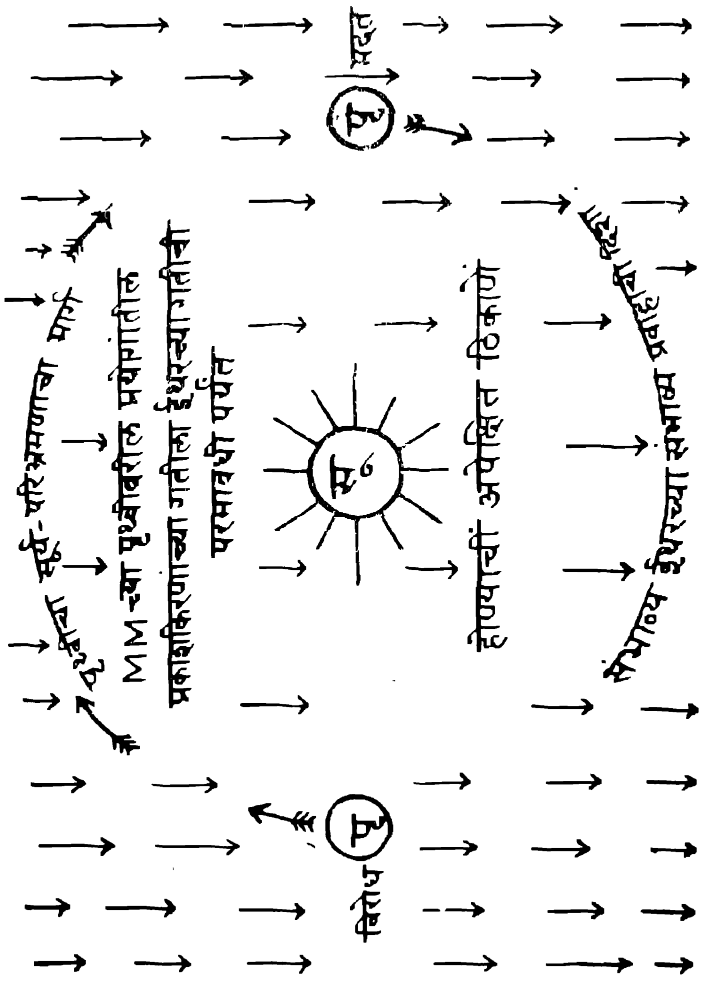


आकृति नं. १३

अगदीं प्रत्यक्ष ही गोष्ट कशी केली याच्या तपशिलांतच शिरावयाचें झाल्यास त्याकरितां एक वाटोळें टेबल घेऊन त्याच्या मध्यावर एक लहानसा

विद्युद्दीप रोवला गेला, आणि टेबलाच्या मध्याशीं काटकोन करणाऱ्या दोन त्रिज्यांच्या दुसऱ्या टोंकास टेबलाच्या परिघाशीं दोन आरसे ठोकले गेले. मध्यवर्ती विद्युद्दीपाला लागून दुसरे दोन आरसे या दोन आरशांच्या समोरासमोर अगदीं त्याच आडव्या पातळींत ठेवले गेले. त्या विद्युद्दीपाची या मध्यवर्ती आरशाकडची बाजू अपारदर्शक करून टाकिली गेली आणि विद्युद्दीप प्रकाशित होतांच त्याचे किरण टेबलाच्या परिघाशीं काटकोनांत ठेवलेल्या आरशावर पडून त्या आरशांतील त्या बिंबाचें प्रतिबिंब परत प्रत्येकीं त्यांच्या समोरच्या मध्यवर्ती आरशावर ज्या क्षणींच काय पण ज्या क्षणाशीं पडेल त्याची नोंद होण्याची अगदीं नाजूक व अगदीं बिनचूक यांत्रिक तजवीज केली गेली. प्रकाशवेगाला ईथरच्या प्रवाहाचा व्यत्यय किती येतो, तें मोजण्याकरितां योजलेल्या या यंत्राला व्यत्ययमापक (Interferometre) म्हणतात. त्याचें चित्र आकृति नं. १३ मध्यें दिलें आहे. या आकृतीमध्यें टेबल व त्याची बैठक एकाच पातळींत काढल्यासारखी चुकीची आहे, परंतु हें चित्र यथादृश्य (Perspective) नसून फक्त योजनादर्शक (Schematic) आहे, असें वाचकांनीं मानणें जरूर आहे.

प्रयोगाची याप्रमाणें सर्व सिद्धता झाल्यानंतर प्रयोग करून या प्रकाशकिरणाला हा उभाआडवा व उलटसुलट प्रवास करावयास लागणारा वेळ निश्चितपणें नोंदण्यांत आला. शिवाय, मध्यापासून परिघापर्यंतच्या दोन्ही आरशांचें अन्तर कमीजास्त असण्याच्या चुकीला जागा राहूं नये म्हणून हें फिरतें टेबल फिरवून व आरशांचीं स्थानें बदलून प्रयोग करण्यांत आला. शिवाय, ईथरच्या प्रवाहाची दिशा कोणती एक विशिष्टच असेल असें नसल्यामुळें हा किरणप्रवास सर्व दिशांनीं उभाआडवा व उलटासुलटा आणला गेला; व अखेर एकदां केलेली ही प्रयोगमाला त्यानंतर पुन्हां ६ महिन्यांनीं जेव्हां पृथ्वी सूर्याच्या दुसऱ्या बाजूस जाते त्या वेळीं करण्यांत आली. कारण, अपेक्षा अशी होती कीं, पृथ्वी एका वेळीं उदाहरणार्थ, सोबतच्या आकृति नं. १४मध्यें दिल्याप्रमाणें उत्तरायणाच्या वेळीं, ईथरच्या विरुद्ध वेगामुळें ईथरमध्यें पृथ्वी स्थिर असते असें मानलें तरी त्यानंतर ६ महिन्यांनीं, दाक्षिणायनाच्या वेळीं ईथरमध्यें तिचा वेग दर सेकंदास ६० कि. मी.


पृथ्वीचा सूर्य-परिभ्रमणाचा मार्ग
MM-च्या पृथ्वीवरील प्रयोगांतील प्रकाशकिरणाच्या गतीला ईथरच्या गतीची परमावधी पर्यंत
होण्याचीं अपेक्षित ठिकाणें
संभाव्य ईथरच्या संभाव्य प्रवाहाची दिशा
विरोध
पृ
सू
मदत

आकृति नं. १४

म्हणजे ३६ मैलपर्यंत वाढेल. कारण, पृथ्वीचा सूर्य-परिभ्रमणाचा वेग सेंकदास ३० कि. मी. अगर १८ मैल आहे. शिवाय, ही प्रयोगाची पुनरावृत्ति करण्याचें कारण विस्तृत करून सांगावयाचें झाल्यास तें असें सांगतां येईल.

पृथ्वी ही सूर्याभोंवतीं एका वर्षाच्या अवधींत एक प्रदक्षिणा करीत असल्याचेंहि या वेळीं निश्चित झालें होतें. अशा परिस्थितींत, सहा महिन्यांच्या अंतरानें सोबतच्या आकृति १४ मध्यें सूर्य, उदाहरणार्थ, प्रथम मकर-संक्रांतीस व नंतर कर्क-संक्रांतीस असतांना या दोहोंपैकीं कोणत्या तरी एका वेळीं ईथरच्या प्रवाहाची पृथ्वीच्या गतीला भरपूर मदत व त्याच्या दुसऱ्या वेळीं पृथ्वीला भरपूर अडथळा होऊन वरील प्रयोगांतील प्रकाशकिरणाचा वेग पहिल्या मदतीच्या प्रसंगीं भरपूर वाढलेला व दुसऱ्या प्रसंगीं अगदीं मंदावलेला असा या प्रयोगानें प्रत्ययास येईल अशी अपेक्षा होती. या अपेक्षित परिस्थितीची कल्पना घोड्याच्या शर्यतीच्या वाटोळ्या रंगणावर वारा सुटला असल्या दिवशीं फिरावयास गेलें असतां सहज येईल. वारा कोणत्याहि दिशेचा असो, रंगणावर एक ठिकाण असें आढळेल कीं, त्या ठिकाणीं वारा अगदीं समोरून तोंडावर वाहात असून तो पुढें जाण्यास चांगलाच अडथळा करील व त्या ठिकाणच्या विरुद्ध ठिकाणावरून जात असतां वारा जोरानें पाठीवर लागून चालणाराला पुढें ढकलील व त्याच्या वेगाला मदत करील. हा एक भाग झाला.

याप्रमाणें ईथरच्या मदतीनें एक वेळीं यथाशक्य वाढलेला व दुसऱ्या वेळीं यथाशक्य कमी झालेला प्रकाशाचा वेग निश्चित केला असतां त्यापासून पृथ्वीचा सूर्यपरिभ्रमणवेग काढतां येईल, असें गणितदृष्ट्या वाटलें होतें.

मात्र मौज ही कीं, या इतक्या खटपटीच्या प्रयोगान्तीं अनुभव असा आला कीं, या ईथरमधल्या उभ्याआडव्या प्रवासाला प्रकाशाला नेहमीं सारखाच वेळ लागतो. कांहींहि फरक होत नाहीं.

या प्रयोगांत वापरलेलीं यंत्रें व दक्षता यांबाबत कसलीहि चूक अगर बोजडपणा शक्य नव्हता. फरक जर खरोखर असता तर तो याहीपेक्षां सूक्ष्म असता तरी दिसला असता.

शिवाय, हा प्रयोग मायकेलसन व मोर्ले या दोघांनींच केला. एवढेंच नव्हे, तर त्याची १८४७ सालापर्यंत अनेकदां पुनरावृत्ति झाली. परंतु दर वेळीं उत्तर तेंच; म्हणजे प्रकाशकिरणाला ईथरच्या प्रवाहामधल्या उभ्याआडव्या प्रवासाला नेहमीं सारखाच वेळ लागतो.

ही केवळ या प्रयोगकारांची पृथ्वीचा वेग मोजण्याबाबत फक्त निराशाच नव्हती; तर त्यांना हें प्रकाशकिरणाच्या वेगाचें नवीनच व मोठेंच कोडें येऊन पडलें. या कोड्याचा उलगडा करण्याचा त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांनी पुष्कळ प्रयत्न केला. त्यांपैकी फिट्झजेराल्ड (१८९३) नांवाच्या आयरिश शास्त्रज्ञानें अखेर असें सुचविलें की, ज्या अर्थी कोणतीहि वस्तु व त्याचप्रमाणें पृथ्वी ही केवळ एक ईथरचीच घटना आहे त्या अर्थी ती ईथरच्या सपाट्याच्या प्रवाहांत सांपडल्या वेळीं त्या प्रवाहामुळें आकसत नसेल कशावरून; आणि या प्रकारचें आकुंचन अगर संकोच घडेल तर हार्डीच्या उदाहरणांतील ' अ ते क ' व परत ' क ते अ ' हें अन्तर अ ते ब अन्तरापेक्षां कमी असणें शक्य आहे; व मग, अर्थातच, या प्रवाहाविरुद्ध व प्रवाहाबरोबरच्या प्रवासास प्रवाह कापण्याच्या प्रवासाइतका वेळ लागणें शक्य आहे. शिवाय, या तऱ्हेचें आकर्षण घडत असल्याचें, वास्तवज्ञांना माहीत आहे. पृथ्वीच्या आकाराचा लवचीक पट्टयाचा एक गोल करून त्याचें एक टोंक एका अक्षाशीं फिरण्यास खुलें ठेवून तो यंत्राच्या साह्यानें जोरानें फिरविला असतां हें आकुंचन घडतेंच. या प्रकारच्या आकुंचनाचें कल्पित फिट्झजेराल्ड आकुंचन (Fitz Gerold Contraction Hypothesis) या नांवानें प्रसिद्ध आहे.

फिट्झजेराल्ड यानें ही कल्पना काढतांच त्या कल्पनेप्रमाणें खरोखरच ईथरच्या प्रवाहाच्या अगर गतीच्या दिशेनें वस्तूचें आकर्षण होतें कीं काय, हें पाहण्याकरितां रॅले, ब्रेस्, राउलन, रानकिन् वगैरे शास्त्रज्ञांनी प्रयोगही केले. परंतु त्यांनीं वरील कोडें सुटेना. कारण, हें आकुंचन मापण्याकरितां कोणतेंही मापाचें साधन प्रवाहाच्या दिशेनें ठेवूं जावें तों तें स्वतःही आकुंचन पावणारच. या एकंदरींत प्रकारावरून त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांना असाही संशय येऊं लागला होता की, नैसर्गिक शक्तींनीं आपल्या अन्तरंगांतील गुप्त गोष्टी मनुष्याला

कळूं नयेत अशासाठीं एकत्र मिळून एक सुव्यवस्थित, अविभेद्य कटच (Conspiracy) केला असल्यामुळें मनुष्याची अशी फसगत होत असावी.

वास्तविक हा असा कसलाच प्रकार नव्हता. ह्याबाबत मनुष्यांनी आपण होऊन प्रश्नच चुकीनें विचारला होता व मग त्याही स्थितींत उत्तर बरोबर न देण्याबद्दल निसर्गाला दोष देण्याचें चालविलें होतें.

या कोड्याचें उत्तर आइनस्टाइननें दिलें. तें कसें दिलें हें पुढील प्रकरणांतून विशद केलें जाईल. तथापि, त्या उत्तराची पूर्वतयारी अद्याप थोडीशी होणें आहे. सबब तीकडे प्रथम वळूं.

प्रकरण १४ वें.

मर्यादित सापेक्षसिद्धांताची पूर्वतयारी.

(आ) तात्त्विक-स्थल, काल, वस्तु, प्रकाश व गुरुत्वाकर्षण यांचे परस्परसंबंध.

जगांतील शास्त्रीय प्रगतीचा वेग हा प्रकाशकिरणांच्या वेगासारखा सरळ व झपाट्याचा नाहीं. यामुळें जगाचा एकंदर फायदा झाला आहे कीं तोटा झाला आहे हें पाहण्याचें हें स्थळ नव्हे. पण वस्तुस्थिति मात्र अशी खरी कीं, हा वेग अप्रतिहत नसून तो फार अडखळत अडखळत घडत आहे यांत शंका नाहीं. कांहीं बऱ्याचशा एका नमुन्याच्या गोष्टी दृष्टोत्पत्तीस याव्यात व त्यानंतर त्यांच्यांतील समानधर्मांचें अगर कार्यकारणभावाचें निरीक्षण केलें जाऊन त्यांना एका नियमानें सूत्रबद्ध करतां येतें कीं काय हें पाहिलें जावें, असा प्रकार बहुधा चालू असतो. पण, हा जो एकदां नियम बसविला तो सर्वत्र अबाधितपणें लागू होतोच असें नाहीं. त्यालाही अपवाद सांपडतात व या अपवादाकरितांही एक पोटनियम तरी तयार होतो किंवा मूळचा नियमच अजिबात नाहींसा होतो किंवा नियम व अपवाद या दोहोंना

अबाधितपणें लागू होणारा एकादा उच्च, सर्वव्यापी नियम एकादा कुशाग्र बुद्धीचा संशोधक शोधून काढतो; आणि हा प्रगतीचा रथ अनेक शास्त्रज्ञांच्या खांद्यावर आपलें जूं थोडा थोडा वेळ ठेवून त्यांच्या एकामागून एक कित्येक पिढ्यानूपिढ्या ओलांडून पुढें जात असतो. उदाहरणार्थ, कोपर्निकसानें सूर्याला ग्रहमालेचा व विश्वाचा मध्य कल्पून ग्रहांच्या गतींत एकसूत्रीपणा आणला. तसेंच न्यूटननें ग्रहाच्या कक्षा लंबवर्तुळाकार कां असतात याची उपपत्ति लावण्याचा प्रयत्न केला. परंतु, एवढ्यानें संपलें असे थोडेंच आहे! शास्त्रीय प्रगतीच्या इतिहासाच्या प्रत्येक प्रकरणाच्या शेवटीं "पुढें चालू" हा शेरा सदैव सांपडावयाचाच. या ग्रंथांत अशींच कांहीं प्रकरणें अद्याप उलगडावयाचीं आहेत व त्यांकडे वाचकांनीं जागरूकपणें अवधान द्यावें, अशी त्यांना विनंति आहे.

मागील प्रकरणाच्या शेवटीं मायकेलसन व मॉर्ले यांच्या प्रयोगातून कांहींही फलनिष्पत्ति न झाल्यानंतर या वृथाश्रमाची कारणमीमांसा करण्याकरितां फिट्झ् जरोल्ड यानें गतीमुळें होणाऱ्या वस्तूच्या संकोचाचें कल्पित (Fitz Gerold Contraction Hypothesis) पुढें मांडल्याचें सांगितलें आहे. पण फिट्झ् जरोल्डच्या या मीमांसेच्या आड अन्य कांहीं अडचणी येतात असें लवकरच दिसून आलें. कारण, या प्रकारें जर वस्तुसंकोच होत असला तर त्या योगानें त्या वस्तूचें द्रव्य व वैजिक गुणधर्मंहि त्या आकुंचनाच्या प्रमाणांत बदलावयास हवे होते. पण तसें कांहीं झाल्याचें दिसेना. आणि, तथापिही लॉरेंट्झला हा आक्षेप समर्थनीय वाटेना. तो खोडून काढण्याची त्यानें शिकस्त केली. शिवाय, यानंतरच्या काळांत प्रकाशाच्या स्वरूपाबद्दल शास्त्रज्ञांच्या कल्पनाही हळूहळू बदलत चालल्या होत्या.

पूर्वी प्रकाशासंबंधीं दोन उपपत्ती होत्या. एक उपपत्ति प्रकाशाला वस्तुमय समजत असे व एकादा स्वयंप्रकाशित पदार्थ प्रकाशाचे किरण जणू काय आपल्याभोंवतीं फेंकीत आहे असें मानी. परंतु प्रकाशाची ही उपपत्ति पुष्कळ लोकांना पटेना व त्यांनीं प्रकाश हा लहरीमय आहे, प्रकाश देणारा एकादा पदार्थ हा आपल्यापासून प्रकाशाच्या लहरी उत्पन्न करतो आणि या लहरी डोळ्यावर येऊन आदळल्या कीं आपल्याला प्रकाशाची संवेदना होते. अशा

तऱ्हेची कल्पना काढली व हीच कल्पना पुढें रूढ होऊन बसली. प्रकाश लहरीमय म्हटलें म्हणजे 'या लहरी कशांत उत्पन्न होतात' हा प्रश्न लागलीच उपस्थित होतो व याचें उत्तर देतांना शास्त्रज्ञांची फारच तारांबळ उडाली. कारण, प्रकाशाचा वेग अतिशय प्रचंड आहे व तो अगदी निर्वात अशा ठिकाणींही जाऊं शकतो, यामुळें त्याचें वहित्र अति विरळ तथापि अतिशय लवचिक असें मानावें लागतें. या वहित्राला ईथर म्हणत, परंतु त्याचे गुणधर्म मात्र वर सांगितल्याप्रमाणें परस्परविरुद्ध मानावे लागत.

या अडचणींतून थोडीशी सोडवणूक प्रो. क्लार्क मॅक्स्वेल यांच्या सिद्धांतानें झाली. कारण, त्यांनीं प्रकाशलहरी या विद्युच्चुंबकीय स्वरूपाच्या आहेत, असें दाखविलें. पुढें हर्ट्झ् यांनीं तर प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं अशा तऱ्हेच्या विद्युच्चुंबकीय लहरी उत्पन्नही करून त्यांचा वेग प्रकाशाच्या वेगाइतका असतो असें दाखविलें. प्रकाशलहरी विद्युच्चुंबकीय स्वरूपाच्या आहेत एवढें नक्की कळल्यावर मग त्या कशांतून जातात, हा प्रश्न मागें पडला. कोणी त्या परमाणूप्रमाणें स्वयंसिद्धच आहेत असें मानूं लागले व कोणी या वहित्राबद्दल विशेष विचार करण्याचें प्रयोजन उरत नाही, असें ठरवून पुढें चालले.

एवच, सांप्रत जो आपल्याला प्रकाश म्हणून दिसतो तो ईथरच्या लाटांनी वाहून आणलेला कांहीं पदार्थ—मग तो कितीही विरळ कां असेना—नसून विद्युच्चुंबकीय शक्तीच्या कार्यामुळें विशिष्ट ठिकाणीं उत्पन्न होणाऱ्या तरंगांचा स्वयंविस्तार होय, हें तत्त्व सांप्रत अगदीं सिद्ध झाल्यासारखें आहे. ही गोष्ट एखाद्या प्रचलित गोष्टीची उपमा देऊन स्पष्ट करावयाची तर असें म्हणतां येईल कीं, सांप्रत ज्याप्रमाणें ठिकठिकाणीं ब्रॉडकास्टिंग स्टेशनें अगर घोषागारें असतात व तेथून नाना संदेश सर्वत्र जाऊं शकतात आणि ते ग्रहण करण्याचीं साधनें ज्यांच्या जवळ असतात त्यांना ते ग्रहण करतां येतात, त्याप्रमाणें उष्णतेनें तापून अत्यंत चंचल, अगदीं प्रचंड वेगानें धांवण्याच्या स्थितींत असलेले कोणत्याही पदार्थाचे अंतिम घटक जे बीजाणु ते स्वतःभोंवतीं, प्रचंड जोराचीं आंदोलनें अगर तरंग उत्पन्न करतात व ते तरंग सर्वत्र फैलावून उघड्या डोळ्यांवर आघात करूं लागले म्हणजे तेथें प्रकाशाची संवेदना उत्पन्न करतात. याप्रमाणें बीजाणू हेंच प्रत्येकीं घोषागारें होत

व डोळे हेंच ग्रहणागारें (Receiving Stations) होत. मात्र आपल्या डोळ्यांची शक्ति विशिष्ट तरंगायामा(Wave-length)च्या प्रकाशाचें ग्रहण करण्याप्रतीच असते. तरंगायाम त्यांपेक्षां कमी अगर जास्त असेल तर तो आपल्याला अंधाराच्या रूपानें प्रत्ययास येतो. म्हणजे त्या लहरींनीं प्रकाशाचें संज्ञान उत्पन्न न होतां अंधाराचा किंवा प्रकाशाभावाचा अनुभव येतो. शिवाय, ज्याप्रमाणें बितारसंदेशांतील कमीअधिक तरंगायामाचें ग्रहण नाना यांत्रिक साधनांनी करतां येतें, त्याप्रमाणें प्रकाशाच्या भिन्नभिन्न आयामांच्या लहरींचें ग्रहण फोटोग्राफ वगैरे यांत्रिक साधनांनींहि करतां येतें. थोडक्यांत, प्रकाश हा विशिष्ट अवस्थेंतील वस्तूच्या अंगच्या विद्युच्चुंबकीय शक्तीच्या रूपाचा असून ती शक्ति स्वतःच प्रचंड गतीच्या तरंगरूपानें प्रसरण पावते व डोळ्यापर्यंत येऊन पोहोंचून तेथें प्रकाशाची संवेदना उत्पन्न करते, हा मॅक्स्वेलचा सिद्धांत विद्युत्तरंगमयप्रकाशसिद्धान्त (Electro-dynamic Theory of Light) या नांवानें प्रसिद्ध आहे.

यानंतर वस्तूच्या स्वरूपाचा विचार करू जातां, वस्तूचें तात्त्विक स्वरूप पूर्वीप्रमाणें जड परमाणु(Atom)घटनात्मक राहिलें नसून त्या परमाणूंनाहि घटना आहे व परमाणूंचे घटक वीजाणू अगर ओताणु (Electrons) व प्रोताणु (Protons) या नांवाचे असून हे प्रोताणु व ओताणु अगर वीजाणू हेही तत्त्वतः विद्युच्चुम्बकीयशक्तिमय आहेत असें दिसून आलें आहे. एवंच, जड वस्तुघटना ही तात्विक दृष्टया पाहतां विरघळत असून तिचें स्थान विद्युच्चुंबकीयवस्तुसिद्धांत (Electro-magnetic Theory of Matter) पटकावीत आहे. आणि वीजाणु-घटनेला जन्म देणारी ही विद्युच्छक्तीच आंदोलित अगर तरंगित होत असून ती त्या स्थितींत प्रकाशरूपानें प्रत्ययास येत आहे.

जगांतील अगदी टणक व ठणठणीत वाटणाऱ्या वस्तूंचें त्याचप्रमाणें व्यक्तींचें व त्यांच्यामधील स्वतःचें अंतिम स्वरूप याप्रमाणें विद्युच्चुंबकमय आहे आणि या विद्युच्छक्तिरूप वीजाणूंचा परस्परांना स्पर्श देखील होत नाहीं. त्यांच्या प्रत्येकाभोंवतीं सर ऑलिव्हर लॉजच्या मतें ईथरचें असें एक वेष्टन असतें कीं, त्यामुळें ते परस्परांपासून विशिष्ट अन्तरापर्यंत येतांच त्यांच्या फार तर

वेष्टनांचा परस्परांशीं संपर्क येतो न येतो तोंच ते उशी खाऊन परत दूर जातात. वस्तूच्या व व्यक्तीच्या घटनेंतील वीजाणू हे परस्परांपासून इतके पृथक् आहेत कीं, सर ऑलिव्हर लॉज लिहितो कीं:—युक्लिडच्या व्याख्येप्रमाणें खरोखर ज्याला फक्त लांबी आहे पण रुंदी नाहीं असें रेषायुक्त हत्यार तयार केलें तर तें त्याच्या आंतून त्याला बिलकुल देखील इजा न होतां आरपार भोसकतां येईल. त्याचप्रमाणें हातांतल्या तरवारीनें दुसऱ्याचें डोकें उडवून त्याला ठार करणारा एकादा मारेकरी आपण अगर आपलें हत्यार हीं मृताच्या गळ्याला शिवलीं देखील नाहींत अशी शपथ वाहूं शकेल. कारण, वस्तूंचा जगांत परस्परांना स्पर्शच होत नाहीं. अर्थात्, या खुनी मनुष्याच्या गळ्यालाही त्याचप्रमाणें फासाच्या दोरीचा स्पर्श न होऊं देतांच त्याला मरेपर्यंत फाशी देण्याची शिक्षा कायदाही त्याच धोरणानें अमलांत आणूं शकेल, ही गोष्ट वेगळी.

मात्र, आधुनिक शास्त्रज्ञांचें हें वास्तवद्रव्याच्या अन्तिम स्वरूपाचें विवरण ऐकून त्याच्यापूर्वी हजार बाराशें वर्षें, जग ही माया आहे, जग हा मिथ्याभास आहे, " भ्रमेणाहं भ्रमेण त्वं भ्रमेणोपासका जनाः " असा घोष करणाऱ्या श्रीमदाद्यशंकराचार्यांना व त्यांच्या त्या मताच्या सांप्रतच्या अनुयानांना इतक्या उशीरां कां होईना पण अगदीं पूर्णपणें ' जितम् जितम् ' असें वाटल्यावांचून राहणार नाहीं.

यानंतर, ही जी शक्ति वीजाणु-प्रोताणूंना उत्पन्न करते तीच त्यांच्यामध्यें आकर्षण (Affinity) आणि संघटन (Cohesion) घडवून आणून वीजाणु-प्रोताणु-संयोगानें परमाणु(Atom)घटनेला, परमाणुघटनेपासून अणु (Molecules) घटनेला व अणुघटनेपासून वस्तुघटनेला उत्पन्न करते व याप्रमाणें जों जों या शक्तीचें जड वस्तूंत रूपांतर व तिचें त्या वस्तूच्या मोठेपणाला अनुसरून एकीकरण होऊं लागलें तों तों विजाणुप्रोताणूंमध्यें असलेल्या आकर्षण (Affinity) व संघटन (Cohesion) या शक्तीचें प्रमाण वाढून तें त्या वस्तूभोंवतीं अधिकाधिक क्षेत्र व्यापून राहूं लागतें; व त्याचाच परिणाम त्या क्षेत्रांत येणाऱ्या अन्य वस्तूंवर गुरुत्वाकर्षणाच्या रूपानें घडतो. अशा रीतीनें गुरुत्वाकर्षणाचें दृश्य हेंहि वस्तूच्या आंगच्या विद्युच्चुंबकीय शक्तीचा परिणाम

होय, असें सांप्रत मानलें जात आहे. या नाना कारणांमुळेंच सांप्रतच्या युगाला विद्युद्युग (Age of Electricity) असें म्हणतात.

यानंतर स्थलाचा प्रश्न. प्रकाशाकिरणांना अगदीं निश्चित रूप म्हणजे सेकंदास १८६००० मैल गति असल्याचा निर्देश पूर्वी अनेक वेळां आला आहे. पण, ही गति मान्य केल्यानंतर, या गतीला जसें स्थल हवें तसेंच ती ज्या स्थिर तत्त्वाच्या सापेक्षतेनें मोजतां येणें शक्य आहे, असें कांहीं तरी तत्त्व हवेंच आहे असें वाटूं लागलें आहे, आणि हें तत्त्व म्हणजे अन्य कोणतेंहि नसून प्रकाशतरंगाचें वहित्र म्हणून एक वेळ मानलेलें पण त्याकरतांहि जें जरूर नाही असें वाटूं लागलेलें ईथर होय. ईथर हें तत्त्व स्थिर असून त्याच्या अपेक्षेनें प्रकाशाकिरणांना गति असते, पण ही गति स्थलांत घडते. सबब ईथर व स्थल यांचें एक प्रकारें सहस्थलत्व अगर समक्षेत्रत्व सिद्ध होतें. पण स्थल हें स्वतंत्र तत्त्व मानणें जरूर नसल्यामुळें ईथरचें व स्थलाचें समक्षेत्रत्व अगर एकरूपत्व असावें असेंहि मानणें ओघानेंच येतें. मात्र, अशा रीतीनें येथवर प्रकाश, वस्तु व गुरुत्वाकर्षण यांना कारणीभूत मानलेल्या विद्युच्छक्तीच्या जोडीला ईथर हें अन्य तत्त्व होय असा येथें कदाचित् वाचकांचा समज होण्याचा संभव आहे. परंतु सर ऑलिव्हर लॉज हे संशयालाहि जागा राहूं न देतां असें प्रतिपादन करतात कीं, एथवर विद्युच्चुंबकीय शक्तीचे नानाप्रकारचे जे आविर्भाव सांगितले ते सर्व ईथर या मूल तत्त्वाचेच आविर्भाव होत व ईथर तत्त्वाच्या विशिष्ट आविर्भावाला विद्युच्चुंबकीय शक्ति हें एक केवळ नांव होय. सबब सांप्रतच्या विद्युद्युगानंतर त्याहींपेक्षां सूक्ष्म असें ईथरयुग प्रचलित झाल्यास नवल नाहीं.

Light, electricity, magnetism and matter have been linked together so clearly that it now appears that each must now be interpreted in terms of a single medium, the ether.

शेवटचा प्रश्न कालाचा. प्रकाशाकिरणांना गति आहे व गतीमध्येंच कालाचा अंतर्भाव होतो. प्रकाशकिरण हे जर विश्वभर एकदम पसरू शकते तर ते कालाचा भाव उत्पन्न करूं शकले नसते. शुद्ध शास्त्रीय काल हा प्रकाशाकिरणांच्या गतीनें मोजला जातो तर पार्थिव काल हाही कोणत्याना

कोणत्या प्रकाशोद्भव वस्तूंच्याच नियतकालिक दर्शनानें मोजला जातो. वर्ष हें कोणी सौर पद्धतीचें मानोत अगर कालगणनेच्या प्रकरणांत सांगितलेल्या अन्य एकाद्या पद्धतीनें मानोत. त्याचा नियतकालिक प्रकाशदर्शनाशीं संबंध आहे ही गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे. मनुष्याच्या विश्वापेक्षांही स्थूल विश्वांत राहणाऱ्या कोणी अतिमानुष अगर दैवी व्यक्ती असतील तर त्यांचें कालमापन एकाद्या विशिष्ट प्रकाशकिरणाला सर्व विश्वभर फेरा घ्याऊन पुन्हां पूर्व स्थली येण्यास लागणाऱ्या अवधीच्या मदतीनें होत नसेल कशावरून ? परंतु या केवळ कल्पना असोत. सर ऑलिव्हर लॉज मानतात त्याप्रमाणें ईथरचा एक स्थिर भाव (Constitutional waves) व एक चर भाव (Material waves) असे दोन भाव असतील तर चर भाव हा स्थिर भावापासून संचलन पावत असतां त्यापासून अंतिम दृष्ट्या कालाचा भाव उत्पन्न होणें शक्य आहे.

तथापि, या ग्रंथांत व विशेषतः या ग्रंथकारास इतक्या खोल पाण्यांत उतरण्याची जरूर नाहीं. मात्र, सुरवातीस स्पष्ट केल्याप्रमाणें या प्रकरणांतील इतक्या मूलगामी विवेचनांत शिरण्यांतील मुख्य हेतु एवढाच कीं, आइन-स्टाइननें सापेक्षदर्शनाची प्रतिष्ठा ज्या शास्त्रीय प्रगतीच्या पार्श्वभूमिकेवर केली तिचे यथार्थ ज्ञान असेल तरच आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाचें मर्म नीट लक्ष्यांत येणें शक्य असल्यामुळें त्या भूमिकेकडे थोडा वेळ वाचकांचें लक्ष्य वेधावें.

तथापि, यानंतर या प्रकरणांतील मुख्य भागाकडे वळून असें म्हणावयाचें कीं, प्रकाश आणि वस्तु यांचा उद्भव विद्युच्चुंबकीय शक्ति असें अनेक शास्त्र-ज्ञांच्या प्रयत्नांनीं सिद्ध झाल्यानंतर लॉरेंट्झचे प्रयत्न ईथरमधून वस्तु वेगानें स्थलांतर करीत असतां फिट्झ्जरोल्डनें मानल्याप्रमाणें त्या वस्तूचा संकोच या गतीमुळें किती प्रमाणांत होतो हें शोधून काढण्याकडे लागलेले होते. या मुद्याच्या सूक्ष्म शोधांतीं त्याला असें दिसून आलें कीं, गतीमुळें वस्तूंचा कसाबसा संकोच होतो एवढेंच नसून त्या वस्तूच्या अगदीं कणाकणांच्या, अणु-अणूंच्या, परमाणुपरमाणूंच्या दरम्यानच्या शक्तीवरहि गतीचा परिणाम होतो व या प्रत्येक दर्जाचे घटक थोड्या थोड्या प्रमाणांत परस्परांजवळ जास्त

आल्यामुळें एकंदर वस्तूंचा संकोच फलित होऊन प्रत्ययास येतो. अर्थात् संकोचाची ही उपपत्ति लावतांना लॉरेंट्झ् हा फिट्झ् जरोल्डपेक्षां फार खोल शिरला होता हें उघड आहे.

यानंतर १८८२ च्या सुमारास मॅक्स्वेलच्या शोधाचा उपयोग करून सर जे. जे. थॉमसन् यांनीं असें सिद्ध केलें कीं, ज्याला वस्तूचा मह (mass) म्हणतात व जो स्थिर असतो या भावनेवर न्यूटननें गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांताची उभारणी केली होती, तो महही निश्चितरूप नसतो. कारण, थॉमसन् यांनीं असें सिद्ध केलें कीं, एकाद्या गोलावर विद्युद्रोपण केलें व नंतर त्याला वेग दिला तर त्या विद्युद्युक्त अवस्थेंत त्याच्या ठिकाणीं असलेल्या वेगामुळें त्याचा पूर्वीचा मह वाढलेला दिसेल व जितका वेग प्रचंड तितका महही जास्त वाढेल. शिवाय, पुढें काऊफमन यांनीं अतिवेगानें धांवणाऱ्या विद्युत्करणांवर प्रयोग करून ही गोष्ट सिद्ध केली.

एवंच, वस्तूचा मह हा निश्चितरूप नसतो, तर तो वस्तूच्या गत्यनुसार अगर शक्त्यनुसार बदलणारा असतो हा या काळचा शोध फार महत्वाचा आहे व याची मौज ही कीं, लॉरेंट्झ्नें शोधून काढलेला गतीमुळें होणारा वीजाणूचा संकोच* हा थॉमसननें शोधून काढलेल्या गतीमुळें होणाऱ्या वीजाणूच्या महाच्या वर्धनाशीं अगदीं जुळता आला.

एवंच, मायकेल्सन व मोर्ले यांना त्यांच्या प्रयोगांत उपपन्न झालेल्या नकारात्मक फलाची कारणमीमांसा प्रथम फिट्झ्जरोल्डच्या व नंतर लॉरेंट्झच्या संकोचसिद्धांतानें होऊन हा प्रश्न कांहीं काल मिटल्यासारखा झाला होता. हा वेगाच्या दिशेनें वेगाच्या प्रमाणांत वस्तूचा संकोच होण्याचा लॉरेंट्झ् सिद्धांत म्हणजे सापेक्षसिद्धांताचा अरुणोदयच होय. परंतु पुढें लवकरच ही सर्व प्रायोगिक माहिती आइनस्टाइनच्या हातीं पडतांच त्यानें स्वतःच्या बुद्धिमत्तेनें त्याच्यांत एकसूत्रीपणा आणण्याचें एक नवीनच तत्त्व शोधून काढलें. यालाच सापेक्षतेचा सिद्धांत म्हणतात व याचें विवेचन पुढील प्रकरणांत केलें जाईल.

---

* गतीमुळें वीजाणूंचा संकोच होत असतां त्याच्या व्यस्त प्रमाणांत त्याचा मह कसा वाढणें शक्य आहे, हें समजावून घेण्यास वाचकांनीं वास्तवशास्त्रावरील ग्रंथ पाहणें जरूर आहे.

प्रकरण १५ वें.

सापेक्षतेचा विशिष्ट अगर मर्यादित सिद्धान्त.

Special Theory of Relativity.

येथवरच्या विवेचनाच्या एकावरच्या एक पायऱ्या चढून येतां येतांच कदाचित् जिकीरीस आलेल्या वाचकाला अद्याप सापेक्षतेचा सिद्धांत याही-पेक्षां वेगळाच कांहीं आहे कीं काय, अशी शंका येणें व ती आली असल्यास "तो याहींपेक्षां आणखी काय विलक्षण असणार आहे ?" हें जाणण्याची उत्कंठा लागणें कदाचित् शक्य आहे. सबब या शंकेच्या व आकांक्षेच्या समाधानार्थ सुरुवातीसच एवढें सांगून टाकणें बरें की, सापेक्षतेचा सिद्धांत हा येथवरच्या विवेचनाच्या जोडीस अन्य कांही नाही असेंही नाही व जें कांहीं आहे तें येथवरच्या विवेचनापेक्षां अगदींच वेगळ्या स्वरूपाचें आहे असेंहि नाहीं. मात्र त्या सिद्धांतामध्यें येथवरच्या नाना दृश्यांचें एक प्रकारचें साधारण, सामान्य, सर्वसंग्राहक, सर्वव्यापक, स्वरूप (Generalisation) एकीकृत झालें आहे, असें म्हणतां येईल. ज्याप्रमाणें महाबळेश्वर म्हणजे पुणें शहर नव्हे तर डोंगरांच्या रांगा—त्यांत पंचगणी, माल्कम पेठ, गव्हर्नमेंट हाऊस, कृष्णाउगम, नाना प्रेक्षणीय स्थलांचे दर्शबिंदु, प्रतापगड वगैरे सर्वच मिळून होय व त्यांतहि तेथच्या प्रवास करणाऱ्याच्या हेत्वनुसार एकादें स्थल विशेष महत्त्वाचें होय, त्याचप्रमाणें सापेक्षदर्शनाचा सर्वच देखावा वाचकास कांहीं असामान्य व अद्भुत वाटल्यावांचून राहिला नसेल आणि तथापिही त्यांत आणखी एकादा मुद्दा व्यापक महत्त्वाचा—सर्वांत उच्च दर्शबिंदु म्हणून या प्रकरणात आढळणें अशक्य नाहीं; आणि या एकदरीत नवदृश्याचें संकलित स्वरूप लक्ष्यांत येण्याकरितांच या सिद्धांतपरंपरेला सापेक्षदर्शन असें नांव दिलें आहे. पण ही या प्रकरणाची प्रस्तावना पुरी करून आतां प्रकरणांतील मुख्य मुद्याकडे वळूं.

आइनस्टाइनच्या पूर्वी फॅरेडे व मॅक्स्वेल यांनीं ईथरची प्राणप्रतिष्ठा करून त्याला वास्तवशास्त्रांत चांगलें बळकट स्थान दिलें होतें. निसर्गांत जिकडे

तिकडे एक प्रकारची संततता शास्त्रज्ञांना दिसूं लागली होती व त्या कल्पनेला ईथरच्या संततेनें चांगलीच पुष्टि मिळत होती. लोरेंट्झनेंहि आपला संकोच-सिद्धांत ईथरतत्त्व सत्य मानून वस्तूच्या त्यांतील गतीला लागू म्हणून व मायकेलस-मोर्ले यांच्या सुप्रसिद्ध प्रयोगामुळें उत्पन्न होणारी बौद्धिक अडचण दूर करण्याकरितां म्हणून रचला होता. अर्थात्, हें सर्व विवेचन पूर्व प्रकरणांत आलें असून ही त्याची थोडीशी द्विरुक्ति या प्रकरणांतही पूर्वस्मृति ताजी करण्याकरितां केली आहे.

या सर्व प्रयोगांचे निष्कर्ष हातीं आल्यानंतर त्यांचा योग्य अभ्यास करून आइनस्टाइननें एक नवाच व अगदीं मूलग्राही प्रश्न उपस्थित केला व तो म्हणजे लोरेंट्झनें ईथरमध्यें स्थिर असलेल्या वस्तूपेक्षां ईथरमध्यें चर असलेल्या वस्तूचा संकोच जास्त होतो, ही जी समजूत गृहीत धरून त्या संकोचाचें त्या वस्तूच्या ईथरमधील वेगाशीं प्रमाण निश्चित केलें होतें त्या समजुतीचा आधार अगर पाया हा होय. वास्तविक पाहतां, दोन वस्तूंपैकीं एक ईथरमध्यें स्थिर आहे व दुसरी चर आहे असें जें लोरेंट्झ मानी तें मानण्यास त्याला कांहीं आधार नव्हता. मायकेलसन्-मोर्ले प्रयोगाचा निष्कर्षही तसा नव्हता. उलट तो त्याच्या अगदीं विरुद्ध होता. सबब कोणत्याही दोन वस्तु ईथरमध्यें स्थिर अगर चर मानणें तर्कशुद्ध नसून त्या दोन वस्तू परस्पर-सापेक्षतेनें चर आहेत, असें मानणें जास्त तर्कशुद्ध होतें.

या वस्तुस्थितीची कल्पना येण्याकरितां समजा की, वर आकाश व खालीं पाणी अशा समुद्रांत आकाशांतील तारेही न दिसणाऱ्या काळोख्या, वादळ्या रात्रीं दोन निर्मनुष्य होड्या पाण्यावर तरंगत आहेत; अशा परिस्थितीत एक पाण्यांत तरंगणारा द्रष्टा त्यांना पाहत असतां, त्या दोहोंतील अंतर त्याला अज्ञात अशा कारणानें व पाण्यावर कसलाच परिणाम न होतां न करतां वाढूं लागलें तर त्यांपैकीं कोणती पाण्याच्या सापेक्षतेनें स्थिर अगर कोणती चर आहे, हें कसें सांगावयाचें? अशा स्थितींत फार तर जें काय सांगतां येईल तें म्हणजे त्या होड्या परस्परसापेक्ष स्थलांतर करीत आहेत एवढेंच. ईथर आहे कीं नाहीं, हा प्रश्न वेगळा. पण जोंपर्यंत कोणत्याही वास्तवप्रयोगांत त्याचें कार्य दिसून आलें नाहीं अगर त्याचा व्यत्यय आला नाहीं

तोंपर्यंत तें वास्तवद्रव्य मानून व त्याची वास्तवप्रयोगांत नसती लुडबुड मानून नसत्या अडचणींत सांपडून त्यांतून मार्ग काढण्याकरितां धडपड करण्यांत काय अर्थ आहे ? त्यापेक्षां एका वस्तूची गति हीच अन्य-वस्तुसापेक्ष मानून त्या तशा, त्या उभयतांच्या परस्परसापेक्ष चर स्थितींतच त्यांच्या स्थिति-गतींचे नियम काढणें हाच धडाडीचा व बुद्धिमत्तेवर जास्त ताण देणारा मार्ग आइनस्टाइननें प्रतिपादिला व तो स्वतःच्या अगाध बुद्धिमत्तेच्या जोरा-वर अगदीं पूर्णपणे पार पाडून दाखविला. याबाबतची आपली विचार सरणी निश्चित रूपास आणून आइनस्टाइननें १९०४ सालीं जर्मनींतील Annals of Physics नावाच्या वास्तवशास्त्रीय चर्चेस वाहिलेल्या नियत-कालिकांत प्रसिद्ध केली. उपर्युक्त कारणामुळे या सिद्धांतांतील गणितागत भाग हा लोरेंट्झच्या गणितागत भागाप्रमाणेंच आहे. परंतु वरील मायकेलसन्-मोर्ले प्रयोगाच्या अकरणरूप निष्कर्षाची आइनस्टाइनची कारणमीमांसा लोरेंट्झ-पेक्षां अर्थात् वेगळी आहे. वास्तविक पाहतां ईथर-सापेक्ष गतीचें मापन करणें शक्य नाहीं, ही कबुलीच एक प्रकारें लोरेंट्झच्या गणितांत अनुस्यूत होती, पण ती तेथें आहे हें मात्र लोरेंट्झच्या लक्ष्यांत आलें नव्हतें. तें आइन-स्टाइननें दाखवून दिलें व स्थल, काल या पृथक् भावनांचें मिन्कोस्कीचें दिक्कालांत एकीकरण मायकेलसन्-मोर्ले प्रयोगाचा निष्कर्ष समजाऊन देण्यास कसें उपयोगी पडतें हें दाखवून देऊन, गतीचा सापेक्षतेचा मर्यादित सिद्धांत पुरा केला. पुढील तत्त्वांचा त्यानें समावेश केला आहे.

१ विश्वांत शुद्धरूप स्थल असें कांहीं नाहीं, स्थल हा द्रष्टृसापेक्ष भाव होय.

२ विश्वांत शुद्धरूप काल असें कांहीं नाहीं. तर, काल हाही द्रष्टृसापेक्ष भाव आहे.

३ विश्वांत वास्तवद्रव्य असें कांहीं नसून जें कांहीं आहे ते विद्युल्ल-हरींचे छेदनबिंदु असून त्या छेदनबिंदूंच्या संवर्तांचेंच सर्वत्र अस्तित्व आहे व तेंच वास्तवद्रव अगर वास्तवविश्व या रूपानें प्रत्ययास येतें.

४ हे संवर्त दिक्काल चतुःपरिमित आहेत आणि स्थल व काल हे दोन वेगळ्या कोटींचे भाव नसून त्या दोहोंचा मिळून बनणारा दिक्काल हाच काय तो संवर्तांचें एक लक्षण होय.

५ दोन संवर्तामधील अवकाश हाच काय तो शुद्ध अगर केवल भाव असल्यामुळें तो सर्व द्रष्ट्यांना एक रूपानें प्रत्ययास येतो.

६ विश्वांत शुद्ध अगर केवल गति अशी कांहीं नाहीं. गति ही स्थल-कालाप्रमाणेंच द्रष्टृसाक्षेप आहे.

७ ईथर हें तत्त्व विश्वांत असलें तरी त्यामध्यें अगर त्याच्या सापेक्षतेनें गतिमापन करणें शक्य नाही. कारण, त्यामध्यें गतिमापनाला आरंभबिंदु घेण्यास कोणताही प्रकृष्ट बिंदु नाहीं.

८ गतीत घडणाऱ्या पोटगतीचें अगर गतिसापेक्ष गतीचें मूल्य त्या दोन्ही गतीच्या अंकगणितात्मक बेरजेनें बिनचूक मिळणें शक्य नाही, अगर गतींची अंकगणितात्मक बेरीज होत नाहीं. गतिसापेक्ष गति हा भ्रम आहे.

९ तरंगगतीच्या सर्व प्रकारांत तरंगगतीचा जो वेग असतो तो तरंग उत्पन्न करणाऱ्या वस्तूच्या वेगाच्या निरपेक्ष असतो.

१० प्रकाशप्रसरण हें तरंगगतिमय असल्यामुळें प्रकाशाचा वेग उद्भव-स्थानापासून सर्वत्र एकसारख्या वेगानें घडतो व तो नाना वेगांनी फिरत असणाऱ्या सर्व द्रष्ट्यांना सारख्याच वेगानें प्रत्ययास येतो.

११ वास्तवशास्त्रांतर्गत कारकशास्त्र (Dynamics) आणि विद्यु-च्चुंबकीय शास्त्र (Electro-magnetism) या दोन शास्त्रांतील निसर्ग-नियमांचें सूत्र अगर स्वरूप हें संदर्भाक्षा(Axis of Reference) च्या स्थानानें अबाधित असतें अगर या निसर्गनियमांचें वास्तवस्वरूप हें नाना स्थिर वेगांनीं परस्परांशीं सापेक्षरीत्या भ्रमण करीत असलेल्या सर्व द्रष्ट्यांना एकसारखेंच अनुभवास येतें.

आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाच्या या मांडणीप्रमाणें पाहतां विश्वाच्या रूपाबद्दलच्या पूर्वकालीन भावनांना पुराणकालसापेक्ष भावनांचें उपेक्षणीय रूप येतें. शिवाय, विश्वाच्या या जुन्या मांडणीप्रमाणें उद्भवणाऱ्या विश्वांतील नाना कूटांचा—बहुतेक सर्वांचा उलगडा आइनस्टाइननें प्रतिपादिलेल्या दर्शनानें होत असल्याचें बौद्धिक समाधानही वाटू लागतें. आइनस्टाइननें याप्रमाणें रचलेल्या या नव विश्वाचें दृश्य अत्यंत संश्लिष्ट तर खरेंच, पण तें सत्य व

समाधानकारक वाटतें. त्यांतल्या त्यांत, वर दिलेल्या अकरा तत्त्वांपैकी जें एक तत्त्व आइनस्टाइननें आपल्या पुस्तकांत प्रामुख्यानें दिलें आहे तें वर शेवटी क्रमांक अकरावर दिलें आहे. या तत्त्वांत वास्तवशास्त्रांत संग्राह्य असलेले निसर्गनियम सर्व द्रष्ट्यांना सारखेच प्रत्ययास येण्याच्या कसोटीस उतरण्याइतके उच्च, शुद्ध व द्रष्टृनिरपेक्ष असले पाहिजेत, या मुद्यावर विशेष भर दिला आहे आणि द्रष्टृदोषरहित, शुद्ध वास्तवतत्त्व अगर वास्तवसत्य प्रस्थापित करण्याच्या व्यापक दृष्टीनें त्या विधानाला अत्यंत महत्त्व असून त्यापूर्वीचीं दहा तत्त्वें हीं त्या अकराव्या तत्त्वाचीं पूरक अगर तपशिलात्मक होत असे म्हणावयास हरकत नाहीं. मात्र, या एकंदरींत सर्व विचारसरणीला आइनस्टाइनचा सापेक्षतेचा मर्यादित सिद्धान्त म्हणतात.

अर्थात् नाना द्रष्ट्यांना स्वतःच्या भिन्नभिन्न स्थलकालभेदानें भिन्न रूपांनीं प्रत्ययास येणाऱ्या जगाचें वास्तव, ईशनिर्मित शुद्ध स्वरूप कांहीं वेगळेंच आहे व सत्यज्ञानानें तें सर्वांना एकाच रूपांत पटण्यासारखें आहे. अशा प्रकारची ही आइनस्टाइनची घोषणा असून या दृष्टीनें आइनस्टाइनचें 'सापेक्षदर्शन' या नांवानें प्रसिद्ध असलेलें हें दर्शन सुरुवातीसच स्पष्ट केल्याप्रमाणें शुद्धदर्शन या संज्ञेस पात्र आहे.

तथापि, हा आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाचा एक भाग झाला. या भागाला सापेक्षतेचा मर्यादित अगर विशिष्ट सिद्धान्त म्हणतात. कारण, येथवर ज्या प्रकारच्या गतीचा विचार केला आहे ती ऋजुदिग्गामी (Rectilinear) व स्थिरवेग (Uniform) गति म्हणजे एकाच दिशेनें घडणारी व एकसारखी चढती उतरती अगर कमी अधिक न होणाऱ्या रूपाची गति होय. पण, विश्वांत ही केवळ एवढ्याच एका प्रकारची गति आहे असें नव्हे. गति ही अन्य एक प्रकारची संभवते व तिला चर वेगाची गति (Accelerated Velocity) असें म्हणतां येईल. शिवाय, या दोन गतींचे परस्परांशीं निरनिराळ्या प्रमाणांत संयोग होऊन अन्य अनेक प्रकारच्या गती उत्पन्न होणें शक्य आहे. सबब, १९०५ सालीं सापेक्षतेचा मर्यादित अगर विशिष्ट सिद्धान्त पुरा करून आइनस्टाइनचें कार्य संपलें नाहीं, तर त्याची त्याच्या कार्याला सुरुवात झाली. मात्र येथवरच्या पूर्वतयारीची त्याला ज्याप्रमाणें पुढें

मदत झाली त्याप्रमाणें ती वाचकांनाही पुढें होईल. परंतु, सापेक्षतेचा सामान्य अगर सर्वव्यापी सिद्धान्त रचणें हें आइनस्टाइनच्या हिमालयतुल्य बुद्धिमत्तेला शक्य असलें तरी त्यावर आरोहण करून विश्वाचें हृदय पाहण्याचें भाग्य सर्वच लेखकांवाचकांच्या नशिबीं असेल असें नाही. तथापि Not failure but low aim is crime हीं कव्युक्ति लक्षांत ठेवून त्या प्रवासाच्या तयारीला आतां लागावें हें युक्त होय.

शिवाय, निसर्गनियम सर्व स्थितींतील सर्व द्रव्यांना एकसारखे लागू असले पाहिजेत, हें सापेक्षतेच्या सिद्धान्ताचें तत्त्व पूर्वी नमूद केलेल्या अनेक व्यक्तिदोषांमुळें व वस्तुदोषांमुळें आजवर नजरेआड झालें असलें तरी तें तसेंच असलें पाहिजे, हें अगदीं उघड दिसतें. केवळ संदर्भव्यूह(Reference System) बदलला एवढ्यामुळेंच जी एकादी वास्तवघटना विद्यमान आहे तिचें स्वरूप बदलत नाही. निरनिराळ्या संदर्भव्यूहांतील द्रष्ट्यांना ती भिन्न प्रकारें प्रत्ययास येवो, परंतु वस्तुतः ती आहे तशीच असणार. वास्तवघटना म्हणजे केवळ स्वप्नें नव्हत कीं जीं ज्यानें त्यानें आपल्यास हवीं तशीं कल्पनेनें रचावीत! नाना कारणांमुळें उत्पन्न झालेले दोष प्रत्येक द्रष्ट्याच्या भिन्नभिन्न अनुभवांतून वजा करून अशा प्रकारें शोधन केलेले अनुभव घेतले तर ते सर्वांचे जुळतेच असले पाहिजेत आणि वास्तवशास्त्र जें बनावयाचें तें अशा द्रष्टृदोषरहित शुद्ध अनुभवांचेंच बनलें पाहिजे.

प्रकरण १६ वें.

व्यापक सापेक्षसिद्धान्ताची पूर्वतयारी.

(अ) शिष्टप्रणीत यंत्रशास्त्र.

महद् (Mass), ओज (Momentum), वेगवर्धन (Acceleration)

मागील प्रकरणांत ध्वनित केल्याप्रमाणें येथवरच्या विवरणानंतरचा भाग म्हणजे सापेक्षदर्शनाच्या व्यापक सिद्धान्ताची पूर्वतयारी करणें हा होय. गति ही दोन प्रकारची म्हणजे (१) स्थिर वेगाची (Uniform motion) आणि (२) चर वेगाची (Accelerated motion) म्हणजे क्रमानें एकसारख्या वाढत्या वेगाची असू शकते. या चर गतीचा अनुभव कोणास नसेल असें नाहीं. रेल्वे प्रवासांत असतांना गाडी थांबावयाच्या स्टेशनावरून जातां-येतांना या चर अगर क्रमवर्धिष्णु वेगाचा अनुभव सर्वास येतो. पूर्ण वेगानें धांवत असलेली कोणतीही वस्तु—उदाहरणार्थ, कोणतेंही चाक एकदम थांबविणें अगर थांब-लेलें एकदम पूर्ण वेगांत चालू करणें शक्य नसतें, असें म्हणावयास फारशी हरकत नाही. पूर्ण गति व शून्य गति या गतीच्या स्थित्यंतराच्या सुमाराची गति ही बहुधा चर वेगाची किंवा क्रमवर्धिष्णु वेगाची असते. या प्रकारच्या चर वेगानें धांवत असलेल्या वस्तूंच्या गतीबाबत सापेक्षतेचा मर्यादित सिद्धान्त लागू होत नाहीं. भूसंबद्ध वातावरणांत अगर सूर्यमालेच्या कांहीं मर्यादित भागांत, जेथील विद्युच्चुंबकीय परिस्थिति फारशी विषम नसते तेथें, कदाचित् सापेक्ष-तेचा मर्यादित सिद्धान्त लागू पडण्यास फारशी अडचण येत नाहीं. परंतु या विशाल विश्वाच्या विविध भागांत सर्वत्र एकच परिस्थिति आहे असें नव्हे व त्यामुळें त्यांत चर वेगानें फिरत असलेल्या गोलाबाबत वेगळ्या प्रकारच्या सिद्धान्ताची योजना करणें जरूर होतें. ती योजना आइनस्टाइननें १९०५ पासून १९१५ पर्यंत सतत दहा वर्षें या विषयाचा दृढ अभ्यास व व्यासंग करून केला व १९१७ मध्यें सापेक्षतेचा सामान्य अगर व्यापक सिद्धान्त त्यानें प्रसिद्ध केला.

सापेक्षतेच्या मर्यादित सिद्धान्ताचें सामान्य विधान करतांना निसर्गाचे नियम सर्व द्रष्टयांना सारखेच प्रत्ययास येणारे असतात असें सांगतां सांगतांच स्थिर गतीनें फिरणाऱ्या वस्तूबाबत एक नियम व चर गतीनें फिरणाऱ्या वस्तूबाबत कांहीं थोडा वेगळा नियम प्रस्थापित करण्यांत आइनस्टाइन स्वविरोधी प्रतिपादन करीत असल्याचा एक आक्षेप या दोन सिद्धान्तांबाबत आइनस्टाइनवर आलेला आहे. परंतु खरोखर हा आक्षेप उत्तानज्ञानमूलक आहे. ज्याप्रमाणें प्रचंड वर्तुळाचा परिघ हा लहान लहान सरळ रेषांचा बनलेला असतो असें म्हणतां येतें म्हणजे सरळ रेषा ही ज्याप्रमाणें वक्ररेषेची परमावधीची एक अवस्था होय असें म्हणतां येतें......त्याप्रमाणें आइनस्टाइननें उत्तर अवस्थेंत परिणतीस नेलेल्या सर्वव्यापी सिद्धान्ताचें एक परमावधीचें अगर सीमान्त उदाहरण (Limiting Case) म्हणजे सापेक्षतेचा मर्यादित सिद्धान्त होय असें म्हणतां येईल.

आइनस्टाइनच्या व्यापक सिद्धान्तांत उद्दिष्ट असलेल्या चर वेगाचें मूर्त उदाहरण म्हणजे न्यूटनप्रणीत गुरुत्वाकर्षणजन्य वेग होय. फळ झाडावरून सुटून जमिनीवर येतांना येथून तेथवर सारख्या वेगानें येत नाहीं, तर तें जों जों जमिनीजवळ येत जातें तों तों त्याचा वेग एकसारखा, दर सेकंदास, कांहींना कांहीं वाढत असतो. न्यूटनच्या मांडणीप्रमाणें सूर्याभोंवतीं भ्रमण करणारे गोल* हेही सूर्याच्या जवळ असल्या वेळीं ज्या वेगानें धांवतात तो त्यांचा वेग ते आपल्या कक्षेत सूर्याभोंवतीं दूर अन्तरावर फिरत असतांना असणाऱ्या त्यांच्या वेगापेक्षां जास्त असतो. मात्र या प्रकारच्या गतीचा सर्व दृष्टींनीं पूर्ण अभ्यास करून त्यांचा 'गुरुत्वाकर्षण'* या नांवाचा विश्वव्यापी नियम न्यूटननें आधींच प्रस्थापित केला असल्यामुळें आइनस्टाइनच्या व्यापक

* गुरुत्वाकर्षणाचा केवळ थोडासा इतिहास या दृष्टीनें असे म्हणतां येईल कीं, केप्लरला सूर्याभोंवतीं फिरणारे ग्रह आपआपल्या कक्षामार्गानें ओढले जातात असें वाटे, तर न्यूटनच्या मांडणीप्रमाणें सूर्य हा मध्यवर्ती असून तो ग्रहांना एकसारखा आपल्याकडे आकर्षीत असल्यामुळें ग्रहांच्या मूळच्या वेगाच्या दिशेचा आणि सूर्याच्या आकर्षणाच्या दिशेचा संयोग होऊन त्या संयुक्त-परिणामदिशेनें ग्रह फिरतात असें वाटे.

सिद्धान्ताचा रोख न्यूटनप्रणीत गुरुत्वाकर्षणावर आहे, असें मानलें जातें. सबब, हा न्यूटनप्रणीत गुरुत्वाकर्षणाचा नियम तुलनेकरितां घेऊन त्यांत आइनस्टाइननें काय काय सुधारणा केली तें पाहूं. न्यूटनप्रणीत गुरुत्वाकर्षणाचा नियम थोडक्यांत असा देतां येईल कीं:—

(१) विश्वांतील सर्व वस्तु आपल्या अंगच्या कारकामुळें परस्परांस एकसारख्या आपआपणाकडे ओढीत, आकर्षीत असून हें आकर्षण परस्परांस ओढणाऱ्या प्रत्येक दोन वस्तूंच्या, (२) वैयक्तिक महाच्या गुणाकाराच्या प्रमाणांत व त्यांच्या दरम्यानच्या, (३) अन्तराच्या वर्गाच्या उलट प्रमाणांत असतें.

या नियमांत न्यूटननें गृहीत धरलेल्या गोष्टींच्या सत्यासत्यतेचा प्रश्न या ठिकाणीं चर्चेस घ्यावयाचा असल्यामुळें त्या गोष्टींचा स्पष्ट निर्देश करणें इष्ट होईल. त्या म्हणजे:—

१ एका वस्तूनें दुसऱ्या वस्तूवर लांबून, दुरून अगर अन्तरावरून आकर्षणक्रिया चालविणें (Action at a Distance).

२ प्रत्येक वस्तूचा मह निश्चित असणें (Constancy of mass).

न्यूटनच्या मतें प्रत्येक वस्तूचा मह हा त्याच्या स्थितिगत्यनुसार बदलणारा नसून तो स्थिर अगर शुद्ध असतो व तो त्या वस्तूंतील द्रव्याचें परिमाण (Quantity of matter) होय.

३ विश्वांतील अन्तर अगर स्थल शुद्धरूप असणें (Absoluteness of space).

या गोष्टी विवेचनाच्या सोयीसाठीं वर दिल्या आहेत. त्यांच्या उलट त्या प्रत्येकीची सत्यता या ठिकाणीं तपासून पाहूं म्हटलें तर प्रथमच असें क्रमानें घेऊन दिसून येईल कीं, पूर्वीं पान २९ वर स्पष्ट केल्याप्रमाणें विश्वांत शुद्ध स्थल असें कांहीं नाहीं; स्थल ही केवळ वैयक्तिक बाब आहे. शिवाय, हें अन्तर विशिष्ट क्षणाचें आहे असें म्हणावें तर कालही शुद्धरूप नसल्यामुळें त्या विधानालाहि महत्त्व नाहीं. वास्तविक पाहतां, हा मुद्दा येथवर अनेक वेळां इतका स्पष्ट झालेला आहे कीं, त्या विवेचनावर जास्त भर देण्याची जरूरी नाहीं.

४ प्रत्येक वस्तूच्या निश्चितरूप महाची कल्पना भ्रामक असून हा महही द्रष्ट्याच्या स्थिर-चरगत्यनुसार कमीअधिक असणें शक्य आहे, ही गोष्ट मागें पान १२७ वर थोडक्यांत स्पष्ट केली असून गत्याधान अगर विद्युदाधान (Electrification) केलेल्या वस्तूचा मह स्थिर अगर निर्विद्युत् वस्तूच्या महापेक्षां गतीच्या अगर विद्युन्निधी (Electrical Charge)च्या प्रमाणांत जास्त असतो हें तेथें थोडक्यांत विदित केलें आहे. तरी, या दोन प्रसंगांपैकीं विद्युदारोपणप्रसंगीं वस्तूंत कांहींतरी वैशिष्ट्य येतें असें मानून वस्तूच्या अंगीं हा कोणताही विशेष नसल्या प्रसंगी देखील, केवळ निरनिराळ्या द्रष्ट्यांच्या स्थितिवैशिष्ट्यामुळेंच त्यांना एखाद्या वस्तूचा मह कमीजास्त भासणें संभवनीय आहे, ही गोष्ट पुन्हां एकदां स्पष्ट करणें इष्ट होईल.

पूर्वी स्पष्ट केल्याप्रमाणें, न्यूटनच्या मतें, प्रत्येक वस्तूचा मह हा स्थिररूप असतो, शिवाय, विश्वांत कांहीं वस्तु आहे अगर वास्तवद्रव्य आहे; सबब विश्वाचा मह एकंदर निश्चितरूप आहे, त्यांतील वास्तवद्रव्याचे वेळोवेळीं निरनिराळ्या आकाराचे व निरनिराळ्या संख्याभेदाचे गोळे अगर वस्तू बनतील, परंतु कांहींही झालें तरी मूळ द्रव्य अगर मह हा कायमच राहणार.

न्यूटनचें दुसरें मत हें कीं, या विश्वांतील वस्तू निरनिराळ्या वेगांनीं फिरत असतां त्यांच्या अंगीं प्रत्येकीं कांहीं वेग असतो आणि तथापि, या वेगामुळेंही त्या वस्तूंच्या अंगच्या महांत कांहीं बदल होत नाहीं. सबब, जगांतील वस्तूंचा मह व वेग हे परस्परनिरपेक्ष व स्वतंत्र, परस्परांनीं अबाधित असल्यामुळें त्यांचा एकत्र विचार करणें युक्त असून त्याकरितां प्रत्येक वस्तूचा मह व त्या वस्तूचा वेग याचा गुणाकार केला असतां त्यापासून त्या विशिष्ट अवस्थेंत त्या वस्तूच्या अंगीं असलेल्या ओजा- (Momentum)चें परिमाण मिळतें असें तो म्हणे. न्यूटनचें याबाबतचें सूत्र

$$\text{मह} \times \text{वेग} = \text{ओज} \quad (\text{Mass} \times \text{Velocity} = \text{Momentum})$$

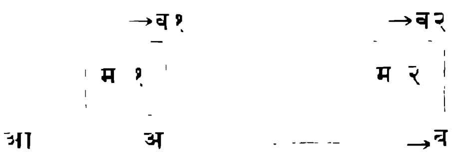
असें होतें.

या विचारसरणीचा अवलंब करून न्यूटन पुढें असें म्हणे कीं, विश्वांतील वस्तूंची प्रसंगविशेषीं एकमेकांशीं टक्कर व एकमेकांवर आघात होऊन त्यांच्या महवेगाची पुनर्विभागणी कशीही झाली तरी त्यांचा गुणाकार म्हणजे

ओजाचें परिमाण विश्वांत नेहमीं आहे तेंच—स्थिर—अव्यय—राहतें. ओज हें महाप्रमाणेंच न्यूटननें मानलेलें अव्यय तत्त्व होय; व न्यूटनच्या या मताला अद्यापही बराच मान आहे.

या मांडणींत न्यूटनची धारणा अशी होती की, एकादी वस्तु स्थिर असो की चर असो, तिजवर विशिष्ट परिमाणाच्या कारका(Force)चें कार्य घडवून आणलें तर त्या दोन्ही अवस्थांत त्या कारकामुळें एकसारखेंच गतिवर्धन (Acceleration) घडून येईल. परंतु १८८२ सालीं थामसन्ला असें आढळून आलें कीं, गतिमान असलेल्या एकाद्या वस्तूवर विद्युद्रोपण केलें तर त्याचा आलस्यमह पूर्वीपेक्षां वाढतो. शिवाय, हा या विद्युद्रोपणामुळें वाढलेला मह त्या अवस्थेंत त्या वस्तूची गति जों जों वाढवावी तों तों वाढत जातो. याप्रमाणें विद्युद्रोपणामुळें वाढलेल्या महाला त्यानें विद्युच्चुंबकीय मह हें नांव दिलें. शिवाय, पुढें थामसन्नें ज्या वेळेस अणूमधील वीजाणू शोधून काढून त्यांच्या महाचा अभ्यास केला त्या वेळेस तर त्याला असें दिसून आलें की, विद्युद्रोपणाविरहित ज्याला वास्तवमह म्हणतां येईल असें कांहीं वीजाणूंत नसून वस्तूचा प्रत्ययास येणारा सर्व मह हा केवळ विद्युच्चुंबकीय स्वरूपाचाच आहे. तद्व्यतिरिक्त कांहीं नाहीं. याप्रमाणें न्यूटनची वस्तूच्या स्थिर महाची धारणा पूर्णपणें विलय पावली.

महाच्या मूळ स्वरूपाचें हें विवरण तर अत्यंत महत्त्वाचें आहे. पण, थोडा वेळ तें बाजूस ठेवून, यानंतर नेहमींच्या परिपाटींतील स्थिरचर गतीच्या द्रष्टयांच्या जोडीचें एक उदाहरण घेऊन त्यांच्या त्यांच्या लहानशा जगांत फक्त दोन वस्तूंचे मह व ओज कायम राहतात की काय, हें पाहूं. समजा की,



'अ'च्या जगांत म १ व म २ या दोन वस्तू असून त्या प्रत्येकीं दर सेकंदास व १ व व २ या वेगानें 'अ' कडून 'ब' बिंदूकडे धांवत आहे.

अशा स्थितींत अच्या जगांतील महांची बेरीज म१ + म२ ही होय व अशा प्रकारें विशिष्ट जगांतील स्थिर वस्तूच्या महाचें निश्चित केलेलें परिमाण हें त्या वस्तूचा स्वगत मह (Proper mass) होय. शिवाय, त्याच्या जगांतील ओजांची बेरीज (मह गुणिले वेग)

$$म१ \times व१ + म२ \times व२$$ ही होय.

परंतु अच्या या जगाबाहेर 'आ' हा द्रष्टा असा आहे कीं, त्याला 'अ' चें जग 'अ' ते 'ब' या दिशेनें 'ह' वेगानें धांवतांना दिसत आहे. अशा स्थितीत त्याच्या हिशेबी अगर त्याच्या जगांत 'अ'च्या जगांतील मह = म १ × व १ + म २ × व २ इतकाच भरेल. परंतु त्या जगांतील एकंदर ओज हें त्या जगाच्या 'ह' या गतीनें वाढल्यामुळे तें

ओज म १ × व १ + म २ × व २ + (म १ + म २) ह = इतकें होईल अगर त्यांपैकीं अधोरेखित परिमाणानें वाढेल.

म्हणजे, उदाहरणाकरितां घेतलेल्या दोन वस्तूंचे ओज एकाच्या—अच्या—जगांत कमी तर दुसऱ्याच्या—आच्या—जगांत जास्ती असा घोटाळा उडणार!

शिवाय हा 'आ' या चर द्रष्ट्याचा हिशोब गतीच्या पोटांत गति घडत असतां पोटगती ही बाहेरच्या व आंतल्या गतीच्या बेरजेइतकी असते (Mechanical Addition of Velocities) या न्यूटनच्या यंत्रशास्त्रांतील भरड तत्त्वावर केला आहे. पण पूर्वी पान ६४ वर दर्शविल्याप्रमाणें हा भरडपणा नाहींसा करून आइनस्टाइनची काटेतोल मापनपद्धति वापरू गेल्यास आच्या दृष्टीचा हें ओज वरच्या त्याच्या हिशेबापेक्षां कमी म्हणजे——

$$ह \left(\frac{म १}{१ + ह व १} + \frac{म २}{१ + ह व २} \right) + \left(\frac{म १ \times व १}{१ + ह व १} + \frac{म २ \times व २}{१ + ह व २} \right)$$

इतका भरतो. या गोष्टीची खात्री करून घेण्यास वाचकांनीं जरूर तर गत्यंतर्गत गतीचें आइनस्टाइनचें पान १०५ वरील सूत्र वापरून गणित करून पाहावें. एकूण, निष्कर्ष काय तर, या दोन्ही महांची बेरीज व दोन्ही ओजांची बेरीज या बेरजा फार तर प्रत्येक द्रष्ट्याच्या जगांत त्याच त्या—सारख्याच—राहतील. पण द्रष्ट्याच्या स्थिरचर स्थित्यनुरूप म १, म २ या वैयक्तिक वस्तूंचा

मह व त्याचप्रमाणें त्याचें ओज मात्र वेगवेगळ्या प्रमाणांत वांटलें जाईल व त्याबाबत एका द्रष्ट्याचें मत दुसऱ्याशीं जुळणार नाहीं.

आइनस्टाइननें या घोटाळ्यावर तोड काढतांना विश्वांतील ओज स्थिर अगर अव्यय असण्याची कल्पना त्याला पटली असल्यामुळें ती तशीच कायम ठेवून फक्त स्थिर महाच्या कल्पनेंत त्यानें सुधारणा केली व मह आणि वेग यांच्या थामसन्नें प्रस्थापित केलेल्या संबंधासारखाच संबंध शोधून काढला. त्याच्या सूत्रानुसार मह हा गतिनिरपेक्ष आहे असें न म्हणतां 'अ'च्या स्थिर जगांतील 'म'चें परिमाण त्याचें जग जर 'ह' गतीनें धांवूं लागेल तर

$$\frac{म}{\sqrt{१-ह^२}}$$

इतकें भरेल व हें आइनस्टाइननें सुधारलेलें सूत्र द्रष्टृदोषरहित असल्यामुळें शुद्ध वास्तवशास्त्रांत ग्राह्य मानण्यालायक आहे. याप्रमाणें न्यूटननें जड मानलेल्या महामध्यें आइनस्टाइननें वेगाचा प्राण भरून त्याला उच्च अवस्थेवर खेंचल्यानंतर ओजाचें जें

$$ओज = \frac{म \times ह}{\sqrt{१ - ह^२}}$$

हें सूत्र बनतें तें सर्व निरीक्षकांना एकसारखें लागू होऊन तें वास्तवशास्त्रीय सत्य म्हणून संग्राह्य ठरतें.

याच सिद्धान्ताच्या अनुषंगानें आणखी एक गोष्ट स्पष्ट करावयाची म्हणजे 'आ' हा आपल्या जगांत स्थिररूप असलेल्या वास्तवमहाला कार्यक्षम शक्तीनें युक्त (Full of Potential Energy) मानतो व पण त्याच जगाच्या सापेक्षतेनें फिरत असलेल्या 'आ' ला तोच मह कार्यक्षम (Potential) व कार्योद्यत (Kinetic) अशा दोन्ही शक्तींनीं युक्त अगर दोहोंच्या बेरजेइतका वाटतो. शिवाय, जों जों ही गति जास्त तों तों मह जास्त व कार्योद्यत शक्तिही जास्त. एवंच, गति हीच महाला व शक्तीलाही कारणीभूत आहे व मह हा शक्तीशीं समबल आहे अगर

$$मह = शक्ति$$

हेंही सूत्र यापासून निघतें.

यानंतर आइनस्टाइननें या गतिसयुक्त महाचें व तदनुसार ओजाचें जें रूप निश्चित केलें तें पडताळून पाहण्याकरितां त्याची पुढीलप्रमाणें मांडणी करावयास हरकत नाहीं. फक्त त्याकरितां गति म्हणजे दर सेकंदास घडणारें स्थलान्तर (Displacement) असें मानलें म्हणजे झालें.

'अ'च्या जगांत ज्याचा वास्तव मह 'म' हा आहे त्याचें ओज म्हणजे

१ *वास्तवमह × अवकाशाच्या एकंच्या प्रमाणांत होणारें स्थलांतर, किंवा

२ †शुद्धमह × कालाच्या एकंच्या प्रमाणांत होणारें स्थलान्तर..

यानंतरचा न्यूटनच्या मांडणीतील शेवटचा मुद्दा म्हणजे एका वस्तूनें दुसऱ्या वस्तूवर आपल्या आंगच्या जोरामुळें अगर कारकामुळें दुरून आकर्षण-क्रिया चालविणें हा होय. विद्युच्चुंबकीय दृश्यांचा काळजीपूर्वक अभ्यास करणारांना हें दूराकर्षण अगर दूर क्रिया अशक्य वाटू लागली आहे व त्याकरितां ज्याप्रमाणें लोहचुंबकाभोंवती त्याचें ज्याला चुंबकीय क्षेत्र म्हणतां येईल असें एक क्षेत्र असतें त्याप्रमाणें प्रत्येक ग्रहाभोंवतीं ज्याला गुरुत्वक्षेत्र म्हणतां येईल असें क्षेत्र असणें जरूर वाटूं लागलें आहे. तथापि या मुद्याचें विवेचन येथें यापेक्षां कांहीं विस्तृत करणें जरूर आहे. सबब तें हातीं घेऊं.

सामान्यतः कारकाची कल्पना सर्वांच्या परिचयाची आहे. एकादी वस्तु ओढतांना किंवा लोटतांना हाताच्या व शरीराच्या स्नायूंवर जो ताण पडतो त्याला जोर अगर कारक असें नांव देतां येते. हा एक तऱ्हेचा कारकच होय. परंतु गुरुत्वाकर्षणांत उद्दिष्ट असलेला कारक हा नव्हे. पिकलेलें फळ देठांतील रस वाळून गेल्यानें तेथून सुटतें व खालीं पृथ्वीकडे येतें, किंवा घसावरून सुटलेला धोंडा खालीं दरींत पडतो, याचें कारण न्यूटनच्या मतें पृथ्वी त्याला अन्तरावरून ओढते. बसल्या ठिकाणीं खुर्चीहि टणक लागते याचें कारण खुर्चीतील परमाणु त्यांना शक्य तितक्या जोरानें त्यावर बसणाऱ्याला वर दूर ढकलीत असतात, परंतु बसणारावर पृथ्वीचें आकर्षण फार असतें व त्यामुळें तो स्वस्थानीं

* Displacement per unit Increase of Separation.

† Displacement per unit Increase of Time.

बसून, फार तर, खुर्चीच्या टणकपणाची कुरकुर करीत असतो. एवंच, गुरुत्वाकर्षणाचा कारक हा स्नायूंच्या कारकापेक्षां बराचसा वेगळ्या प्रकारचा आहे व त्यामुळें सूर्य पृथ्वीसह सर्व ग्रहमालेला आपल्याकडे एकसारखा ओढीत असतो. आणि, न्यूटनच्या मांडणीप्रमाणें, त्यांच्या अंगच्या आलस्यामुळें ते सरळ मार्गानें धांवूं पाहत असतात, तर सूर्य त्यांना एकसारखा आपणाकडे खेंचीत असल्यामुळें या दोन गतींचें दिङ्मिश्रण होऊन त्याना लंबवर्तुळाकार गतीचें रूप येतें. याला उदाहरण म्हणून गोफण-धोंड्याचें देतां येतें. गोफणींत धोंडा घालून तो जोराजोरानें फिरविला असता तो फिरविणाराभोंवती फिरतो. कारण, त्या धोंड्यावर फिरविणारा गोफणीच्या द्वारें आकर्षणक्रिया करीत असतो. ही आकर्षणक्रिया करावयाची तो थांबवील व गोफणीचा एक पदर सोडून देईल तर धोंडा त्याच्या भोंवतीं फिरावयाचें सोडून देऊन शक्य तितका सरळ रेषेनें दूर जाईल. अर्थात्च, तो अगदीच सरळ दिशेनें जाणार नाहीं, परंतु धोंडा उंच आकाशांत उडविला असला तरी व काहीही झालें तरी शेवटीं तो पृथ्वीवर येऊन पडेल. तो ज्या कारणानें येऊन पडेल तें कारण म्हणजे पृथ्वीचें त्यावरील दुरून्चें गुरुत्वाकर्षण होय. आणि तो धोंडा सरळ मार्गानें धांवावयाचा असतां फिरविणाराभोंवतीं ज्या दोरीच्या बंधनामुळें फिरतो ती गोफणीची दोरी तेथून काढून टाकूनही जर एकाद्या अदृश्य कारकामुळें तो धोंडा फिरविणाराला आपल्याभोंवतीं फिरता राखतां येईल तर न्यूटनच्या भाषेंत तो गुरुत्वाकर्षणाचा कारक होय. ग्रहमाला सूर्याभोंवतीं ज्या एकंदरीत कारणामुळें फिरते त्या कृतीची ती ढोबळ, अल्पप्रमाण प्रतिकृति होय.

सांप्रत या ठिकाणीं न्यूटननें मानलेल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या दुरून होणाऱ्या कारकाच्या स्वरूपाचा विचार करावयाचा आहे. याबाबत विचार करताना प्रथमच असा एक प्रश्न उपस्थित करतां येण्यासारखा आहे कीं, ग्रहाचा सूर्याभोंवतीं फिरण्याचा मार्ग वर्तुलाकार अगर लंबवर्तुलाकार आहे असें जें न्यूटन म्हणतो तें तरी अगदीं शुद्ध सत्यच काय? ज्याला एकजण वक्र रेषा म्हणतो त्याला दुसऱ्यानेंही वक्र रेषा म्हटलीच पाहिजे काय? ही केवळ अश्रद्धेची अगर संशयी वृत्तीची परमावधी नव्हे. धांवत्या गाडींतून सोडलेल्या धोंड्यानें आक्रमिलेल्या मार्गाचें वर्णन त्या गाडींतील गृहस्थ 'सरळ' या

विशेषणानें जें करतो तें भरावावरील गृहस्थाला मान्य नसतें व तो त्या मार्गाला वक्र मानण्याचा हट्ट धरून बसल्यावर त्याचेंही म्हणणें मान्य करणें भाग पडतें, हें मागील पान २८–३० वरील विवेचन वाचक विसरले नसतील. आणि असाच प्रकार मानीव गुरुत्वाकर्षणरूप भासणाऱ्या ग्रहांच्या लंबवर्तुल मार्गाबद्दल नसेल कशावरून? पृथ्वीच्या भरावावरून हा मार्ग वक्र असेल पण प्रत्यक्ष या ग्रहावर जर कोणी रहिवासी असतील तर त्यांच्या दृष्टीला हा मार्ग वक्र वाटतो काय? अगर तसें पाहूं गेलें तर पृथ्वीवरच्या या आपणा प्रवाशाना आपण सूर्याभोंवतीं वर्तुलमार्गे फिरत आहोंत असा अनुभव येतो काय? पुण्याहून मुंबईपर्यंतच्या रेल्वे-रस्त्याची वळणें विमानांतून पाहिली तर कित्येक दिसतील. परंतु मुंबईकडे तोंड करून गाडीच्या एकेरी कंपार्टमेन्ट-मध्यें बसून पुण्याहून मुंबईस प्रवासास निघाल्या वेळीं आतां, रिव्हर्सिंग निघून गेल्यानंतर, आपण वळणावळणानें जात आहों असें कोणा प्रवाशास वाटतें? एवंच, गुरुत्वाकर्षणानुरूप लंबवर्तुल गति ही अबाधितपणें सिद्ध होत नाहीं.

आणि असें जर खरें तर ग्रहांचा वक्रमार्ग हा सूर्याच्या आकर्षणाचा परिणाम होय या म्हणण्यांत काय तथ्य! पण ही विचारसरणी अगदीं विक्षिप्त वाटू द्यावयाची नसेल तर त्याकरितां पृथ्वीवरील नाना परिचित अनुभवां-वरून विश्वघटनेंत तोच प्रकार असला पाहिजे ही–शितावरून भात पारख-ण्याची आचारी विचाराची–पद्धति सोडून दिली पाहिजे, विचारांना व कल्पना-शक्तीला चंडोल पक्ष्याप्रमाणें पंख फुटूं देऊन वातावरणांत यथेच्छ भटकूं दिलें पाहिजे, व जरूर तेव्हांच फक्त बुद्धीच्या दोरीनें त्याचें जरूर तेवढें नियमन केलें पाहिजे. याकरितां शक्य असल्यास वाचकांनी पुढील कल्पना करून पाहावी. समजा की, ब्रह्मलोकांतील एक दिव्य पुरुष विमानांत बसून चैनींत विश्व-प्रवासाला निघाले आहेत. त्या लोकांतून एकदां सुटलेल्या या त्यांच्या विमानाला पेट्रोल अगर अन्य कसलेंही प्रेरक साधन नको आहे. कारण, वैश्व आलस्याच्या नियमानुसार त्याला एकदां गति आली की तें सरळ दिशेनें अटकेपर्यंत फिरत राहणार. आणि ते पृथ्वीच्या आसपास हजारोंहजार मैलां-पर्यंत आले असून या दूर अन्तरामुळें ते पृथ्वीचें गुरुत्वाकर्षणबिरुत्वाकर्षण 'कुछ पछानत' नाहींत. परंतु, त्यांच्या विमानाला निरनिराळ्या दिशांनीं फिरणार

एक वाटोळ्या कमानीचे (Spring Balance) तराजू असून त्यांतील निदर्शक हा नेहमीं शून्यावर राहील व अन्य कोणत्याही गोलाच्या कारकक्षेत्रा(Field of Force)मध्यें हें विमान जाणार नाहीं अशी खबरदारी घेणारें एक आत्मयत्त (Automatic) यंत्र आहे. या गृहस्थांना पृथ्वी त्यांच्याकडे धांवत येते आहे असें दिसेल, तर पृथ्वीवरील गृहस्थ ह्या परलोकस्थ गृहस्थाच्या स्वागताची तयारी करतील. विमानांतील गृहस्थांच्या हातांत त्यांच्या देशांतील बनावटीची प्रचंड शक्तीची दूरदर्शिका असून तींतून ते पृथ्वीवरील लोकांचे व्यवहार पाहत राहतील तर त्यांना काय काय मौजा दिसतील! आणि पृथ्वीवरून कोणी निरीक्षक आपल्या दूरदर्शिकेमधून त्याचे त्या विमानांतील व्यवहार निरीक्षून पाहूं लागतील तर त्यांना काय दिसेल! विमानांतील गृहस्थाला पृथ्वीवरील लोकांच्या घरांत सामानसुमान ठेवण्यास खिळे खुंट्या कां असतात तें कळणार नाहीं व त्यांच्या जमिनीवरील पेट्या-टेबलें जमिनीस स्क्रू-खिळ्यांनीं जखडून टाकलीं असलीं पाहिजेत असें वाटेल. विमानांतील गृहस्थ आपला मुगुट भिंतीशीं आपण टेबलावर टोपी ठेवतों त्याप्रमाणें ठेवूं शकतील व गुरुत्वाकर्षणाच्या अभावी तो पडणार नाहीं. परंतु हें त्या गृहस्थांचें कृत्य पृथ्वीवरून पाहणारे निरीक्षक म्हणणार कीं टोपी व भिंत ही दोन्हीही पृथ्वीवर सारख्याच वेगानें येत आहेत, सबब तो मुकुट आहे तेथेंच आहे. विमानांतील गृहस्थाच्या बिलियर्डच्या कांचेच्या टेबलावरचे चेंडू पृथ्वीवरील निरीक्षकांना एका पातळींत फिरतांना दिसणार नाहींत, तर ते खालीं वक्र-मार्गानें येत आहेत असे दिसतील व हा कसला खेळ असावा, याचें त्यांना नवल वाटेल. उलट पृथ्वीवरून सुटलेले दारूचे बाण विमानांतील गृहस्थाला सरळ मार्गानें धांवत आहेत असें वाटेल. शिवाय आकर्षमापक (Gravitometre) यंत्राकडे पाहून त्या गृहस्थांची खात्री आहे कीं, आपलें विमान कोणाच्याही आकर्षणक्षेत्रापासून दूर आहे. उलट, पृथ्वीवरच्या निरीक्षकाचीही तितकीच खात्री आहे कीं, ते गृहस्थ पृथ्वीच्या आकर्षणक्षेत्रांत सांपडले आहेत. या परस्पर-विरोधी मतांचें कारण अर्थात् हें कीं, जो तो निरीक्षक आपआपल्या जगांतून दुसऱ्याकडे पाहणार व त्या दोघांचीं जगें मात्र परस्पर सापेक्षगतीनें फिरत आहेत. वैमानिकाला आपला मार्ग सरळ दिशेचा व गुरुत्वाकर्षणाच्या क्षेत्राच्या

बाहेर वाटत असून पृथ्वी आपणाकडे येत आहेसें वाटत आहे, तर पृथ्वीवरील निरीक्षकाला त्या वैमानिकाचा मार्ग वक्र आहे व तो पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या क्षेत्रांत सांपडला असून पृथ्वीकडे धांवत आहे असें वाटत आहे. वाचकांनाही एकंदरीत पृथ्वीवरील निरीक्षकाचें म्हणणेंच जास्त पटणार! पण हा केवळ वैमानिक अनुभवाशी परिचय नसल्याचा परिणाम होय. शिवाय, केवळ वास्तव सत्य या दृष्टीनें पाहतां वैमानिकाच्या अनुभवाला जितकी किंमत तितकीच पृथ्वीवरच्या निरीक्षकाच्या अनुभवाला, व दोघांच्याही अनुभवांची किंमत सदोष अनुभवाच्या किंमतीइतकीच. सारांश काय, तर, पृथ्वीवरच्या निरीक्षकाला वाटणारें गुरुत्वाकर्षण हें निर्दोष सत्य नव्हे. तो एक द्रष्ट्याच्या स्थितीमुळें उत्पन्न होणारा भ्रम होय. परंतु या भ्रमालाही कांहीं अर्थ आहे व वैमानिक आणि पृथ्वी हे परस्परांजवळ येत आहेत यांत तर शंका नाहीं. कड्यावरून घसरलेला मनुष्य आपण होऊन दरीच्या तळाशीं जावो, कीं दरीचा तळ त्याला भेटावयाला वर चढून जावो, परिणाम एकच. हें जितकें खरें तितकेंच हेंही खरें कीं, उत्तर-दक्षिण ध्रुवबिंदूवरील दोन कड्यांवरून दोन मनुष्यें त्या त्या कड्याखालच्या दरीच्या तळाशीं पडलेलीं एकाच क्षणीं आढळतील तर पृथ्वी एकाच वेळीं त्या दोघांना भेटण्याकरितां दोन भिन्न भिन्न दिशांना धांवली नाहीं हेंही खरें. आणि, तथापि, ही अन्य एक गोष्ट खरी कीं, ज्या क्षेत्राला स्वस्थानपरत्वें एक द्रष्टा स्थिर व गुरुत्वाकर्षणयुक्त जग म्हणतो (वरील उदाहरणांतील पृथ्वीचें वातावरण) त्यालाच अन्य द्रष्टा क्रमवर्धिष्णु गतीनें फिरणारें पण गुरुत्वाकर्षणहीन असें जग म्हणतो (वरील उदाहरणांतील विमान), आणि अशा स्थितीत स्थिर आणि गुरुत्वाकर्षणहीन आणि चर व गुरुत्वाकर्षणहीन या दोहोंपैकीं त्या जगाचें निश्चित रूप कोणतें हें प्रयोगद्वारां निश्चित करणें अशक्य आहे. सबब, या दोन क्षेत्रांचें स्वरूप एकच होय. मात्र या तत्त्वाला स्थलमर्यादा आहे.

या प्रकारें मर्यादित क्षेत्रांत गुरुत्वाकर्षणहीन पण वर्धमान गतीनें चर आणि गुरुत्वाकर्षणयुक्त पण स्थिर अशा जगाच्या एकरूपत्वाचें आइनस्टाइननें प्रस्थापित केलेलें सममूल्यत्व हें आइनस्टाइनप्रणीत सममूल्यत्वाचें तत्त्व (Einstein's Principle of Equivalence) या नांवानें प्रसिद्ध आहे.

तथापि, या तत्त्वाला जी कांहीं स्थलमर्यादा आहे तींत बराच अर्थ भरलेला आहे. यांत वास्तवद्रव्य हें स्वतःच्या भोंवतालीं गुरुत्वाकर्षणपूर्ण क्षेत्र तयार करूं शकतें हें मान्य आहे. परंतु अगदीं नजीकच्या मर्यादित क्षेत्रांत हा परिणाम इतका प्रत्ययास न येतां केवळ दिक्कालभेदाचे परिणामच या क्षेत्रांत प्रत्ययास येतात व त्यामुळें हें मर्यादित क्षेत्रांतील सममूल्यत्वाचें तत्त्व सापेक्षतेच्या विशिष्ट सिद्धांताच्या नमुन्याचेंच आहे, असें म्हणावयास हरकत नाहीं.

सारांश, न्यूटनप्रणीत गुरुत्वाकर्षणाचें तत्त्व सुमारें २५० वर्षे सर्वमान्य राहूनही त्या न्यूटनप्रणीत गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाचें प्रत्येक अंग सदोष आहे, ही गोष्ट या प्रकरणावरून वाचकाच्या लक्ष्यांत आली असेल. तथापि, ही एक गोष्ट मात्र खरी कीं, न्यूटनच्या नियमानुरूप खगोलशास्त्रांतील गणिताचे पडताळे इतके भरपूर आहेत कीं, न्यूटनचें गुरुत्वाकर्षणाचें तत्त्व साफ चुकीचें आहे असें मात्र म्हणतां येत नाहीं. याचबाबत एक वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, न्यूटनच्या नियमानुसार केलेलें गणित दृक्प्रत्ययाशीं जुळतें असलें तरी अगदीं तंतोतंत जुळतें नाहीं. खगोलशास्त्रज्ञ ल्व्हेरियर याला असें आढळून आलें आहे कीं, बुधाची कक्षा स्वतःच्या पातळींत १०० वर्षांच्या अवधींत न्यूटनच्या गणितापासून ४३ सेकंदें चलन पावते, अगर चुकीची आढळते. अर्थात्च हा दोष कक्षेचा नव्हे, तर गणिताच्या पद्धतीचा किंवा त्यांत गृहीत धरलेल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्ताचा असला पाहिजे. सबब, ही गोष्ट लक्ष्यांत घेऊन आइनस्टाइननें न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाचें आपल्या सापेक्षसिद्धान्त-पद्धतीनें शोधनकार्य हातीं घेतलें. तें कार्य त्यानें कोणत्या पद्धतीनें घडवून आणलें, हें पुढील प्रकरणांत पाहावयाचें आहे.

प्रकरण १७ वें.

व्यापक सापेक्षसिद्धान्ताची पूर्वतयारी.

(आ) युक्लिडीय भूमिति.

मागील एका प्रकरणांत शास्त्रीय सत्यें म्हणजे सामान्यतः विशिष्ट काली यथाशक्य खरीं मानून चालण्याजोगी सत्यें, असें एक जें विधान केलें त्या विधानाची सत्यता कांहीं वेंचक उदाहरणें घेऊन क्रमाक्रमानें या ग्रंथांत सिद्ध करावयाची आहे. त्यांपैकीं पहिलें उदाहरण युक्लिडच्या भूमितीच्या प्रमेयांचें घेणें हें प्रस्तुत ग्रंथांतील प्रतिपाद्य विषयाच्या दृष्टीनें सोयीचें आहे.

युक्लिडच्या भूमितींतील प्रमेयांचें सत्य देखील याप्रमाणें उलट तपासणीस काढल्याचें पाहून वाचकांस अचंबा वाटणें शक्य आहे. विद्यार्थिदशेंत केवढा तो युक्लिडच्या भूमितीचा दरारा! तींतील व्याख्यांचें व सिद्धान्ता-उपसिद्धान्तांचें घोकघोकून कित्येकांनीं पीठ पाडलें असेल! व ज्यांनीं तें पाडलें नसेल त्यांची परीक्षेंत कोण त्रेधा, व निकालाच्या वेळी कोण निराशा झाली असेल! आणि तें सारें त्या भूमितीची आज बदनामी वाचण्यांतच विरणार कीं काय? आणि असें असेल तर ते कष्ट करणारांनी काय साधलें व न करणारांनीं काय गमावलें? पण नाहीं म्हणावें तर परीक्षेंतील यशापयशाचे व्यावहारिक बरेवाईट परिणाम नाहींत असेंही नाहीं. खरी गोष्ट अशी आहे कीं, युक्लिडीय भूमितींतील प्रमेयांवर कितीही आपेक्ष घेऊन त्यांचें असत्यत्व कितीही सिद्ध केलें तरी तो महाकठीण, महात्रासदायक विषय शाळाकॉलेजांतून काढून टाकला जाण्याचा बिलकुल संभव नाहीं. कारण, युक्लिडीय प्रमेयांचें असत्यत्व ज्या क्षेत्रांत प्रत्ययास येतें तें क्षेत्र म्हणजे अगदीं सामान्य मानवी व्यवहाराचें क्षेत्र नव्हे. सबब, लहानपणीं रांगणें, फरफटणें जसें इष्ट, तशी भूमितीची बौद्धिक तालीमही इष्टच आहे. पण हें असो. यानंतर मूळ मुद्याकडे वळूं.

युक्लिडीय भूमितीच्या स्वयंसिद्ध अध्याहाराचा (axioms) ज्यांनीं थोडासा विचार केला असेल त्यांना " ज्याला स्थिति आहे पण महत्त्व नाहीं "

असला बिंदु अगर " जिला लांबी आहे पण जाडी नाहीं " असली रेषा काळ्या खडबडीत फळयावर खडूच्या अर्ध्या-पाव इंच जाडीच्या कांडीनें शेंकडों विद्यार्थ्यांस दिसेल इतकी ढळढळीत काढतांना गुरुजींची अगर युक्लिडची, कोणाची ना कोणाची, कांहीं तरी चूक होत असावी असें वाटल्यावांचून राहिलें नसेल. दोन सरळ रेषा एकमेकींस फक्त एकाच बिंदूंत कापण्याची तऱ्हा तीच. पण, कदाचित् हा दोष पुष्कळ वेळां विद्यार्थ्यांनीं गुरुजींच्या बोजड हाताच्या अगर खडूच्या जाड कांडीच्या माथींच मारला असेल; आणि अशाच कांहीं गोंधळलेल्या मनःस्थितीत पाठ केलेल्या अध्याहारांचें व त्यावर बसविलेल्या सिद्धान्तांचें अध्ययन अनुगामी पद्धतीनें अनेकांनीं केलें असेल.

मात्र, याबाबत वस्तुस्थिति अशी आहे की, युक्लिडीय भूमिति ही अत्यंत तात्त्विक (Theoretical) आहे आणि तिचा सर्व डोल्हारा कांहीं स्वयंसिद्ध म्हणून मान्य केलेल्या अध्याहारांवर आहे. शिवाय, एकदां विशिष्ट अध्याहार मान्य केले म्हणजे त्यांच्या आधारावर रचलेले नाना सिद्धान्त हे, मान्य केलेले अध्याहार जितके खरे तितकेच खरे असणार. कारण, गुळाचा खडा दांताखालीं चावला जाईल तर दांत पडतो हा अध्याहार एकदां मान्य केला की मग मोदकांतील गुळाचा खडा दांताखालीं चावला गेल्यानें एका राजाचा दांत पडला ही त्यावरची रचनाही मान्य करावी लागते. मात्र, दोहोंतील सत्य तितकेंच असतें ही गोष्ट वेगळी. त्यांतही युक्लिडचीं तत्त्वें सामान्य बुद्धिमत्तेला इतकीं पटतात कीं, तीं टाकून द्यावीं तर बुद्धिवाद अगर विचारप्रणालिकाच अशक्य होऊन बसते. उदाहरणार्थ, दोन सरळ रेषा एकमेकींस एकाच बिंदूंत कापतात अगर तीन सरळ रेषा एकमेकींस मिळाल्याशिवाय त्रिकोण बनत नाहीं अगर क्षेत्रमापन होत नाहीं, यांत काय चुकणें शक्य आहे !

तथापिही, युक्लिडच्या एका अध्याहारानें त्याच्या काळींही वादविवादाची बरीच बावटळ उडविली. हा अध्याहार म्हणजे एकाच पातळींतील दोन सरळ रेषा (समांतर रेषा) एकमेकींला कधींही स्पर्श करीत नाहींत हा होय. वास्तविक पाहतां, ज्या कोणाला नुसत्या ' भूगोल ' या शब्दाचा अर्थ ठाऊक असेल त्याला देखील हा स्वयंसिद्ध अध्याहार सदोष वाटल्यावांचून राहणार नाहीं. अर्थात्च ज्या रेषा याप्रमाणें मिळतील त्या समांतरच अगर एका

पातळींतील नव्हतच असें व्यत्यासरूपानें म्हणावयाचें असेल तर अशा अनन्त लांबीच्या रेषा काढणेंच शक्य नाहीं, ही व्यवहार्थ अडचण येते. " एकाच पातळींतील " याचा अर्थ "वादलीतील, वाटलींतील अगर एकाद्या लहानशा नळींतील पातळ पाण्याच्या पृष्टावर" असा केला तर कदाचित् त्यावर काढलेल्या समांतर रेषा एकमेकीस मिळतील कीं काय, या प्रश्नाचें उत्तर देण्यास विचार करावा लागेल. परंतु भूगोलाच्या अर्ध्याहून अधिक भाग व्यापणाऱ्या समुद्राच्या पातळींतील असल्या दोन रेषा एकमेकींस मिळल्याशिवाय राहणारच नाहींत. याला उदाहरण रेखांशाचें देखील पुरें. त्याकरितां या रेषांपेक्षां जास्त –अनन्त मर्यादेपर्यंत–वाढविणें जरूर नाहीं.

शिवाय, ज्याप्रमाणें या समांतर रेषा एकाच टोंकास मिळतील असें नव्हे, तर त्या दोन टोंकांसही मिळतील व त्यामुळें दोन सरळ रेषांनीं क्षेत्रमापन होत नाहीं, हा युक्लिडचा अध्याहारही स्वयंसिद्ध न ठरतां असिद्ध ठरेल.

यानंतर त्रिकोणाच्या तीन कोणांची बेरीज दोन काटकोनांबरोबर असते हें युक्लिडचें प्रमेय घ्या.

सामान्यतः, समान्तर रेषा विशिष्ट मर्यादेबाहेर समान्तर टिकणें शक्य नाहीं; तर त्या मिळणारच; ही गोष्ट लक्ष्यांत भरून जों जों मोठा त्रिकोण काढावा तों तों त्याच्या तीन कोनांची बेरीज दोन काटकोनांपेक्षां अधिक भरते व ही अधिकपणाची मर्यादा सहा काटकोनांपर्यंत जाते; उलट त्या रेषा परस्परांपासून दूर दूर जात राहणार या समजुतीच्या धोरणानें त्रिकोण काढल्यास त्याच्या तीन कोणांची बेरीज दोन काटकोनांपेक्षां कमी भरते आणि हे या दोन पद्धतींतील त्रिकोण जों जों मोठमोठे काढावेत, तों तों त्यांच्या तीन कोनांची बेरीज एका[1] परमावधीच्या टोंकास सहा काटकोनांइतकी व दुसऱ्या टोंकास दोन काटकोनांपेक्षां कमी इतकी भरते.

पण या नमुन्याचे त्रिकोण सपाट कागदावर काढणें शक्य नाहीं. तसेंच, वीतभर कागदावर टीचभर उपकरणांच्या साह्यानें काढलेल्या त्रिकोणांत हा धर्म तितक्याच नाजूक कोनमापकाच्या साह्यानें बिनचूक पटवून न देतां आल्यास

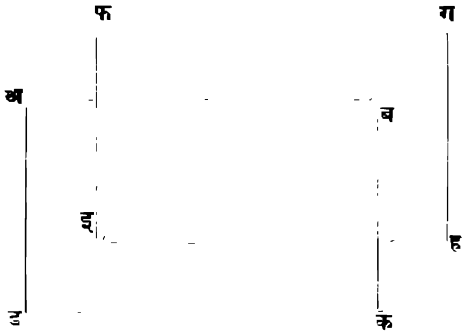
1. Elliptical Geometry.
2. Hyperbolic Geometry.

रेषा सरळ व नाजूक न काढल्याबद्दल गुरुजीकडून कानउघाडणी होईल. पण, हा भाग सोडून द्यावयाचा झाल्यास, व जरा हात ढिला सोडून, त्रिकोणाचा शिरोकोन पृथ्वीच्या उत्तरध्रुव-बिंदूवर, पाया विषुवावर आणि बाजू विषुव-चतुर्थांशाच्या टोंकाशी मिळतील असा थोडासा ऐसपैस त्रिकोण काढल्यास त्याच्या सर्व बाजू समान असतील व प्रत्येक कोन हा काटकोन असेल; म्हणजे त्रिकोणाच्या तीन कोनांची बेरीज तीन काटकोन भरेल. आणि असला त्रिकोण सपाट कागदावर काढणेंच शक्य नाही. तसेंच, विस्तृत आकाराचा काटकोनही भूपृष्ठावर काढणें शक्य नाही. ४०० मैल लांबीरुंदीचा असा काटकोन चौकोन जर विषुववृत्तावर उत्तरेस उभारावयाचा तर जों जों उत्तर-ध्रुवाकडे एक रेषा जाईल तों तों तेथून ४०० मैलांचे पूर्वेचें अगर पश्चिमेचें अन्तर हें तेथें विषुवावरील त्याच अन्तरापेक्षां जास्त अक्षांश व्यापील. ही वस्तुस्थिति साध्या अक्षांशरेखांशयुक्त नकाशावरूनही लक्षांत येईल.

अन्यपक्षीं, पूर्वपश्चिमगोलार्धांचे जे नकाशे सपाट कागदावर काढलेले असतात ते सर्वथैव सदोष असतात. गोलार्ध म्हणजे वर्तुळ नव्हे ही गोष्ट सहज पटण्यास एक रबरी चेंडू घेऊन तो बरोबर निम्मानिम्म कापून त्याचा निम्मा भाग कागदावर चेपण्याचा प्रयत्न करून पहावा आणि त्या गोलार्धावर एकादें चित्र काढलें असल्यास त्याची काय अवस्था होते ती तें चित्र तो अर्धा चेंडू कागदावर दाबल्यानंतर सहज एकदां पाहिल्यास लक्ष्यांत येईल.

यानंतर त्रिकोणाच्या तीन कोनांच्या बेरजेकडे पुन्हां थोडें वळणें जरूर आहे. या तीन कोनांच्या बेरजेची जों जों वर दिल्याप्रमाणें स्थिति होऊं लागते तों तों तीच स्थिति त्याच आधारावर रचलेल्या पायथ्यागोरस (550 B. C.) चा सिद्धान्त या नांवानें प्रसिद्ध असलेल्या युक्लिडच्या पहिल्या पुस्तकाच्या ४७ व्या सिद्धान्ताची होते. या सिद्धान्तानुरूप काटकोन त्रिकोणाच्या कर्णावरील चौरसाचें क्षेत्र त्याच्या भुजांवरील चौरसाच्या क्षेत्रांच्या बेरजेबरोबर असतें. पण त्रिकोण जों जों मोठा होत जातो तों तों ही कर्णरेषा सरळपणा सोडून देऊन वक्र होऊं लागते व तिचें भुजांशीं प्रथम असलेलें प्रमाण कमी होत जाऊन तिच्यावरील चौरस भुजांवरील चौरसाच्या बेरजेपेक्षां एकसारखा कमी होऊं लागतो.

शिवाय, पायथ्यागोरसचा हा सिद्धान्त केवळ द्विपरिमित क्षेत्राकृतीलाच लागू करतात असें नाहीं, तर तो त्रिपरिमित घनाकृतीलाही लागू करतात. उदाहरणार्थ, सोबतच्या 'अबकडइफगह' या काटकोण चौरसांतील खालची वरची बाजू जोडणाऱ्या इब या कर्णरेषेवरील चौरस हा अब, अड व डइ या तीन बाजूंवरील चौरसाबरोबर असतो असेंही मानलें जातें. परंतु, अर्थातच, पूर्वीच्या सिद्धान्ताप्रमाणें हाही सिद्धान्त विस्तृत प्रमाणावर लागू पडत नाहीं व इब वरील चौरस हा इतर तीन बाजूंवरील चौरसापेक्षां कमी भरतो.



आकृति नं. १५

सारांश, केवळ पारखेळ सोडून देऊन युक्लिडच्या भूमितीचा उपयोग प्रत्यक्ष भूमापनाबाबत करूं जातांच युक्लिडचे अनेक सिद्धान्त लटके पडतात; बिंदूला स्थितीच्या जोडीस महत्त्व येऊन बसतें. भूपृष्ठावर एक सरळ रेषा पुरेशी लांब वाढवीत गेल्यास ती वक्र होते व त्याहीपेक्षां ती फार वाढविल्यास ती पृथ्वी-प्रदक्षिणा पुरी करते व वर्तुळ बनून क्षेत्रव्यापन करूं शकते. दोन सरळ समान्तर रेषा अमर्याद वाढविल्यासही त्या ध्रुवबिंदूशीं मिळून क्षेत्रव्यापन करूं शकतात. तीन रेषांची प्रचंड आकृति केवळ क्षेत्रव्यापनच करून न राहतां स्थलव्यापनही करते. आणि याच पद्धतीनें विचार करूं जातां सहा पृष्ठांची आणि तीन बाजूंची आकृति घनमापनाखेरीज आणखी अन्य कशाचें मापन करूं शकत नसेल कशावरून ?

या एकंदर प्रकरणाचा निष्कर्ष हा कीं:—

१ युक्लिडची भूमिति केवळ सिद्धान्तिक व काल्पनिक आहे. जेथें कसलेही मानवी व्यवहार होणें शक्य नाहीं असल्या केवळ अन्तरिक्षांतच ती सत्य आहे. किंवा ती फार तर लहानसहान सामान्य व्यवहारांत वापरण्याच्या उपयोगी आहे.

२ अभ्यासक्रमांत तिचा उपयोग बौद्धिक कसरतीप्रमाणें होतो. परंतु,

३ प्रत्यक्ष भूमापनांत व त्याहीपेक्षां या प्रचंड विश्वाच्या व्यवहारांत तिचा तसा कांहीं उपयोग नाहीं.

निदान सांप्रत आतां जगावरील शास्त्रज्ञांचें मत युक्लिडच्या भूमितीपेक्षा अन्य प्रकारची भूमितिच यथार्थ असली पाहिजे असें मानण्याकडे वळलें आहे. शिवाय ही भूमिति कोणत्या एकाच नमुन्याची सांप्रत सर्वमान्य झाली आहे असें नाहीं. अतिपरवलय भूमिति (Hyperbolic Geometry), लंब-वर्तुळभूमिति (Elliptical Geometry), आइनस्टाइनची दिक्कालैकक्षेत्र-भूमिति (Unit Field-Geometry) वगैरे नाना प्रकारच्या भूमित्या सांप्रत विचाराकरितां विद्वानांच्या पुढें असून त्यांपैकीं प्रत्येकीत कांहींना कांहीं विचारार्ह असा भाग आहे.

प्रकरण १८ वें.

सापेक्षतेचा व्यापक अगर सामान्य सिद्धांत.

General Theory of Relativity

प्रस्तुत प्रकरणाची सुरुवात करतांना या सिद्धान्ताला ' सापेक्षतेचा व्यापक सिद्धान्त ' असें कां म्हटलें जातें हें स्पष्ट करणें सोईचें होईल. या कारणमीमांसेतील मुद्याच्या धोरणानेंच या सिद्धान्ताचें स्वरूपाविष्करण करणें सोपें आहे.

सापेक्षदर्शनांतील विचारसरणी उमगण्यास कठीण आहे. ही गोष्ट वाचकांच्या चांगलीच प्रत्ययास आलेली आहे. या कठीणपणाचें कारण विचारसरणीचें नाविन्य हें जसें संभवतें तसेंच विचाराचा दर्जा संमिश्र, उच्च प्रकारचा असणें

हेंही संभवतें. विश्वघटनेचें यथार्थ ज्ञान ही खरोखरच अत्यंत खोलांतील व अत्यंत गूढ व गुंतागुंतीची बाब होय. कारण, विश्वाचें स्वरूपच तसें आहे. मनुष्याच्या वाढत्या ज्ञानानुसार या गुंतागुंतीचें स्वरूप वाढतच चाललें आहे. संध्याकाळीं पश्चिमेस मावळणारा सूर्य पुन्हां सकाळी पूर्वेस कसा दिसत असावा? या एका चौकस लहान मुलाच्या प्रश्नास त्याच्यापेक्षां किंचित् वडील अशा भावानें उत्तर दिलें की, तो रात्रौ त्याच दिशेनें परत जाऊन पुन्हां सकाळीं पूर्ववत् पूर्वेस असतो व केवळ रात्रीं अंधार असतो म्हणून हें त्याचें उलट दिशेनें धांवणें आपल्यास दिसत नाहीं. अर्थात्, या उत्तरानें त्या धाकट्या भावाचें समाधानही झालें. या असल्या उत्तराची कोणतीही श्रेणी अगर प्रकार न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त नव्हे, हें तो सिद्धान्त सरळपणें मांडून दाखविण्यांत अनेकांची जी त्रेधा उडते तीवरून दिसून येईल. आणि तथापिही न्यूटनची गुरुत्वाकर्षणाच्या दृक्प्रत्ययसिद्ध सिद्धान्ताची मांडणी आइनस्टाइनला सदोष वाटली. याचें कारण, अर्थात् विश्वघटनेचें दृश्य न्यूटनला जें दिसलें त्यापेक्षां तें आइनस्टाइनला फार संमिश्र, व्यापक पण तथापि फार यथार्थ दिसलें हें होय. आणि या संमिश्रतेची व व्यापकपणाची या सामान्य अगर व्यापक सिद्धान्तामध्यें परमावधि असल्यामुळेंच याला सामान्य अगर व्यापक सिद्धान्त हें यथार्थ नांव देण्यांत आलें आहे.

सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धांतांत कोणकोणत्या व्यापक कल्पनांचा समावेश होतो हें यानंतर नमूद करावयाचें तर असें म्हणतां येईल:—

१. या सिद्धान्तांत दिक्कालाऐवजी त्याच्यांतील अवकाशाच्या कल्पनेचें जें विवेचन मागील प्रकरण ११ मध्यें केलें त्याचा उपयोग आइनस्टाइननें केला आहे.

२. कार्टेसीय सधारकांची योजना अपूर्ण वाटल्यामुळें तिच्याऐवजी जास्त गुंतागुंतीची अशी गासीय (Gaussian from Gauss, the originator of it) संधारकांची पद्धति योजिलेली आहे.

३. युक्लिडची सरळ रेषेची कल्पना, सपाट स्थलाची कल्पना व तदनुसार युक्लिडीय सपाट भूमितीची कल्पना अपूर्ण वाटून तिच्याऐवजीं प्रत्येकी भूदेशीय (Geodesic) रेषांची, गोलाकार स्थलाची (Spherical Space)

व युक्लिडान्य (Non-Euclidean) भूमितीची कल्पना या सिद्धान्तांत योजिली आहे.

४. न्यूटनची दूराकर्षणाची कल्पना त्याज्य ठरवून तिच्याऐवजीं स्थानिक परिणामांची योजना या सिद्धांतांत मान्य केली आहे.

अर्थातच यांतील बहुतेक कल्पना वाचकांना नव्या वाटणें शक्य असल्यामुळें त्यांचें विवेचन करणेंच आतां क्रमप्राप्त आहे.

(१) अवकाशाची प्रकरण ११ मध्यें दिलेली कल्पना वाचक विसरले नसतील. तथापि स्मृतिशोधन या दृष्टीनें असें म्हणतां येईल कीं, स्थलरूप अवकाश हें दोन संवर्तांमधील अन्तराचें मापन होय. शिवाय हा अवकाश काल्पनिक (Imaginary) असेल अगर सत्य असेल व सत्य असेल तर स्थलरूप असेल अगर कालरूप असेल. स्थलरूप अवकाश हा दोन संवर्तांमधील कालांत प्रकाशकिरणाच्या वेगानें गांठतां येण्यापेक्षां त्या दोन संवर्तांमधील स्थल जास्त असेल तेथें मोजावयाचा असतो व कालरूप अवकाश हा दोन संवर्तांतील स्थल त्या संवर्तांमधील कालांत प्रकाशकिरणांना गांठतां येण्यासारखें असेल तेथें म्हणजे एकाच ठिकाणीं अगर फार तर अगदीं शेजारच्या शेजारच्या स्थलीं मोजतां येतो.

(२) यानंतरचा मुद्दा संधारकाचा. गालिलीय व कार्टेसीय या दोन प्रकारचे संधारक यापूर्वीच प्रकरण १२ मध्यें नमूद केल्याचें वाचकांना आठवत असेल. गालिलीय संधारक हे न्यूटननें मानलेल्या शुद्ध स्थलांतील होत. त्यांची लांबी, रुंदी व उंची इत्यादिकांचा विस्तार निरीक्षकाच्या जरूरीप्रमाणें विश्वाइतका प्रचंड असला तरी त्यांचा आरंभबिंदु व संधारकांच्या दिशा या जणूं काय स्थिर आहेत. कार्टेसीय संधारक हे जणूं काय ज्याचे त्याच्या खिशांत वगवेगळे असतात. त्यांचा विस्तारही गालिलीय संधारकांप्रमाणें प्रचंड असणें संभवतें, परंतु त्यांचा आरंभबिंदु अगर संधारकाची दिशा हे सर्व वापरणाऱ्याच्या जरूरीप्रमाणें बदलणारे असतात.

मात्र या दोन्ही संधारकांचा समान विशेष हा कीं, या संधारकांना लांबी, रुंदी व जाडी या स्थलमापनाचा निर्देश करणाऱ्या फक्त तीन पातळ्या असून या उभ्या आडव्या वगैरे पातळ्यांची जाडी, लांबी, रुंदी हीं तिन्हीं मापें प्रत्येक

मापनांत वेगवेगळी असली तरी, म्हणजे रामाचे संधारक फूट अन्तराचे व गोविंदाचे इंच अन्तराचे असले तरी, प्रत्येकाचा प्रत्येक लांबी, रुंदी व जाडी या मापांच्या वेळचा या तिन्ही दिशांचा संधारक अगदीं एक मापाचा फूट तर फूट, इंच तर इंच असा असतो व हे तिन्ही संधारक एकमेकांशी काटकोनांत असतात.

अर्थातच, या योजनेचा आधार युक्लिडीय भूमिति हाय व युक्लिडीय भूमितीप्रमाणेंही या संधारकाची योजना सकृद्दर्शनी शिस्तशीर वाटली तरी त्या योगानें फार तर रचकाचें शिस्तप्रेम व्यक्त होऊं शकतें. पण, तेवढ्यानेंच विश्वाचें ज्ञान होण्यास तितकीशी मदत हात नाहीं. केवळ वाचनालयांत ठेवावयाच्या पुस्तकांची जाडी मजकुराच्या प्रमाणांत कमीजास्त ठेवून निदान लांबीरुंदी तरी एकसारखी ठराविक असू द्यावी असा वाचनालयाच्या व्यवस्थापकाच्या सोयीच्या दृष्टीनें हट्ट धरल्यास ज्याच्यामुळें वाचनालयें अस्तित्वांत येतात त्या लेखक-वाचकांची किती गैरसोय होईल हें ज्याच्या लक्षांत आले असेल त्याला देखील या समप्रमाण संधारकांच्या योजनेंत अशी काही गैरसोय असेल ही गोष्ट लक्षांत येणें शक्य नाहीं. परंतु सुदैवानें अगर दुर्दैवानें विश्वघटना इतकी सुताची नाहीं की ती असल्या शिस्तशीर मापनाच्या साच्यांत बसावी. हे संधारक अगदीं कितीही लहानलहान घेतले तरी त्याच्या योगानें सौंदर्यातील मोहक वळणें वरवर पाहणाऱ्याशिवाय इतरांना दर्शविणें शक्य नाहीं.

ही वस्तुस्थिति लक्षांत घेऊन गॉस (Gauss) नांवाच्या शास्त्रज्ञानें संधारकाची तिसरीच एक पद्धति अस्तित्वांत आणली आहे व ती गॉसीय संधारक (Gaussian Co-ordinates) या नांवानें प्रसिद्ध आहे.

(अ) या पद्धतीचा विशेष हा की, तीतील एकाच पातळींतील संधारक फार तर परस्परांस छेदीत नाहींत.

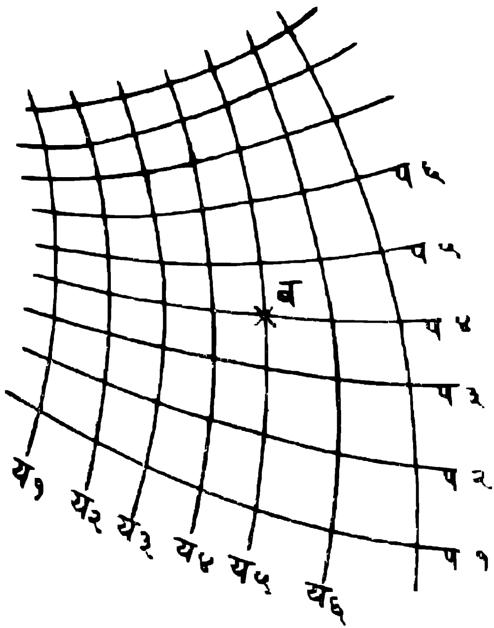
(आ) पण एरवीं ते वाटेल तितके वेडेवाकडे असू शकतात. जणूं काय ते आखतांना वापरलेली फूटपट्टी लाकडापोलादाची घट्ट नसून वाटेल तसा ताणल्या आंखडल्या जाणाऱ्या चिवट रबराची आहे.

(इ) ते परस्परांशीं काटकोनच करतात असें नव्हे, तर त्यापेक्षां लहानमोठा कोणताही कोन करतात.

(ई) ते केवळ लांबी, रुंदी व जाडी या तीनच पातळींत बसविले असतात असें नव्हे, ते त्यापेक्षां जास्त पातळींतही बसवितां येतात; व सापेक्षतेच्या विशिष्ट सिद्धान्तांत दर्शविल्याप्रमाणें दिक्कालाच्या चतुर्घात मापांची योजना या योजनेंतील संधारकांच्या साह्यानें फार चांगली करतां येते.

(उ) मात्र, यांचा सर्वांत विशेष हा कीं, यांत बसविलेल्या संघाताच्या स्थलावकाशाचें अगर कालावकाशाचें मापन करण्याची गासनें शोधून काढलेली गणितात्मक पद्धति परमावधीची बिनचूक आहे.

(ऊ) आणि शिवाय कार्टेसीय संधारकांप्रमाणें हे गासचे संधारक ज्याचे त्याला आपआपल्या सोयीप्रमाणें वाटेल त्या आरंभस्थानापासून वाटेल त्या दिशांनी योजून वापरतां येतात.



आकृति नं. १६

या संधारकांचें एक नमुन्याचें म्हणून लहानसें चित्र सोबत दिलें आहे. यांतील एक दिशांनीं असलेल्या संधारकांना 'प' वक्र व अन्य दिशांनीं जाणाऱ्या संधारकांना 'य' वक्र अशीं नांवें आहेत. या प्रकारच्या वक्रांच्या साह्यानें एकाद्या ब बिंदूचें स्थान दर्शवावयाचें असल्यास तें य ५ प ४ असें दर्शवितां येतें. शिवाय, ह्या संधारकांच्या पद्धतींत य १ ते य ६ पर्यंतचें अन्तर जर मोजावयाचें असेल तर तें या रेषेच्या वक्रपणामुळें एकदम एका टोंकांपासून दुसऱ्या टोंकांपर्यंत मोजणें शक्य नसतें, तर प्रथम य १ ते य २, नंतर य २ ते य ३, नंतर य ३ ते य ४, अशीं प्रत्येक खंडाचीं मापें करून मग सर्व खंडांचीं मापें एकत्र केल्यानेंच य १ ते य ६ पर्यंतचें अन्तर मिळतें, एरवीं मिळत नाहीं, ही गोष्ट नीट लक्ष्यांत ठेवण्यासारखी आहे.

अर्थात्, कार्टेसीय संधारकांच्या तुलनेंत हे अगदीं आडमाप वाटणारे संधारक हे विचाराची उच्च भूमिका कशी असूं शकावी हा प्रश्न वाचकांच्या मनांत आल्यावांचून राहणार नाहीं. पण त्यांचें उत्तर एवढेंच; हा एक प्रकारचा 'यथा यक्ष तसा बळी' अगर 'शठं शाठ्येन योजयेत' या न्यायाचा, पण चांगल्या अर्थानें अवलंब होय. जेथें वास्तविक विश्वघटना अशीच कांहीं आडमापी आहे तेथें तिचें ज्ञान करून घेऊं इच्छिणारानें त्या घटनेला जुळतें येईल असें माप न लावतां प्रथम सुरुवातच गैरसमजुतीपासून करून, कसलें तरी वेगळेंच माप लागूं करूं पाहण्यानें हेतुसिद्धि कशी व्हावी ? आणि एरवीं मग त्यांत स्वारस्य तें काय ?

आतां विश्वघटनाच अशी कांहीं विचित्र आहे, हा जो या ठिकाणीं ध्वनि निघतो त्याचें स्वरूप व समर्थन काय हें स्पष्ट करणें यानंतर ओघानेंच येतें. हा खरोखर युक्लिडीय भूमितीच्या सदोषतेचा मुद्दा होय व याचें बरेंचसें विवेचन पूर्वीच्या प्रकरणांत केलेंच आहे. तथापि, त्याच भागांतील विवरणाबाबत वाचकांचें स्मृतिशोधन व त्याचा कांहीं परिपोष येथें करणें जरूर आहे. सबब तिकडे वळूं. युक्लिडीय भूमितीचा एक मोठा दोष हा की, तींत कृत्रिम-पणा फार आहे. आणि विश्वाची विविध मनोरमता त्या भूमितीच्या साच्यांत बसणें शक्य नाहीं. सरळ रेषाकृतींचा मर्यादित क्षेत्रांतला विचार युक्लिडमध्यें जेथवर आहे तोंपर्यंत युक्लिड बरा वाटतो. पण सरळ रेषांची कल्पनाही फारच ऱ्हस्व

दृष्टीची होय यांत शंका नाहीं. याचें प्रत्यंतर या सरळ रेषांच्या अमर्याद वर्धनानें बनणाऱ्या वक्ररेषात्मक आकृतींचें विवेचन युक्लिड करूं लागला कीं येतें. वर्तुळाचा परीघ मापण्याची वेळ येतांच युक्लिड त्याचे लहान लहान तुकडे पाडून आणि ते प्रत्येकीं दोन सरळ रेषांच्या पट्टींत दाबून धरून त्यांच्या साह्यानें मापूं पाहतो; व उत्तर $2\pi r$ असें काढून मोकळा होतो. परंतु, या उत्तरांत मापन कितीही दशांश स्थलापर्यंत केलें तरी निःशेष येत नाहीं, व कांहीं भाग उपेक्षणीय म्हणून अखेर टाकून द्यावा लागतोच. अर्थात् पृथ्वीवरच्या भातुकलीच्या खेळासारख्या लहानशा व्यवहारांत या शेषाचें महत्त्व युक्लिडला वाटलें नसेल, परंतु तसें म्हणून भागणार नाहीं. कारण समुद्रानें बहुतेक व्यापून शेष राहिलेल्या पृथ्वीवरच सर्व विश्वाला गवसणी घालूं पाहणाऱ्या मनुष्यप्राण्याची उत्पत्ति झाली व युक्लिडच्या या लहानसहान उपेक्षणीय वाटणाऱ्या भागांचा फायदा घेऊन आइनस्टाइन अगदीं नवीन प्रकारची विश्वरचना सिद्ध करून दाखवूं शकला. शिवाय, वर्तुळाच्या वक्राला कांहींतरी नियमितपणा असेल; परंतु युक्लिडची भूमिति शिकविण्याकरितां कागद, फळे वगैरे एका तळीच्या साधनांची कृत्रिम योजना करण्याचा उपद्याप न करतां प्रचंड भूपृष्ठावर युक्लिडच्या आकृति काढून दाखविण्याचा प्रसंग आला असता तर युक्लिडच्या भूमितीचा अपुरेपणा अगदीं ठळकपणें प्रत्ययास आला असता. कारण सरळ रेषा कागदावर काढणें शक्य असेल, परंतु भूपृष्ठावर काढणें शक्य नाहीं. शंकू साखळी घेऊन ज्यांनीं भूपृष्ठाचे मापन केलें आहे व तें कागदावर नकाशाच्या रूपांत उतरविण्याचा प्रयत्न केला आहे त्यांना भूमितीचा वस्तुस्थितीशीं मेळ घालण्याकरितां तसलेंच सदोष मापनाचीं हत्यारें हातीं न येतील तर "मेळ जेमतेम बसतो आहेना! तर मग ठीक आहे" हेंही समाधान मानून घ्यावयास मिळणार नाहीं. परंतु युक्लिडनें जें काय करण्याचा चंग बांधला होता तें तर भूमिति अगर भूमापन!

ही वस्तुस्थिति लक्षांत घेऊन आइनस्टाइननें सरळ रेषांनीं मापण्याची कल्पना साफ बाजूस ठेवून तीऐवजीं भूपृष्ठ जसें असेल तसेंच मापून त्या मापनाचें नंतर गॉसच्या संधारकाच्या पद्धतीनें शोधन करून घेण्याची व

नंतर त्यांचें स्थलरूप शुद्ध न मानतां कालाशी मिश्रण करून दिक्कालरूप निश्चित करण्याची पद्धति अमलांत आणली आहे. दोन स्थलांतील या प्रकारें कमींतकमी अन्तराला भूदेशीयान्तर अगर भूदेशीय (Geodesic) असें मूळच्या संज्ञेशीं अर्थदृष्ट्या व ध्वनिदृष्ट्या कांहींसें जमणारें नांव देतां येईल. या भूदेशीयाची व्याख्या करावयाची म्हणजे भूपृष्ठ न सोडतां एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदूपर्यंत जाण्याचा जो मार्ग तो भूदेशीयान्तर होय. पृथ्वीवरील भूदेशीय रेषा ह्या प्रचंड आकाराच्या वर्तुळाच्या रूपाच्या असतात. शिवाय दोन बिंदूंनीं या भूदेशीयाचे दोन असमान भाग पडणें संभवतें. पुण्याहून मुंबईस कांहींसें पश्चिमोत्तर दिशेनें जसें जाणें शक्य आहे तसेंच त्याच्या अगदीं विरुद्ध दिशेनें म्हणजे दक्षिण-पूर्व दिशेनें निघून पृथ्वीप्रदक्षिणा पुरी करूनही मुंबईस येणें शक्य आहे.

शिवाय मुंबईपुण्याचा हा प्रवास दौंड-मनमाड रेल्वेमार्गे किंवा कोल्हापूर-रत्नागिरीमार्गें वगैरे अनेक मार्गांनीं करतां येणें अशक्य नाहीं. तथापि, या सर्व मार्गांपैकीं एक मार्ग असा असणें संभवतें कीं, तो सर्वांत कमी अन्तराचा असतो व यालाच 'भूदेशीय मार्ग' म्हणतात; आणि सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धांतांत कोणत्याही दोन बिंदूंतील अंतर म्हणजे हें भूदेशीय अंतर होय.

मात्र, या भूदेशीय अंतराचा एक विशेष अत्यंत महत्त्वाचा आहे व तो म्हणजे हे दोन बिंदु स्थलदृष्ट्या परस्परांशी शक्य तितक्या जवळ असले तरी या दोन बिंदूशीं असलेल्या दोन संवर्तांमधील अवकाश जास्तींत जास्त असतो. एकादी व्यक्ति, एकादा गोल या मार्गाच्या एका बिंदूपासून दुसऱ्या बिंदूपर्यंत ज्या दिक्कालमार्गें जातो, तो दिक्कालावकाश जास्तींत जास्त असतो. अर्थातच, हें वाचकांना एक विरोधाभासाचें कोडेंच वाटण्याचा संभव आहे. सबब, याचा थोडा उलगडा करणें जरूर आहे. हा उलगडा असा:—

सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धान्तांत केवळ दोन समीपवर्ती संवर्तांमधील अवकाश हाच काय तो निश्चितरूप असतो व या संवर्तांच्या दरम्यान नाना स्थलमार्ग असले तरी तो त्या सर्वांना सारखाच लागू असतो. कारण, सापेक्षतेचा व्यापक सिद्धान्त ज्या क्षेत्रांत लागू होतो त्याची घटनाच अशी असते की, त्याचें मापन फक्त गॉसीय संधारक पद्धतीनें शक्य होतें व आधींच स्पष्ट

केल्याप्रमाणें या पद्धतीत दोन निकटवर्तींच संधारकांमधील अन्तर मोजीत जावें लागतें. परस्परांपासून दूर असलेल्या संवर्तांमधील अन्तर मोजावयाचें असेल तर तें मोजतां येतें, पण तें मोजण्याची पद्धति म्हणजे एका संधारकापासून दुसऱ्याचें, दुसऱ्यापासून तिसऱ्याचें अशीं त्या दोन संवर्तांदरम्यानच्या सर्व संधारकांचीं अन्तरें मोजीत जाऊन मग त्यांची अखेर बेरीज करावी, तेव्हां हें अन्तर हातीं येतें.

शिवाय, गुरुत्वाकर्षणांत उद्दिष्ट असलेल्या वस्तूंच्या प्रवासमार्गांतील संवर्तांच्या दरम्यानचा हा अवकाश कालरूपच असणें संभवतें. कारण, कोणत्याही वस्तूला प्रकाशकिरणाच्या वेगानें प्रवास करतां येणें शक्य नाही म्हणजे थोडक्यांत पूर्वी पान ९२ वर स्पष्ट केल्याप्रमाणें हा अवकाश प्रवास करणाऱ्या वस्तूवरच्या घड्याळामध्यें जो दर्शविला जाईल तोच असतो. शिवाय, प्रवास जों जों हलक्या अगर मंद वेगानें होईल तों तों प्रवासमार्गावरील दोन संवर्तांमधील वास्तवकाल (Proper time) जास्त भरेल. मात्र या विधानाचा अर्थ नीट समजाऊन घेण्यासारखा आहे. हें केवळ " काळ, काम आणि वेग " या सामान्य गणितात्मक प्रकरणांतील काम आणि वेग यांच्या व्यस्त प्रमाणाचें साधें विधान नव्हे. सबब, तें स्पष्ट करण्याकरितां असें म्हणावयाचें की, पुण्याहून दुपारचे ४॥ वाजतां निघून मुंबईस ८ वाजतां पोहोंचून देखील हा प्रवास जों जों मंद गतीनें करावा तों तों त्याला कालरूप अवकाश जास्त लागतो व जों जों भरधांव वेगानें करावा तों तों त्याला कालरूप अवकाश कमी लागतो. वर दिलेल्या एक्सप्रेस गाडीच्या स्टेशनाच्या घड्याळाच्या हिशेबी ३॥ तास लागतील हें सरळ झालें. पण, प्रकाशकिरणाच्या वेगानें साडेतीन तासांत शक्य तें अन्तर–समजा पुण्याहून गुरुग्रहावरचें, नंतर तेथून वरुणावरचें, व नंतर तेथून पृथ्वीवरच्या मुंबईचें तेवढ्याच वेळांत कापणें शक्य असलें तर–आणि पुण्याहून मुंबईस जाण्याचा एकच रेल्वेचा अगर दुसरा फार तर बैलगाडीचा असे दोनच मार्ग नाहींत, तर वर दिलेल्या द्राविडी प्राणायामाच्या नमुन्याचे अनेक मार्ग संभवतात–हा सर्व प्रवास प्रकाशकिरणाच्या वेगानें म्हणजे शून्य वास्तव-वेळांत झाला असें म्हणतां येईल. अर्थातच, हें कारण या प्रवासांतील दोन्ही टोंकांच्या ठिकाणीं द्रष्टा स्वतः हजर असतो आणि जोंपर्यंत हें

सर्व अन्तर १८६००० मैलांच्या आंत आहे तोंपर्यंत प्रकाशकिरणांना त्याकरितां लागणारा वेळ एक सेकंदभरही नाहीं हें उघड आहे.

याप्रमाणें प्रकाशकिरणाच्या मार्गातील दोन संवर्तांचें अन्तर शून्य असतें, ही गोष्ट या ठिकाणीं विशेष महत्त्वाची म्हणून लक्ष्यांत ठेवण्यासारखी आहे.

यानंतरची दुसरी बाब म्हणजे गासीय संधारकपद्धतींतील प्रवास हा संधारकाच्या एका छेदनबिंदूपासून दुसऱ्या छेदनबिंदूपर्यंत, दुसऱ्यापासून तिसऱ्यापर्यंत, अशा टप्प्याटप्प्यानें व्हावयाचा असतो.

आणि या प्रत्येक टप्प्यांतील प्रवासाचा काळ जर शून्य असेल तर या मार्गावरील सर्व प्रवासखंडाचा कालही अनेक शून्यांची फार तर बेरीज, पण मिळून शून्यच असणार ही गोष्ट याहीपेक्षां फार महत्त्वाची आहे.

मात्र, हा गतीच्या एका परमावधीचा प्रकार झाला. याची दुसरी परमावधि अत्यंत मंद वेगानें जाणें ही होय. आणि या दृष्टीनें पाहतां विश्वांत फिरणाऱ्या सर्व वस्तु या वैश्व-आलस्यदोषानें इतक्या पीडित आहेत कीं, त्यांना धडपड शक्य तितकी कमी हवी व स्थलान्तर शक्य तितकें जास्त जरूर पडलें तरी त्याकरतां कालरूप अवकाश शक्य तितका जास्त हवा.

सरतेशेवटची पायरी म्हणजे विश्वामध्यें आळस्य गतीनें फिरणारे गोल अगर वस्तू हे त्यांच्या अंगच्या आलस्यधर्मामुळें अगदीं शान्त व थंड्या वृत्तीचे असतात. त्यांना धडपड कसली ती ठाऊक नाहीं व घरीं जाऊन पोहोंचण्याच्या आतुरतेनें ते कोणताही प्रवास उरकीत नाहींत; तर फक्त प्राप्तकाल-कर्तव्य अगदीं अगतिक रीत्या करीत असतात. भगीरथानें स्वर्गीय गंगेचा प्रवाह कैलासाच्या घसावर आणून सोडल्यानंतर तेथून खालीं उडी घेण्या-शिवाय त्या प्रवाहाला गत्यंतरच नव्हतें. परंतु एकदां ब्रह्मारण्याचा खोलगट प्रदेश लागल्यानंतर तो भरीपर्यंत पुढें जाण्याची भगीरथाला जी आतुरता होती ती गंगेच्या ठिकाणीं संभवत नाहीं हें रेंगाळणें इतकें परमावधीचें असतें कीं त्या विशिष्ट मार्गापेक्षां अन्य एखादा मार्ग स्वीकारला असता तरी देखील वाढत्या गतीच्या कारणामुळें घड्याळ मंदावून एकंदर कालरूप अवकाश कमी लागला असता. एवंच, केवळ या वेळ मारून नेण्यापुरती हालचाल करण्याच्या धोरणाचा व संवर्तांमधील अवकाशमापनाच्या पद्धतीचा परिणाम म्हणजे

विशिष्ट दोन संवर्तांमधील वास्तवकाल, कालावकाश किंवा अवकाश सर्वात जास्त असतो.

हीच गोष्ट गणिताच्या भाषेत मांडून दाखवावयाची म्हणजे स्वैरपणें संचार करणारे गोल ज्या भूदेशीय मार्गे फिरतात त्या त्यांच्या मार्गांमधील दोन संवर्तांमधील कालावकाश जास्तींत जास्त असतो. हा या भूदेशीयाचा विशेष लक्ष्यांत ठेवण्यासारखा आहे.

अर्थात्, हा येथवरचा सर्व विस्तार युक्लिडीय सरळ रेषा अपूर्ण सत्यदर्शक असल्यामुळें त्याच्याऐवजी जास्त यथातथ्य वाटणाऱ्या वक्ररेषा वापरण्याच्या जरूरीच्या अनुषंगानें दृष्टोत्पत्तीस येणाऱ्या व गुरुत्वाकर्षणाशीं व सापेक्षतेच्या सामान्य सिद्धान्ताशीं संबंध असलेल्या एका मुद्याबद्दल झाला.

मात्र, युक्लिडीय भूमितीचा विचार एवढ्यानेंच पुरा होत नाहीं. तो प्रस्तुत विषयाच्या दृष्टीनें अद्याप जरा पुढें नेणें जरूर आहे. युक्लिडीय भूमिति ही बोलून-चालून सपाट पृष्ठावरची अगर क्षेत्रावरची क्षेत्रभूमिति होय, पण सरळ रेषे-प्रमाणेंच सपाट क्षेत्र हीं केवळ कल्परूप व त्यामुळें विस्तृत निसर्गाच्या घटनेशीं न जुळणारी भावना आहे. युक्लिडच्या कल्पनेप्रमाणें विश्वरचना ही कांहींशी पत्त्यांच्या डावासारखी; पण कोणत्याही बाजूनें पान उपसूं गेलें असतां सर्व पानांचे तेवढ्या पातळींतील अंश विचित्र छपाईच्या पानाच्या रूपानें हातांत येतील अशी वाटते. वास्तविक पाहतां, त्रिपरिमित निसर्गांत देखील इतका साधेपणा कोठेंच नाहीं व चतुःपरिमित विश्वाच्या संयुक्तपणाची गोष्ट त्याहीपेक्षां फार दूरची आहे. सबब, युक्लिडची क्षेत्रभूमिति कृतकार्य मानून, बाजूस ठेवून, तीऐवजीं अन्य अनेक प्रकारच्या भूमिती अस्तित्वांत आणण्याचे नवीन नवीन प्रयत्न आधुनिक गणितज्ञांनीं केलेले आहेत. त्यांतल्या त्यांत इतर अवघड वाटणाऱ्या भूमितींचा विचार येथें विशेष कर्तव्य नसला तरी गोलभूमिति अगर गोला-कार भूमिती(Spherical Geometry)शीं या ग्रंथांत कांहीं कर्तव्य आहे; आणि तथापिही या भूमितीचा विचार केवळ नामनिर्देशापेक्षां जास्त करतां येणें शक्य आहे असें वाटत नाहीं.

क्षेत्रभूमितीमधून गोलभूमितीमध्यें पदविन्यास करतांना कांहीं विचित्र रचना दिसूं लागतात. न तळलेल्या पुरीसारखें—छे ! चिरोटयासारखें सपाट

असलेलें क्षेत्र ती पुरी अगर चिरोटा तळावयास घातला असतांना त्यावर जसे नतोन्नात भाग दृष्टीस पडतात तसें दिसूं लागतें आणि त्या क्षेत्रावर पाहूं लागलें असतां युक्लिडचे अनेक सिद्धान्त छिन्नविछिन्न झालेले दिसून येतात. भाजलेला पापड किंवा मांडा हीहीं याच प्रकारचीं उदाहरणें होत. त्यांतही हंटलेपामरच्या बिस्किटावर लहान लहान छिद्रांनी कार्टेसीय संधारकांचें जें दृश्य असतें तें या एकाद्या चिरोटयावर कच्चेपणीं उठवून तो तळावयास घातला असतां तळल्यानंतर त्याचें जें विकृत रूप होईल तेंच गॉसीय संधारकांचें रूप होय असें म्हणावयास हरकत नाहीं. अर्धवट तळलेली व कांठांशीं निमुळती व मध्यें फुगलेली पुरी ही आइनस्टाइनच्या विश्वाच्या आकाराची प्रतिनिधि बनूं पाहील व पाकशास्त्रांत कुप्रसिद्धीस आलेला कांदा हा त्या विश्वाच्या अन्तर्घटनेबद्दल कांहीं जास्त माहिती सांगूं शकेल. आणि सोंवळा मानलेला कोबीचा कांदा कापून त्याचा अंतर्भाग जर पाहिला तर तो आइनस्टाइनच्या वक्रीभूत दिक्कालाची (Curved Space-Timeची) निदान अगदीं अंधुक तरी कल्पना मनांत उत्पन्न करण्यास मदत करील. परंतु, पृष्ठभाग वर सांगितल्याप्रमाणें अर्धवट फुगलेल्या पुरीचा, आकृति थोडया खवल्याखवल्याच्या सिताफळासारखी आणि अन्तर्घटना कांहींशी फणसासारखी ज्याची आहे असें एखादें काल्पनिक फळ घेतलें तर तें आइनस्टाइनच्या विश्वघटनेची त्याचप्रमाणें तदनुसार भूमितिरचना कशा प्रकारची असावी याबद्दलच्या आइनस्टाइनच्या मताची कल्पना देण्यास पुष्कळ मदत करील.

विश्वघटना अशा प्रकारची असल्याबद्दल पुरावा काय ? हाही प्रश्न या ठिकाणीं कोणी उत्पन्न करणें शक्य आहे. मात्र त्याचें उत्तर येथें विस्तारानें देत बसणें इष्ट नसून ज्यायोगानें प्रस्तुत प्रकरणाचा शेवट क्रमाक्रमानें गांठतां येईल असाच कांहीं लहानसा पुरावा याबाबत देण्याचें योजिलें आहे. आइनस्टाइनचें याबाबत म्हणणें असें कीं, स्वांगभ्रमण करीत असलेले गोल हे स्वतःभोंवतालचा दिक्काल हा स्वभ्रमणाच्या योगानें असा कांही विलक्षण बनवून टाकतात कीं, त्या क्षेत्रांत येणाऱ्या अन्य एकाद्या गोलाला त्यांतून फिरण्याचा एकच्या एकच मार्ग शक्य, सोपा, बिन दगदगीचा, त्यांच्या आलस्यधर्मानुरूप अगदीं लोळत जाण्यासारखा व जास्तींत जास्त कालावकाश

लागणारा व्हावा. या गोष्टीचें प्रत्यतर प्रत्यक्ष प्रयोगद्वारां सुचविण्यासारखें कोणतेच सोपें नाही. कारण, ही चतुःपरिमित दिक्कालाच्या स्वरूपाची बाब आहे. तथापि शाखाचंद्रन्यायानें या घटनेची कल्पना येण्याकरितां लेखन-साहित्यांतील कांचेचा कागदभार (Paper-weight) करावयाची कांच उष्णरसमय स्थितीत असतांना तिचा विशिष्ट अन्तररचनेचा कागदभार करण्या-साठीं आत एकादी थंड गोळी घालून ती चक्राकार फिरवून नंतर ती कांच थंड होऊं देऊन व नंतर तीवर साधा कांचेचा थर देऊन मग त्याकडे पाहिले असतां कांहींशी येईल. मात्र, असल्या उपमांनीं यथार्थ कल्पना येण्याऐवजी गैरसमजुत होण्याचा संभव फार असतो. सबब, त्या सर्वांगपरिपूर्ण आहेत असे कोणीं वाचकांनीं मानूं नये. कदाचित्, त्यांनीं आइनस्टाइनच्या गुरुत्वाकर्षण-क्षेत्राच्या मांडणीची पूर्ण कल्पना येणार नाही. सबब, त्याकरितां त्याहीपेक्षां साधा असा जो एक प्रयोग सुचविला जातो त्याचें वर्णन येथें देणें बरें.

हा प्रयोग आंसाभोंवतीं फिरत्या एकाद्या चक्राचा होय. याकरितां फोना-ग्राफची फिरती प्लेट चालेल, परंतु कल्पनाशक्तीनें तीवर मनुष्य बसेल इतकी ती मोठी केली पाहिजे. तीवर आपल्या एका मित्राला बसवून, आपण तिच्या बाहेर शेजारीं उभें राहून दोघांनाही परस्परांशिवाय आसपासचें अन्य कांहीं दिसत नाही अशी कल्पना केली पाहिजे व नंतर परस्पर अनुभवविनिमय केला पाहिजे. याकरितां समजा की, या तबकडीवर तात्या बसले आहेत आणि बाजूस बाबा उभे आहेत. बाबांना वाटणार की, तात्या तबकडीच्या केंद्राभोंवती स्थिर वेगानें फेऱ्या घालीत आहेत व गोफणगुंड्यासारखे मध्याकडे एकसारखे खेंचले जात आहेत. पण तात्यांच्या हिशेबीं तबकडीवर आपण स्थिर असून बाबा आपल्या उलट दिशेनें धांवत आहेत. मात्र, तात्यांना तबकडी-वरचें स्वतःचें ठिकाण सांभाळण्यास प्रयत्न केला पाहिजे, अगदीं तबकडीला गच्च धरूनच बसलें पाहिजे. नाहींतर तेच बाबांच्या भेटीला धांवणार! त्यांना तबकडीच्या मध्यापासून कांठाकडे जातां जातां गुरुत्वाकर्षणाचें वाढतें क्षेत्र, गुरुत्वाकर्षणाचा वाढता अनुभव प्रत्ययास येणार. नंतर समजा कीं, या मध्या-पासून एक सुपारी निघाली, तर तात्यांना ती आकर्षणरहित क्षेत्रामधून सरळ आपणांकडे फेंकली जात आहे असें वाटणार, तर बाबांना त्या सुपारीचा तबकडी

घरचा मार्ग वक्र व मध्यापासून परीघाकडे जातांना गोलांतर्गत वक्र रेषे-(spherical curve)च्या नमुन्याचा वाटणार! व त्यामुळें आपणांशेजारी गुरुत्वाकर्षणाचें क्षेत्र आहेच, अशी त्यांची खात्री होणार!

एवंच, ज्याला तात्या आकर्षणरहित क्षेत्रांतील सरळ मार्ग म्हणणार त्यालाच बाबा आकर्षणयुक्त क्षेत्रांतील वक्र मार्ग म्हणणार. याच नमुन्याचा अनुभव पूर्वी पान १४४ वर दिला आहे तोही तुलनेकरतां पाहावा.

तथापि, या पूर्वीच्या अनुभवाच्या द्विरुक्तीचें कारण पुढेंच आहे. मध्यंतरी पुनः समजा कीं, तात्यांनी आपल्या तबकडीच्या व्यासाचें तिच्या परिघाशीं प्रमाण काढण्याचा प्रयत्न केला, त्याकरितां कांहींएक व्यास मोजला व तो ७ मापें भरला. त्यानंतर त्याच मापानें परिघमापनाला सुरुवात करतांच पूर्वी पान ६७ वर स्पष्ट केल्याप्रमाणें गतीच्या दिशेनें तें माप आकसणार! आणि हें आकर्षण बाबांच्या नजरेस येणार! कारण, तात्यांना आपण फिरत आहोंत ही कल्पनाही नाही. परंतु प्रत्यक्ष मापन करतांना परिघाचें माप मात्र २२ मापें न येतां माप आकसल्यामुळें गतीच्या वेगानुसार —समजा—२४ येणार! म्हणजे व्यासानें त्रिज्येशी गणितांतील π हें युक्लिडीय परिमाण उलटून जाणार! शिवाय पुन्हां एकदां जास्त मोठा व्यास घेऊन हें मापन करूं जातांच जास्त व्यासाच्या टोंकास वेग जास्त; सबब मापाचा संकोचही जास्त; आणि तसें झालें की १४ व्यासाला परीघ ५६ देखील भरणें शक्य आहे. पण, हें तर परिघाचें व्यासाशीं प्रमाण वाढत चाललें आणि व्यास जों जों वाढवावा तों तों हें प्रमाण वाढत जाणार! आणि सर्व वर्तुळें सारख्या आकृतीचीं नसतात असा युक्लिडविरोधी अनुभव येणार! पण, मग, आंसा-भोंवतीं फिरत्या वर्तुळाचे बाहेर-बाहेरच्या वर्तुळाचे परीघ झालरीच्या नमुन्याचे वेडवाकडे असतात असें मानावयाचें कीं काय? होय, तसेंच ते असतात आणि अशा ठिकाणचें स्थळ युक्लिडान्य (Non-Euclidean) असतें.

शिवाय आणखी एक घोंटाळा. समजा कीं, तात्यांनीं त्रिज्येच्या ४ बिंदूंवर ४ घड्याळें ठेवलीं आहेत, व तीं अगदी बिनचूक लावून ठेवलीं आहेत. जों जों घड्याळ मध्यापासून दूर तों तों तें जास्त जास्त वेगानें धांवण्याच्या स्थितींत असल्यामुळें, तें मंद चालणार. पण, सापेक्षतेच्या मर्यादित सिद्धान्तांत

दर्शविल्याप्रमाणें तात्यांना सर्व घड्याळांत वेळ सारखाच दिसत होता व फक्त बाबांना तीं थोडीं मागें लावलीं गेलीं आहेत असें वाटत होतें. पण आतां पाहावें तों कोणत्याच घड्याळाचा अन्य कोणत्यांशीं मेळ नाहीं. काळही रेंगाळला व काळाचा घोंटाळा स्थलाच्या घोंटाळ्याशीं मिसळला म्हणजे गोंध-ळाला मर्यादाच नाहीं. पण बाबांच्या मतें या सर्व घोंटाळ्याचें कारण तात्यांनी स्वतःचें जग असें योजलें आहे कीं, त्यांत गुरुत्वाकर्षणाचा खेळ चालू आहे. एरवीं तात्यांच्या जगांतून पाहतां तसा कांही घोंटाळा नाही. त्यांना तेथील स्थल-काल हे सर्व समरूप दिसत आहेत. मग यांपैकीं खरा कोण !

अर्थात्‌च, प्रत्येकजण आपआपल्या दृष्टीनें खरा, ही वैयक्तिक दृष्टि झाली. शुद्ध वास्तवशास्त्रीय सत्य या आइनस्टाइनच्या दृष्टीनें पाहतां फक्त वास्तवद्रव्य स्वतःच्या भोंवती अशी कांही दिक्कालरचना घडवून आणतें हें होय. या घटनेला वक्रदिक्काल (Curved Space-Time) असें म्हणणें रास्त होईल.*

(३) यानंतचा मुद्दा गुरुत्वाकर्षणांत अनुस्यूत असलेल्या क्रमवर्धिष्णु गतीचा. विद्युच्चुंबकीय क्षेत्रापेक्षां गुरुत्वक्षेत्राचा एक महत्त्वाचा विशेष या ठिकाणी दाखविणें जरूर आहे व तो म्हणजे गुरुत्वक्षेत्रांत सांपडलेल्या वस्तू त्या क्षेत्रांतील मध्यवर्ती वस्तूकडे क्रमवर्धिष्णु गतीनें धांवत येतात व या धांवत येणाऱ्या वस्तूचें वास्तव वजन जड, हलकें, वगैरे कसेंही असलें तरी ही क्रम-वर्धिष्णु गति सर्व वस्तूंची सारखी असते. न्यूटनच्या काळांतच गॅलीलिओनें केलेल्या "पीसपैसा" (Guinea-Feather Expt.) या प्रयोगावरून गुरुत्वाकर्षणजन्य वेगाचा वस्तूच्या महाशीं प्रत्यक्ष संबंध लावतां येत नाहीं, हेंहि उघड झालें होतें. हा पीसपैसा प्रयोग वाचकांना बहुधा माहीत असेल. एका निर्वात केलेल्या कांचेच्या उंच नळकांड्याच्या वरच्या टोंकापासून तेथें योजलेला एक पैसा व एक पीस अगदीं एका क्षणींच तेथून सुटतील अशी योजना केली होती व ते त्या नळकांड्याच्या बुडाशीं येऊन पोहोंचण्याचा वेळ

---

* स्वांगभ्रमण करणारी पृथ्वी आपल्या भोंवतालचें ईथरही थोड्याबहुत प्रमाणांत स्वतःच्या अंगाभोंवतीं गुंडाळून घेत असावी व त्यायोगानें हें वक्र दिक्कालाचें व गुरुत्वाकर्षणाचें दृश्य उत्पन्न होण्यास मदत होत असावी.

निरीक्षून पाहतां तो हलक्या पिसास फार वेळ व जड पैशास थोडा वेळ असा कांहींही प्रत्ययास न येतां सारखाच प्रत्ययास आला; पीस व पैसा हे एकदम एका क्षणींच तळाशीं पडतात असें दिसून आलें. यावरून पैशावर पैशाच्या महाच्या प्रमाणांत गुरुत्वाकर्षणजन्य गतिवर्धन पिसापेक्षां जास्त असतें असें कांहींही दिसून आलें नाहीं.

या प्रयोगाचा निष्कर्ष सरळपणें असा काढतां येतो कीं, हवेचा अगर अन्य कसलाही प्रतिरोध अगर घर्षण नसेल तर एक गोल दुसऱ्या गोलाकडे जाण्याचें कारण कांहींही असो, त्याचा विचार वेगळा करतां येईल. पण, एक गोल दुसऱ्या गोलाकडे जाण्याचा मार्ग म्हणजे स्थल व तें स्थल आक्रमण करण्यास लागणारा काल हे दोन्ही निश्चितरूप असतात. हीच गोष्ट आकाशस्थ गोलांना लागू करावयाची तर असें म्हणतां येईल कीं, कोणत्याही ग्रहाचा विशिष्ट वेळांत सूर्याभोंवतीं फिरण्याचा मार्ग अगर दिक्कालमार्ग हा निश्चितरूप एकच एक असा असतो.

या प्रयोगावरून दुसरा महत्त्वाचा निष्कर्ष असा काढणें शक्य आहे कीं, गुरुत्वाकर्षणामुळें होतें असें मानलेलें गतिवर्धन हें महानें निर्णित होत नाहीं आणि महाशी समप्रमाण मानलेल्या कारकानेंही निश्चित होत नाहीं, तर तें केवळ विशिष्ट दिक्कालमार्गावर अवलंबून असतें.

ही वस्तुस्थिति पुढील समीकरणांनीं मांडून दाखवितां येईल. न्यूटनच्या मांडणीप्रमाणें वस्तूचा आलस्यमह हा स्थिररूप आहे असें मानून

कारक = आलस्यमह × वेगवृद्धि. परंतु,

गुरुत्वाकर्षणप्रसंगीं, कारक = गुरुत्वाकर्ष्यमह × गुरुत्वाकर्षणक्षेत्राची तीव्रता यावरून हेंही उघडच कीं,

$$\text{वेगवृद्धि} = \frac{\text{गुरुत्वाकर्ष्यमह} \times \text{गुरुत्वाकर्षणक्षेत्राची तीव्रता}}{\text{आलस्यमह}}$$

अशा स्थितींत वेगवृद्धि ही जर वस्तूच्या वास्तवस्वरूपनिरपेक्ष असावयाची व ती विशिष्ट गुरुत्वाकर्षणक्षेत्रांत एकरूप असावयाची तर, अर्थातच, आलस्यमह व गुरुत्वाकर्ष्यमह यांचें प्रमाण एकास एक असलें पाहिजे, अगर जेवढ्या महावर गुरुत्वाकर्षणाचा प्रत्यय येतो तो मह हा क्षणोक्षणीं बदलत

व वाढत असतो. अन्य शब्दांत वस्तूचा जो आलस्यमह तोच गुरुत्वाकर्षमह असला पाहिजे. शिवाय, यावरून वरील शेवटच्या समीकरणांतील आलस्यमह व गुरुत्वाकर्षमह हीं दोन सममूल्य पदें छेदून टाकल्यास खालीं

वेगावृद्धि = गुरुत्वाकर्षणक्षेत्राची तीव्रता, हें समीकरण शिल्लक उरतें.

याचा अर्थ असा कीं, गुरुत्वाकर्षणाच्या कारणामुळे जें वेगवर्धन होतेसें वाटतें त्याचें कारण गुरुत्वाकर्षण हें नसून केवळ गुरुत्वाकर्षणक्षेत्राची विशिष्ट रचना व न्यूटननें मानलेलें दूराकर्षण नव्हे, तर आइनस्टाइननें प्रस्थापित केलेला स्पर्शसंबंध (Contact Effect) होय.

एका लहानशा उदाहरणानें ही गोष्ट स्पष्ट करावयाची म्हणजे डोंगरावर पडलेलें पाणी समुद्राकडे जें धावतें त्याचें कारण समुद्राचें डोंगरावरच्या पाण्यावर आकर्षण असतें हें नसून पाण्याला स्वभावधर्मानुरूप वाहण्यास स्थानिक परिस्थितीच अशा प्रकारें कारणीभूत होते कीं तें केवळ अखेर परिणाम म्हणून समुद्रास पोहोंचतें. पाणी थोडें असल्यास तें वाटेंतील एखाद्या खड्ड्यांत समावून तेथें देखील सुखानें राहील. एवंच न्यूटननें प्रस्थापिलेलें गुरुत्वाकर्षण हें सत्य नसून आइनस्टाइननें प्रस्थापिलेलें आलस्यगमन हें जास्त सत्य वाटतें.

पण, याहीपेक्षां जास्त लागू होणारें एक उदाहरण देतां येईल असें वाटतें व तें प्राणिशास्त्रां(Biology)तील असून शरीराच्या निरनिराळ्या भागांत ज्यास लोमश अगर सलोम कलें (Cilliated Cells) असतात त्या प्राण्याचें होय. या सलोम कलांचें अस्तित्व प्राण्याच्या अगर वनस्पतीच्या शरीराच्या कांहीं भागांतून दिसतें. उदा. चंबूच्या आकाराच्या (Pitcher Plants) कीटकाहारी वनस्पतीच्या अन्तर्भागातील सलोम कलां(Cells)ची रचना अशी आढळून येते कीं, त्यांच्या एका टोकावर येऊन उतरणाऱ्या एखाद्या कीटकाची गति त्या विशिष्ट प्राणिजीविताच्या दृष्टीनें फक्त एकाच दिशेनें व्हावी. वरील चंबूच्या आकाराच्या वनस्पतीच्या उदाहरणांत या वनस्पतीचा आंतला भाग अशाच प्रकारच्या सलोम कलांनीं युक्त असतो. या लोमांची रचना या चंबूच्या वरच्या कांठापासून अगर तोंडापासून तळाकडे अनुलोम पद्धतीची असते आणि चुकून एकदां कीटक या चंबूच्या तोंडावर येऊन बसला कीं तो जेथें

असेल तेथले लोम थोडेसे दबतात. परंतु त्यांच्या अंगी स्थितिस्थापकत्वाचा धर्म असल्यामुळे ते पुन्हां ताठ होऊं लागतात व त्या प्रयत्नात आपल्यावरचा भार आपल्यापुरता पुढें लोटून देतात. अर्थात्, हा भार याप्रमाणें पुढच्या लोमाच्या माथी येतांच त्याचाही व्यापार याच प्रकारें चालू होऊन हळू हळू तो कीटक खालीं खाली ढकलला जातो. तो जिवंत असून परत वर बाहेर येण्याकरितां धडपड करील तर त्या लोमांचा त्याला चांगलाच अडथळा होऊं शकतो. परंतु तो अगदी अचेतन निष्क्रिय असला तरी देखील हीं कलें प्रत्येक आपआपल्यापुरतीं कामगिरी बजावतां बजावतां देखील अखेर त्या कीटकाला रसकुंड्यांत घालतात. फुट-बॉलच्या खेळांतील चेंडू देखील जवळ जवळ याच प्रकारें गोलाकडे धांवतो. परंतु या दोन्हीं क्रियांत त्या मांसाहारी वनस्पतींचें पोट त्या कीटकास अगर गोल त्या चेंडूस आपलेकडे ओढतो असें म्हणतां येत नाही. तर केवळ स्थानिक परिस्थितीच्या स्पर्शामुळे या उपर्युक्त दोन्हीं वस्तू अखेर स्वतःस संपूर्ण विसावा मिळण्याच्या ठिकाणीं जातात.

इतक्यानंतर गुरुत्वाकर्षणाच्या दृश्याबद्दल आइनस्टाइनची विचारसरणी थोडक्यांत अशी देता येईल:—

१. प्रत्येक वास्तव-गोलाभोंवतालची दिक्कालरचना हीं युक्लिडच्या भूमितींतील सपाट स्थलापेक्षां व सापेक्षतेच्या विशिष्ट सिद्धान्तांत सांगितलेल्या फक्त चतुःपरिमित दिक्कालापेक्षां कांहीशी वेगळ्या नमुन्याची असते.

२. या दिक्काल क्षेत्राचे सामान्यतः दोन भाग करता येतील: (अ) प्रत्येक गोलाच्यानजीक व त्यासभोंवार असलेलें विशिष्ट हद्दीचें क्षेत्र. या क्षेत्रांतील दिक्काल सपाट साधा नसून वक्ररूप अगर झालरीसारखा वेडाबांकडा असतो. या ठिकाणची भूमिति ही युक्लिडान्य म्हणतां येईल व या क्षेत्रांत गालिलीय अगर कार्टेसीय संधारकांचा उपयोग नसून गॉसीय संधारकांचा उपयोग असतो. या क्षेत्रांत सापेक्षतेचा व्यापक सिद्धांत लागू होतो.

(आ) प्रत्येक गोलाभोंवतीं उपरिनिर्दिष्ट समीपवर्ती क्षेत्रांभोंवती असलेलें दूरवर्ती क्षेत्र. या क्षेत्रांतील दिक्काल सपाट साधा नसून या ठिकाणची भूमिति युक्लिडीय म्हणतां येईल. या क्षेत्रांत गालिलीय अगर कार्टेसीय संधारकांचा उपयोग होतो व सापेक्षतेचा मर्यादित सिद्धान्त या क्षेत्रास लागू होतो.

३. प्रत्येक गोलाच्या समीपवर्ती गुरुत्वाकर्षणक्षेत्रांत सापेक्षतेचा जो व्यापक सिद्धान्त लागू होतो त्याचें सामान्य स्वरूप असें:—

(अ) वास्तवद्रव्यासभोंवतीं एक दिक्कालक्षेत्र असें असतें कीं, त्याला वक्र म्हणतां येईल. या वक्र क्षेत्रालाच न्यूटननें गुरुत्वाकर्षणक्षेत्र हें नांव दिलेलें होतें.

(आ) या दिक्कालक्षेत्रांत उपस्थित झालेल्या अन्य कोणत्याहि गोलाला त्याच्या उपस्थित होण्याच्या बिंदूपासून तो त्या गोलापर्यंत जाऊन पोहोंचण्याचा किंवा त्याच्याभोंवतीं फिरण्याचा अतिशय निकटाचा असा जो रस्ता (Geodesic) असतो त्याचा विशेष हा असतो की, या मार्गानें जाण्यास त्या गोलास परमावधीचा अवकाश लागतो.

४. या अवकाशाच्या दृष्टीनें पाहतां हा जो दिक्कालमार्ग असतो तो विशिष्ट परिस्थितींत एकच एक संभवतो. त्यापेक्षां अन्य कोणताही दिक्कालमार्ग तो गोल स्वीकारील तर हा अवकाश कमी होणें संभवतें. परंतु ज्याअर्थी आलस्यधर्मामुळें अवकाश परमावधीचा असतो त्याअर्थी हा दिक्कालमार्गही एकमेव (Unique) असतो.

५. हा मार्ग आक्रमित असतां त्यावरच्या प्रत्येक संवर्ताशीं त्या गोलाची स्थिति एकसारखी बदलत असते. या मार्गावरील क्षेत्राचें स्वरूप प्रत्येक संवर्तास असें बदलतें कीं, त्यायोगानें त्या वस्तूंचा आलस्यमह वाढत राहून तोच गुरुत्वाकर्षणामुळें प्राप्त झालेला मह (Gravitational mass) असें ज्याला सामान्यतः म्हणतात त्या रूपास पावतो.

६. जों जों याप्रमाणें हा आलस्यमह वाढत जातो तों तों त्याचा प्रत्यक्ष अनुभव क्रमवर्धिष्णु गतीच्या रूपानें येतो. आणि या प्रकारें केवळ मार्गस्थ संबद्ध कारणामुळें ज्याला न्यूटननें गुरुत्वाकर्षण हें नांव दिलें आहे त्याचें दृश्य उत्पन्न होतें.

अखेरीस आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धांताचें सूत्र अगदीं थोडक्यांत द्यावयाचें तें असें देतां येईल:—

गॉसीय संधारकांचे सर्व व्यूह, मग ते स्थिर वेगानें फिरणारे असोत कीं चर वेगानें फिरणारे असोत, हे नैसर्गिक दृश्याचे सामान्य

नियम निश्चित करण्याकरितां एकसारखेच उपयुक्त असतात. त्यांपैकीं एक दुसऱ्यापेक्षां बरा असें म्हणण्याचें कारण नाहीं, किंवा हेंच विधान थोडें अन्य शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे नैसर्गिक दृश्यांची रचना अशी असूं शकते कीं, ती गॉसीय संधारक लागू असणाऱ्या वेड्यावांकड्या क्षेत्रांतील नाना निरीक्षकांनाहि सारखीच लागू पडते.

एवंच, झाडावरील फळ खालीं पडणें अगर सूर्यमालेंतील ग्रहांनीं सूर्या-भोंवतीं फिरणें याचें कारण पृथ्वी अगर सूर्य या नाना गोलांवर आपल्या बसल्या ठिकाणाहून आकर्षणक्रिया करतात असें कांहीं नसून, हे गोल आपल्या आंगच्या आलस्य गतीनें फिरत असतां, कोणत्याही वास्तवद्रवमय गोला-भोंवतालच्या भागांतील निरनिराळ्या बिंदूंजवळ त्यांच्या भोंवतालच्या दिक्का-लांचें वास्तवस्वरूपच असें कांहीं पिळवटलेलें असतें व त्यांतून फिरण्याचा एकटा एकच मार्ग असा असतो, कीं त्या मार्गानें जाणें त्यांना परमावधीचें सोयीचें व सावकाशीचें असतें. सबब, ते त्या मार्गानें यथाशक्य सुखानें जात असतात व आपण मात्र अल्प समजुतीनें ते गुरुत्वाकर्षणानें खेंचले जात आहेत असें समजतों. सबब, या एकंदर प्रकाराला गुरुत्वाकर्षण ही यथार्थ संज्ञा नसून अनन्यसंभाव्य मार्गानें यथाशक्य सुखप्रवास अगर थोडक्यांत महयात्रा—जास्त महाच्या वस्तूकडे जाणें असें म्हणतां येईल.

प्रस्तुत प्रकरण वास्तविक पाहतां बहुंशानें गणितांत असणें जरूर असतांही त्यांतून गणिताचा भाग जवळजवळ अजिबात वगळण्यानें विषय-विवेचन पुष्कळसें स्वारस्यहीन व तथ्यहीन (Unreal) वाटण्याचा संभव आहे. परंतु या विषयावरील साहित्याची सांप्रतची वस्तुस्थितीच अशी दिसते कीं, या विषयाच्या गणितागत सम्यग्ज्ञानाच्या दुधाची तहान गणितशून्य ताकावर किंवा पिष्ठमिश्रित पाण्यावरच भागवून नेण्यास वाचकांस विनवावें लागत आहे. या विषयांत अन्तर्भूत असलेलें गणित अत्यंत अवघड असल्याचें विषयोपन्यासांत ध्वनित केलेंच आहे. तथापि या विषयाचें शाब्दिक विवेचन संपल्यानंतर गणिताच्या चष्म्यांतूनही हा विषय थोडक्यांत कसा दिसतो, हें पाहावयाचें असल्यास असें म्हणतां येईल कीं:—

१. सामान्य लौकिक अनुभव हा युक्लिडच्या भूमितीच्या मर्यादेंत असून त्याच्या साह्यानें जें काय शक्य आहे तें म्हणजे गालिलीय संधारकांच्या आश्रयानें एकाद्या वस्तूचा मार्ग सपाट क्षेत्रांतून—उदाहरणार्थ, बिलियर्डच्या चेंडूचा मार्ग बिलियर्डच्या टेबलावरून शोधीत जाणें एवढाच होय. केवळ असल्या पोरखेळापेक्षां, अगर म्हणा थोरखेळापेक्षां, त्यांत विशेष असें कांहीं नाहीं.

२. याच्यापेक्षां उच्चानुभवाचा प्रत्यय येण्याकरितां स्थलाशीं काल समिश्र होऊन युक्लिडीय भूमिति अपुरी पडूं लागते व वस्तूऐवजी संवर्ताला महत्व येऊन सपाट दिक्कालांतून संवर्ताचा मार्ग शोधीत जाणें इष्ट वाटतें, हें आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या मर्यादित सिद्धान्ताचें क्षेत्र होय.

३. पण सर्वांत उच्च व संश्लिष्ट अनुभवाचा प्रत्यय यावयाचा तर त्याकरितां पूर्वोद्दिष्ट संवर्त हा वक्रीभूत स्थलकालांतून प्रवास करीत असतां त्याच्या मार्गाचें निरीक्षण करणें जरूर असतें; व हा अनुभव म्हणजे बहुश विश्वघटनांचा यथातथ्य अनुभव अगर सम्यगज्ञान होय. या प्रकारच्या अनुभवाच्या कोटीला चढण्याची तयारी आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धांतांत निर्दिष्ट केलेली आहे.

या एकापेक्षां एक चढत्या श्रेणींवरून दिसणारें विश्वाचें यथातथ्य स्वरूप व सामान्य लौकिक अनुभव याच्यामध्यें केवढा फरक आहे हें थोडक्यांत करून येईल. याबाबत केवळ एकांगी व लहानशी उपमा वापरावयाची तर असें म्हणतां येईल कीं, वर्णांधत्व, रात्र्यंधत्व, तिरळेपणा, निरनिराळ्या क्रमांकांची र्हस्व-दीर्घ दृष्टि इत्यादि नैसर्गिक दृष्टिदोषामुळें तसेंच डोळ्यास नाना रंगांचे व सूक्ष्मदर्शक दूरदर्शक कृत्रिम चष्मे अगर यंत्रें लावल्यामुळें विश्वाचें स्वरूप प्रत्येक द्रष्ट्याला भिन्नभिन्न व एकंदरीत अनेक प्रकारचें दिसणें शक्य असले तरी तें प्रत्येकीं विश्वाच्या यथातथ्य रूपाचें अप्राकृतिक अगर वैकृतिक दर्शन होय; व यथार्थ दर्शन हें या सर्वांच्या पलीकडचें असून सम्यग्ज्ञानानें तें अनुभवास येण्यासारखें आहे. सबब, तें अनुभवण्याचा प्रयत्न करण्यासारखा आहे असें आइनस्टाइन आपल्या सापेक्षदर्शनांत सांगत आहे. जगाकडे पाहण्याच्या वाचकांच्या दृष्टिकोणांत एवढा जरी फरक प्रस्तुत ग्रंथानें होईल तरीदेखील त्याचें अस्तित्व समर्थनीय व कृतकृत्य ठरेल.

प्रकरण १९ वें.

सापेक्षदर्शनाचे पुरावे.

सापेक्षदर्शनाच्या स्थिरप्रस्थापनेच्या दृष्टीनें यानंतरचा शेवटचा मुद्दा म्हणजे आइनस्टाइनचें सापेक्षदर्शन ही केवळ सुंदरशी कपोलकल्पना अगर त्या विशिष्ट ' महात्म्या 'ला त्याच्या ज्ञानेंद्रियाच्या असामान्य शक्तीनें दिसलेलें 'परलोका'सारखें गूढ दृश्य, कीं फक्त या जड विश्वाचे आगामी विचारानें व उच्च बुद्धिद्वारां* अगर प्रज्ञा (Intuition) द्वारां होणारें व सामान्य बुद्धीच्या कोणालाही ज्याची प्रतीति आणून देतां येईल असें वास्तवदृश्य हा होय. अर्थात्, या प्रश्नाचें उत्तर अखेरच्या वास्तवदृश्यपक्षींच असून तें तसें असल्याचे कांहीं पुरावे या लहानशा प्रकरणांत द्यावयाचे आहेत. त्यांतही सापेक्षतेच्या मर्यादित सिद्धांताच्या यथार्थत्वाबद्दल वाचकांची वेळोवेळीं खात्री पटवून दिलीच असल्यानें प्रकाशाची प्रचंड गति, त्या गतीचे तरंगमय रूप, ती गति सर्व द्रष्टयांना सारख्याच प्रकारें प्रत्ययास येत असल्याचा प्रकार, सापेक्ष गति मोजतां येण्याची अशक्यता व त्या अशक्यतेची कारणमीमांसा, स्थल व काल यांचे वैयक्तिकत्व, दिक्कालाचें सत्यत्व, दिक्कालावकाशाची सर्वसमानता, वगैरे तदंतर्गत उपसिद्धांताचें पुरावे येथें देत बसावयाचें नसून आइनस्टाइनप्रणीत सापेक्षतेचा व्यापक सिद्धांत न्यूटनप्रणीत गुरुत्वार्षणाच्या सिद्धांतापेक्षां जें कांहीं उच्चतर सत्य प्रतिपादन करीत असल्याचें मागील कांहीं प्रकरणांतून दर्शविलें त्यास त्याचें कांहीं प्रत्यक्ष प्रयोगात्मक दिव्यप्रत्यय देऊन, तें सिद्ध करावयाचें आहे.

---

* ... part played by intuition and deductive thought... Theoretical advances are no longer achieved by a process of arrangement. Guided by empirical data the investigator rather developes a system of thought which in general is built up from a small number of fundamental assumptions the so called axioms. We call such a system of thought a theory. The theory finds the justification for its existance in the fact that it correlates a large number of single observations and it is just here that the "truth" of the theory lies.

"*Einstein*"

या दृष्टीनें आइनस्टाइनच्या पक्षाचे असे तीन पुरावे दिले जातात, व ते म्हणजे (१) बुधाच्या सूर्योपबिंदू(Perihelion)ची गति–१९१५ पर्यंत आइनस्टाइनला आकाशस्थ गोलाबाबत आपलें गणित न्यूटनच्या गणितापेक्षां ज्या एकाच उदाहरणाच्या बाबत जास्त बिनचूक व सबब आपला सापेक्षतेचा व्यापक सिद्धांत न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणसिद्धांतापेक्षां जास्त वरिष्ठ असें वाटत होतें तें हें एकच उदाहरण होतें, (२) प्रकाशकिरणाची गुरुत्वाकर्षणक्षेत्रांत वक्रता (Deflection) व (३) प्रकाशवर्णपटांतील रेषांचें ताम्र वर्णाकडे चलन (Displacement of the Spectrum lines towards the red) हे होत.

अर्थात्, या निर्गणित ग्रंथांत या पुराव्याच्या प्रत्येक बिंदूचें रहस्य वाचकांना पटवून देण्याचा प्रयत्न करावयाचा नाहीं. केवळ कांहींच ठोकळ विधानें करून भागवावयाचें आहे.

(१) प्रत्येक ग्रह सूर्याभोंवतीं लंबवर्तुळात्मक कक्षेंत फिरतो, हें वाचकांना ठाऊकच आहे. तो या कक्षेंत फिरतांना सूर्याच्या अत्यंत जवळ आपल्या कक्षेंतील ज्या बिंदूशीं असतो त्या बिंदूला सूर्योपबिंदू (Perihelion) व ज्या बिंदूशीं तो सूर्यापासून अत्यंत दूर असतो त्या बिंदूला सूर्यापबिंदू Apehelion) म्हणतात. परंतु बुधाचा सूर्योपबिंदू त्याच्या कक्षेवर अगदीं स्थिर नसून तो एका शतकांत ४२ सेकंद कोनांश पुढें पुढें सरतो असें दिसून आलें होतें आणि ही अगदीं क्षुल्लक अशी आघाडी न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांताला न जुमानतां बुध कां मारतो हें खगोल गणितज्ञांना मोठें कोडें पडलें होतें. हें कोडें आइनस्टाइननें सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धांतांत प्रतिपादिलेल्या नव्या गणितपद्धतीनें बुधाच्या सूर्यपरिभ्रमणाच्या गतीचें गणित केलें असतां आपोआप नाहींसें होतें. यावरून, अर्थात्, आइनस्टाइनच्या सापेक्षसिद्धांताची न्यूटनपेक्षां उच्चता व सत्यता सिद्ध होते.

(२) प्रकाशकिरण हा अगदीं सरळ मार्गानें चालणारा आहे याबद्दल कोणासहि संशय नसेल. परंतु एकाद्या ताऱ्याचा प्रकाश सूर्याजवळून पृथ्वीवर येतांना तो थोडासा वांकणें शक्य आहे असें मानण्यास खगोलशास्त्रज्ञांना कारण होतें. प्रकाशकिरण हा विद्युच्चुंबकीय लहरींच्या स्वरूपाचा असल्यानें

तो आकाशस्थ एकाद्या गोलाभोंवतालच्या त्याच्या विद्युच्चुंबकीय क्षेत्रांमधून येत असतांना थोडासा वळणें हें अपरिहार्य आहे, हें तें कारण होय. अशा स्थितींत न्यूटनच्या पद्धतीच्या आइनस्टाइन पूर्व गणितानुसार ही प्रकाशकिरणाची वक्रता जितकी अजमावली होती त्यापेक्षां ती दुप्पट असली पाहिजे, असें आइनस्टाइननें आपल्या सापेक्षगणितानुसार निश्चित केलें होतें; आणि मौज ही कीं, १९१९ सालच्या खग्रास सूर्यग्रहणाच्या प्रसंगीं ज्योतिःशास्त्रज्ञांनीं सूर्याजवळच्या ताऱ्यांचे प्रत्यक्ष वेध घेऊन हें आइनस्टाइनचें सापेक्ष नवगणितच निर्दोष व सर्वमान्य असल्याचें उद्घोषित केलें आहे.

(३) कोणतेंहि मौल (Element) तप्त होऊन जळूं लागलें असतां त्यापासून कांहीं विवक्षित नमुन्याच्या प्रकाशलहरी निघत असतात हें ज्यांनीं कासाराच्या भट्टींत तांबें, पितळ वगैरे वितळतांना त्यापासून निघणाऱ्या ज्वाला पाहिल्या असतील त्यांच्या लक्षांत असेल. दारूकामांत याप्रकारें नाना मौलांचा उपयोग करून निरनिराळ्या रंगांचे भुइनळे, हवया, चंद्रज्योती वगैरे करतातच. प्रत्येक मौलाचा त्याच्या ज्वलन्त स्थितीतून निघणाऱ्या प्रकाशाचा एक विशिष्ट वर्णरेषापट (Spectrum band) असतो आणि त्यांत कांहीं कांहीं ठिकाणीं त्या विशिष्ट मौलाच्या निर्देशक अशा रेषाहि दिसतात. शिवाय या वर्णपटाच्या एका अंगास सामान्य प्रकाशाचे तांबड्या रंगाचे व दुसऱ्या अंगास अस्मानी (Violet) रंगाचे पट्टे असून त्यांवर या विशिष्ट मौलाच्या विशिष्ट वर्णरेषा दिसतात. या प्रकाशपटांपैकीं तांबड्या रंगाचा भाग हा लांब लहरींचा द्योतक असून निळ्या रंगाचा भाग हा आंखुड लहरींचा द्योतक आहे.

यापुढें, आइनस्टाइनचें म्हणणें असें कीं, सूर्यावर पृथ्वीपेक्षां विद्युच्चुंबकीय क्षेत्र प्रचंड प्रमाणांत जास्त असल्यानें तेथें, सूर्यावर, एकाद्या स्थिररूप प्रक्रियेला लागणारा वेळ हा पृथ्वीवर त्याच क्रियेला लागणाऱ्या वेळापेक्षां जास्त असला पाहिजे. उदाहरणार्थ, एकाद्या अणूचें आंदोलन (Vibration) घ्या. त्या आंदोलनाला पृथ्वीवर जितका वेळ लागतो त्यापेक्षां सूर्यावर त्याला जास्त वेळ लागला पाहिजे. या आंदोलनाचा अवकाश (Interval in space-

time) हा पृथ्वीवर व सूर्यावर समानच असणार. परंतु, वास्तवकाल (Proper-time) मात्र सूर्यावर जास्त असावयास हवा. आतां हा काळ जास्त असतो कीं कमी असतो, हे मोजण्याचें साधन उपरिनिर्दिष्ट वर्णपट होय. समजा की, चुल्यासारखे एखादें द्रव्य पृथ्वीवर जळत असतां त्याचा वर्णपट तयार करून ठेवला आणि तेंच द्रव्य सूर्यावर जळत असता त्याचा वर्णपट तयार केला, तर काय दिसावयास हवें? सूर्यावरून निघणाऱ्या त्या द्रव्याच्या लहरी पृथ्वीपेक्षां सावकाश सावकाश निघतील म्हणजे प्रत्येक लहरीची लांबी झटझट् निघणाऱ्या लहरींपेक्षां जास्त असेल. याप्रमाणें लहरीची लांबी वाढली की त्यांना जागा अर्थात् लांब लहरींच्या तांबड्या रंगाच्या क्षेत्राकडे विशेषतः मिळणार! आणि प्रत्यक्ष अनुभव याच प्रकारचा आला आहे, असें म्हणावयास हरकत नाही.

सारांश काय, तर न्यूटनच्या गणिताच्या पद्धतींत दृक्प्रत्ययांत चूक फारच थोडी होती, आणि आइनस्टाइनच्या गणिताच्या पद्धतीत ती त्याहिपेक्षां फार थोडी, अगदीं नाही म्हटलें तरी चालेल इतक्या प्रमाणावर आली आहे; आणि हे आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या नव उपपत्तीमुळें घडतें. अर्थात्, यामुळें आइनस्टाइनला न्यूटनपेक्षां वरचें स्थान देणें अपरिहार्य आहे.

मात्र वास्तवशास्त्रीय प्रगतीचा ओघ आइनस्टाइननें आपल्या सापेक्षदर्शनानें आता खुंटविला अगर त्या ओघाचें एकादें निर्मुग्ध सरोवर बनविलें असें वाचकांनी मानण्याचें कारण नाहीं. उदाहरणार्थ, आइनस्टाइनची ग्रहांच्या सूर्यपरिभ्रमणाची उपपत्ति स्थानिक परिस्थितीच्या स्पर्शपरिणामा(Contact Effect)ची जरी आहे तरी ऑलिव्हर लॉज् प्रभृति शास्त्रज्ञांचा एक विवाद असा कीं, विशिष्ट गोलाभोंवतालचें गुरुत्वाकर्षणाचें क्षेत्र जें आनइस्टाइनलाहि मान्य आहे तें वास्तविक त्या गोलाचा अंगभूत भागच मानावयास हवा (The magnetic field is a part of the body) आणि असेंच जर खरें, तर न्यूटनच्या मांडणीप्रमाणें आकर्षण त्या गोलाचें मानलें काय अगर त्या गोलाच्या क्षेत्ररूपी गोलांगाचें मानलें काय एकूण एकच. शिवाय, गोलाभोंवतालचा दिक्काल हा वक्र असतोच आणि स्थलाला कांहीं तरी लक्षण हवें आणि तें म्हणजेच ईथर ही जी आइनस्टाइनची विचारसरणी आहे ती लक्ष्यांत

घेतां आणि (ईथरच्या लहरींच्या रूपाच्या ?) प्रकाशकिरणालाही थोडें फार पण वजन आहे ही गोष्ट लक्ष्यांत घेतां आइनस्टाइनचें संशोधन जड गोलाभोंवतालच्या अद्याप थोड्याफार जड क्षेत्रांतलेंच आहे आणि या जड-क्षेत्रांत निसर्गातील आत्मयमना(Automatism)च्या पद्धतीचा केवळ स्थानिक स्पर्शपरिणाम (Local automatism) जो आइनस्टाइन मानतो तोच तेवढा सर्वसंपूर्ण असेल आणि त्याच्या जोडीस ज्याला सूक्ष्म वैश्व आत्म-नियमन (Universal Automatism) म्हणतां येईल असें कांहीं नसेल असें कशावरून ?

शिवाय १९१७ सालानंतरही आइनस्टाइनने स्वतः आपल्या या सापेक्ष-दर्शनांतर्गत गणितांत कांहीं लहानसहान सुधारणा केल्या असून विश्वाच्या वास्तवदृश्याबद्दलच्या त्याच्या सिद्धान्ताचें जरूर तें संशोधन व उन्नयन आइनस्टाइन अद्याप करीत आहेच. अर्थात् अशा संशोधनाचा व उन्नयनाचा काळ विसाव्या शतकाच्या पूर्वार्धांत संपला असें कधीच होणें शक्य नाहीं. आणि हें संशोधन व उन्नयन चालूच राहून विश्वाचें वरिष्ठ व शुद्ध सत्यस्वरूपदर्शन यथाक्रम घडत राहणारच आहे. परंतु त्या दिशेचें आइनस्टाइनचें सापेक्षदर्शन हें पूर्व-संशोधनाला नवी दिशा लावणारें असून डार्विननें आपल्या प्राणिशास्त्रीय उत्क्रान्तिसिद्धान्तानें जगाच्या विचाराला जशी नवी दिशा लावली तशीच आइनस्टाइनने आपल्या सापेक्ष-दर्शनानें जगांतील वास्तव-विचारास नव दिशा लावली व स्वतःचें नाव

---

* अलाहाबाद हायकोर्टाचे सेवानिवृत्त न्यायमूर्ति सर शहा सुलेमान, आय. सी. एस्., या गणितज्ञांनीं कांहीं नंतरच्या नवनिरीक्षणाच्या आधारावर न्यूटनचें गणित इतकें चुकीचें नसून आइनस्टाइनचें गणित अगदींच निर्दोष नसल्याचें व एकंदरींत न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या सिद्धान्तानें विशेष डळमळत नसल्याचें सिद्ध करण्याचा प्रयत्न सांप्रत चालविला आहे आणि त्यांच्या या विचारसरणीला जगांतील शास्त्रज्ञांचा कितपत मान्यता मिळते याकडे सांप्रत या शास्त्रांतील जिज्ञासूंचें लक्ष लागलें आहे. परिणाम कांहीं कां होईना, परंतु सर शहा सुलेमान हे या शास्त्रांत इतके खोल शिरून त्यासंबंधीं पूर्वोत्तरपक्ष करूं शकतात हें त्यांस निःसंशय भूषणावह आहे.

व स्वतःचें सापेक्षदर्शन जगाच्या संशोधनपटांवर कायमचें ग्रथित करून ठेवलें यांत मात्र शंका नाहीं.

शिवाय, पूर्वोक्त प्रकारें आइनस्टाइनचें हें सापेक्षदर्शन केवळ वास्तवशास्त्र-मर्यादित नव्हे, तें जणूं काय न कळत, आपलें आपण तात्त्विक क्षेत्रांत शिरलें आहे. या तात्त्विक क्षेत्रांतील नाना कल्पनांचींही रूपांतरें सापेक्षदर्शनानें कशीं होतात याचा अल्पस्वल्प निर्देश यथास्थल पूर्वी आलाच आहे. या दिशेनें आइनस्टाइनचें नांव तत्त्वज्ञान्यांच्या यादींतही अजरामर राहणें शक्य आहे.

प्रकरण २० वें.

ब्रह्मांडाची आकृति व आकार.

सापेक्षसिद्धान्ताच्या अनुषंगानें आइनस्टाइननें प्रचलित केलेला एक वाद म्हणजे ब्रह्मांडाची आकृति कशी असावी, हा होय. या वादाचें महत्त्व सांप्रत तरी पूर्ण तात्त्विक आहे. तथापि, हा वाद बराचसा विचारोद्बोधक आहे, आणि म्हणून त्याचें स्वल्प विवेचन या ग्रंथांत करणें इष्ट होईल.

या वादाची शास्त्रीय बाजू अर्थात्‌च सोपी नाहीं. यांत विश्वाच्या रचनेबद्दलचे नाना प्रश्न* उपस्थित होतात. विश्वांत वास्तवद्रव्य सर्वत्र सारख्या प्रमाणांत भरून आहे, कीं कोठें तें जास्त गर्दी करून राहिलेलें तर कोठें तुटक व विरळ आहे या प्रश्नाला येथें फार महत्त्व आहे. विश्वांत स्थल व काल हे दोन्ही शुद्ध रूपांत अस्तित्वांत आहेत, असें मानणारा न्यूटन, हे स्थल व काल अनन्त आहेत, त्यांना सीमामर्यादाच काय पण आद्यन्त संभवत नाहीं, असें प्रतिपादन करणारा होता; व या विश्वसमुद्राच्या मध्यवर्ती कांहीं भागांत तारकादिकांचा सर्व वैश्वनिधि एकाद्या बेटांच्या गुच्छाप्रमाणें व मध्याशीं अगदीं गर्दीनें व भोंवतालीं क्रमानें विरळ होत गेल्याप्रमाणें सांठविला असून भोंवतालचा बाकीचा अमर्याद प्रदेश अव्याप्त अगर मोकळा आहे, असें त्याचें म्हणणें होतें. तथापि, हें म्हणणें इतकें सयुक्तिक दिसत नाहीं. कारण, अशा प्रकारच्या रचनेंत या मध्यवर्ती तारकांची उष्णता ही भोंवतालच्या अनन्त विश्वांत क्रमाक्रमानें निघून जाऊन अखेर ह्या तारकांच्या जगाचें दिवाळें निघण्याची पाळी यावयाची !

यानंतरची एक कल्पना अशी होती कीं, विश्व हें ज्याप्रमाणें अनन्त आहे, त्याचप्रमाणें तें सर्वत्र तारकादिकांनीं भरलेलें आहे व याप्रमाणें

---

* या प्रश्नाचा यथाशक्य विचार तारीख ११ मे १९३२ रोजीं पुणें येथें महाराष्ट्रशास्त्रीय परिभाषामंडळातर्फे झालेल्या कै. शंकर बाळकृष्ण दीक्षित यांच्या वाङ्मयश्राद्धानिमित्त श्री. त्र्यं. गो. ढवळे, बी.एससी., यांनीं प्रसिद्ध केलेल्या ' विश्वाची रचना आणि उत्क्रान्ति ' ह्या निबंधांत केला आहे. वाचकांनीं तो अवश्य पाहावा.

विश्वांतील वास्तवद्रव्यही अनंत आहे. परंतु, असें मानण्याला एक अडचण अशी भासूं लागली की, विश्व हें अनन्त वास्तवद्रव्यमय असलें तर त्यायोगानें गुरुत्वाकर्षणाचा इतका प्रचंड जोर उत्पन्न होईल की, त्यायोगानें पृथ्वीवर आपलें जीवित असह्य होईल. या अडचणीचें स्वरूप अर्थात्, यापेक्षा जास्त फोडून सांगणें या ठिकाणी शक्य नाहीं. मात्र, यावर सीलीजर (Seelinger) नांवाच्या शास्त्रज्ञानें अशी तोड सुचविली होती की, कदाचित् गुरुत्वाकर्षणाचा जोर न्यूटननें मानल्याप्रमाणें केवळ अन्तराच्या वर्गाच्या उलट्या प्रमाणांतच कमी होत असावा असें नसून तो दूरदूरच्या अन्तरांवर त्याहीपेक्षा जास्त जास्त प्रमाणात कमी होत असल्यानें काम भागतें. परंतु, ही अडचण व तीवरची तोड या दोन्हीहि तितक्या यथातथ्य दिसत नाहींत. अखेरीस विश्वांतील वास्तवद्रव्य मर्यादित आहे; व अगदीं प्रोताणु-वीजाणूंच्या भाषेंत हीच कल्पना मांडावयाची झाल्यास त्यांची विश्वांतील संख्या कितीही प्रचंड असली तरी ती निश्चित आहे असें मानण्याकडे सांप्रत शास्त्रज्ञांचा कल दिसतो. शिवाय, असें मानावयास अन्य कारणेंहि आहेत. विशेषतः क्षेत्रात्मक युक्लिडीय भूमितीचा अपुरेपणा भासून त्याऐवजी गोलात्मक भूमितीची यथार्थता पटूं लागल्यापासून ब्रह्मांड हें प्रचंड पण निश्चितरूप व तथापिही समर्याद असावें असें वाटण्यास मदत झाली आहे. सरळपणाकरितां नाणावलेला प्रकाशकिरण हा स्वैर गतीनें एकाच दिशेनें धावूं लागेल तर एक वेळच्या पृथ्वीपर्यटणास एकाच दिशेनें निघून अखेर निघाल्या ठिकाणीं परत येणाऱ्या प्रवाशाप्रमाणें तो पुन्हां पूर्व स्थली येऊन पोहोंचणें आतां शक्य वाटूं लागलें आहे. एवंच, विश्व हें कांहींसें चापट गोलाकार (Quasi-Spherical) असावें, अशा प्रकारच्या मताचा वारा सांप्रत वाहत आहे. अर्थात्, या कांहींशा गोलाकार विश्वाचा कोठलाहि पृष्ठभाग हा पृथ्वीवरील अत्यंत प्रचंड मैदानाप्रमाणें व त्याहीपेक्षां फार मोठ्या प्रमाणांत सपाट असेल. फार तर, पृथ्वीवरही ज्याप्रमाणें पांच पांच मैल उंचीचे पर्वत व पांच पांच मैल खोलीच्या सामुद्रदऱ्या आहेत त्याप्रमाणें या विश्वाच्या पृष्ठभागाची स्थिति व तीही या विश्वाच्या पृथ्वीशी प्रमाणांत कमीअधिक उंचसखलपणाची असेल. परंतु, कसेंहि झालें तरी, आणि एवढाले उंच पर्वत व एवढाल्या खोल दऱ्या असतांहि एकंदर

पृथ्वीच्या आकारमानानें त्याचा विशेष हिशेब नसून पृथ्वी ज्याप्रमाणें अखेर स्थूल दृष्टीनें नारिंगाइतकी तरी गुळगुळीत वाटोळी खास आहे त्याप्रमाणें हें विश्वही गुळगुळीत व फार तर त्यापेक्षां थोडें जास्त खरबडीत, वाऱ्यानें हलणाऱ्या समुद्राच्या पृष्ठभागासारखें खरबडित व प्रचंड गोलाकार असें असणें संभवतें.

शिवाय, दुसरी मौज अशी सोय ही की, हे विश्व गोलाकार आहे असें मानण्यानें त्याला मर्यादा आहे, अन्त आहे, आदि आहे असें मानणें भाग पडत नाहीं. जिकडेतिकडे पाहा, कितीही दूर जा, कोठें विश्व नाहीं अशी स्थिति येतच नाहीं, हा एक प्रकारें मर्यादित भूपृष्ठावर पृथ्वीप्रदक्षिणा करणारास येणारा अनुभव विश्वप्रवास करूं पाहणारासही येईल. एवंच, विश्व हें गोलाकार आहे, असें मानण्यास कारण आहेत. तथापि, या विश्वाची अन्य एक लहानशी मौज लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे. त्याला आकृतिदृष्ट्या पृथ्वीची जी वर उपमा दिली आहे त्या उपमेला एक महत्त्वाची मर्यादा आहे. भूपृष्ठ हें त्यावरच्या रहिवाशांना प्रदक्षिणा घालण्यासारखें वाटणें शक्य आहे व त्याचा हा भूपरिभ्रमणाचा मार्ग गोलाकार भूपृष्ठावरच्या वर्तुलासारखा असेल. तथापि, विश्वांतून* कोठच्याही बिंदूवरून विश्वप्रवासास निघणाऱ्याचा मार्ग वर्तुलाकार असेल कीं काय, हा प्रश्न उत्पन्न करणें शक्य आहे. मात्र त्यालाही उत्तर हेंच की, विश्वांतून कोठूनही निघून प्रकाशकिरणाच्या मार्गानें सरळ जाऊन पुन्हां त्याच दिशेनें स्वस्थानी येणें शक्य आहे. कारण, प्रत्येक व्यक्तिही विश्वाच्या मध्याशी आहे; आणि प्रत्येक व्यक्तीभोंवती जो सर्वांना समान असा विश्वगोल आहे त्या गोलाची प्रत्येक व्यक्तीपासूनची त्रिज्याही कितीही सरळ असली तरी ती वर्तुलाकार बनून अखेरीस निघाल्या ठिकाणीच येऊन पोहोंचते.†

---

*ब्रह्मांड हें अंडाकार असल्याचें प्राचीन ऋषी सांगून गेले. त्या कल्पनेचा हा अवशेष कीं निश्चिति ?

† येथें केवळ गोल परिघरूप मार्गाचा व गोलान्तर्गत गोल परिघरूप अशा मिश्र मार्गाचा घोंटाळा केला जात असून केवळ गोल परिघमार्गावर शक्य असलेली घटना अन्य मार्गावर आरोपण्याची चूक केली जात आहे असें वाटण्याचा संभव आहे. परंतु ह्या मुद्याच्या स्पष्टीकरणार्थ यापेक्षां जास्त खोलांत येथें जातां येत नाहीं.

शिवाय या प्रकारच्या विश्वरचनेंत प्रत्येक व्यक्ति ही विश्वमध्याच्या ठिकाणीं असल्याचा ध्वनि निघतो, ही गोष्ट लक्षांत ठेवण्यासारखी आहे. सापेक्षदर्शनांत द्रष्टृसापेक्षतेला जें महत्त्व आहे तें या भूमितिदृष्ट्या त्याच्या विश्वमध्याशीं मिळवून पाहिल्यावर हा मानवमध्य विश्वा(Homocentric Universe)चा वेताळ विश्वाच्या परिघभर फिरून पुन्हा पूर्व स्थलावर आला असल्याचा एक महत्त्वाचा संशय येतो.

विश्व हें याप्रमाणें निश्चितरूप असून विशिष्टाकृतीचेंही आहे असें ऐकून अनंताच्या अभिमान्यांना कदाचित् विषाद वाटण्याचा संभव आहे. परंतु वास्तविक विश्व हें निश्चितरूप मानण्यानें तें फार लहान व अगदीं खिशात घालण्यासारखें झालें आहे असेंच मानलें पाहिजे असें नाहीं. कदाचित् सान्त, अनन्त, निश्चित, अनिश्चित वगैरे संज्ञांचे जे अर्थ तेहि व्यक्तिसापेक्ष व भिन्न-भिन्न असणें संभवावें आणि शारीरदृष्ट्या अनन्त असेल तें मनोदृष्ट्या, बुद्धि-दृष्ट्या, आत्मदृष्ट्या अनंत असलेंच पाहिजे असें नाहीं. जगाच्या बालपणाचें आकाश हें जेथें जाऊन पोहोंचणें शक्य नाहीं अशा अति दूरच्या डोंगरा-वर टेकलेलें असून, अबब! तें केवढें प्रचंड—अगदीं अनंत होतें व पृथ्वीही तशीच होती. कालक्रमानुसार पृथ्वीप्रदक्षिणा शारीरदृष्ट्या शक्य झाली. पण, तीहि कांहींनाच. तथापि, आजही ज्यांनी आपल्या प्रांताच्या अगर देशाच्या मर्यादा सोडल्या नाहींत त्यांना शारीरदृष्ट्या पृथ्वी अनंत असली तरी मनो-दृष्ट्या तरी ती अनंत नाहीं. त्याचप्रमाणें पृथ्वीपेक्षां मोठें, अगदीं प्रचंड विश्व-हें मनोदृष्ट्या अनंत असलें तरी बुद्धिदृष्ट्या अनंत असणें जरूर नाहीं. बुद्धी-पेक्षांही उच्च, श्रेष्ठ व व्यापक असलेल्या आत्म्याला तर अनंत असें कांहींच नाहीं. त्याला सर्व एकच व शिवाय स्वतःच. ही उच्च उच्च श्रेणीची ग्रहणक्षमता लक्षांत घेऊन या विश्वाच्या आकाराचा निर्देश करावयाचा प्रयत्न करूं.

विश्वाच्या आकारमानाची निश्चिति ही त्यांतील वास्तव्यद्रव्याच्या सांद्र-तेच्या अगर घनतेच्या (Density of matter in the universe) आधारा-वर करण्याची वास्तवशास्त्रीय पद्धति आहे. विश्वाचा स्थलरूप विस्तार हा सर्वत्र वास्तवद्रव्यानें परिपूर्ण व्याप्त नाहीं. त्यांतला बराच भाग अद्यापि रिकामा आहे. या एकंदरींत स्थलांचें त्यांत असलेल्या वास्तवद्रव्याशीं

प्रमाण पाहतां, हें वास्तवद्रव्य सरासरीच्या मानानें बेताचेंच आहेत. विशिष्ट ठिकाणच्या मनुष्यवस्तीच्या दाटीचें प्रमाण ज्याप्रमाणें काढतां येतें, व कांहीं विशिष्ट स्थिरप्रमाणा(Standard)नुसार ही दाटी किती कमी आहे, एक द्वितीयांश आहे की एक चतुर्थांश आहे, हें जसें ठरवितां येतें, जवळजवळ त्याप्रमाणें विश्वांतील वास्तवद्रव्याची दाटी अगर सरासरी विशिष्टगुरुत्व १९२६ सालीं हबल नांवाच्या शास्त्रज्ञानें मोजलेली आहे व ती दर घन सेंटिमीटरास $(१\cdot५\times१०^{-३१})$ इतकीच भरते. यावरून कांहीं विशिष्ट गणित-प्रक्रियेनें शास्त्रज्ञांनीं विश्वाचा आकार निश्चित केला आहे. हा आकार $(८\cdot५\times१०^{२८})$ इतका असावा. हा आकार मैलांच्या मापांत सांगणें तितकें सोयीचें नाहीं. त्याकरितां शास्त्रज्ञांनीं जें माप शोधून काढलें आहे, तें म्हणजे प्रकाशवर्षाचें. एका प्रकाशवर्षाचें अन्तर म्हणजे दर सेंकदास १८६००० मैल वेगानें प्रकाशास एका वर्षांत धांवून पोहोंचण्यास पुरणारें अंतर. या प्रकाशवर्षाच्या मापानें मापलें असतां ब्रह्मांडगोलाचा परीघ १०००,०००,००० (शंभर कोटि) प्रकाशवर्षांचा आहे. म्हणजे या बसल्या ठिकाणाहून हातांतल्या विजेच्या दिव्याचें बटन दाबून प्रकाशकिरण जर अन्तरिक्षांत सोडला तर तो सरळ दिशेनें व वर दिलेल्या प्रचंड वेगानें धांवतच जाऊन विश्वप्रदक्षिणा पुरी करून परत पुन्हां याच ठिकच्या ठिकाणीं येण्यास शंभर कोटि वर्षे लागतील.

याप्रमाणें सांप्रतच्या शास्त्रीय कल्पनानुसार निश्चितरूप मानलेलें जडप्राकृतिक विश्व तसें कांहीं अगदीं फार लहान नाहीं. तें पूर्वी अनंत मानलेल्या विश्वापेक्षां खरोखरच मोठें आहे. थोडक्यांत, तें फारच प्रचंड आहे. तें शारीरदृष्ट्या अनिश्चित व अनंतच आहे. मनोदृष्ट्याही तें कल्पनेंत न समावण्याइतकें मोठें व त्यामुळें अनंतच आहे. तथापि, बुद्धिदृष्ट्या तें निश्चितरूप व सान्त आहे, असें मानावयास हरकत नाहीं.

यानंतर या प्रचंड गोलाकार विश्वाच्या अनुषंगानें घडणें संभवनीय असणाऱ्या ज्या कांहीं चमत्कारिक घटनांचा आइनस्टाइननें निर्देश केला आहे त्यांचा थोडक्यांत विचार करूं. मात्र या विचारास सुरुवात करण्यापूर्वी या ग्रंथांत प्रकरण ९ मध्यें सांगितलेली संवर्ताची कल्पना वाचकांच्या नीट

लक्ष्यांत असली पाहिजे. या संवर्ताच्या कल्पनेचें सामान्य स्वरूप असें आहे कीं, जगांतील हरएक व्यक्तींला अगर वस्तूला स्वतंत्ररूप अस्तित्व असें कांहीं नसून सर्व जग हें नाना संवर्तसमुदायरूप आहे. जग हें फक्त संवर्तांचें बनलें आहे. व हे संवर्त कशाचे तर ते फक्त विद्युच्चुंबकीय लहरींचे अगर तरंगांचे होत. बीजाणु प्रोताणु हेच मुळांत अशा तरंगांचे छेदनबिंदु अगर संवर्त होत व यांचेंच बनलेलें सर्व विश्व हें अर्थात् संवर्तरूप होय. शिवाय, या विद्युच्चुंबकीय लहरीच प्रकाशाची संवेदना उत्पन्न करतात. समग्र, अखिल, चराचर विश्व हें कमीअधिक तीव्रतेच्या नाना, अनेक, असंख्य विद्युल्लहरींच्या संवर्तसमुदायामुळें उद्भवणारा देखावा होय; आणि हे संवर्तच आपल्या विशिष्ट रचनेमुळें विश्वाच्या रचनेबरोबर विशिष्ट परिस्थितीत स्थलकालाचाही भाव उत्पन्न करतात.

ही गोष्ट नीट लक्ष्यांत ठेवून यापुढची पायरी गांठावयाची म्हणजे या प्रत्येक संवर्ताला कारण असलेल्या विद्युल्लहरी या नेहमीं स्वतःच्या उद्भवस्थानापासून एका वाढत्या गोलाच्या आकारांत एकसारख्या विश्वभर पसरत असतात व (स्वतःच्या अंगच्या, अल्पस्वल्प वजनामुळें वाकत?) गोलाकार पसरत असतां त्यांना अखेर विश्वाएवढा प्रचंड आकार येऊन राहतो. तथापि हें विवरण मुद्यावर आणण्याकरितां या विषयाचें स्वरूप थोडें स्पष्ट व मर्यादित करणें जरूर आहे. त्याकरितां समजा की, एका ठिकाणचा एक विद्युद्दीप लागला आहे. त्याबरोबर, अर्थात्, त्या दिव्यापासून प्रकाशकिरण सर्वत्र फैलावत जातील. शिवाय, समजा कीं, हा विद्युद्दीप सर्व बाजूंनीं प्रकाशोद्गारी आहे. त्याच्या खालीं, वर, कोठें अपारदर्शक धातूचा अंधारी अडथळा नाहीं. अशा स्थितींत तेथून निघणाऱ्या प्रकाशकिरणांचा गोल एकसारखा वाढत वाढत जाऊन अखेर विश्वभर पसरेल. या निघालेल्या वाढत्या किरणशलाका फक्त दोनच असून निघतांना त्या परस्परांशी काटकोन करून निघाल्या आहेत असें मानून, नंतर, त्यांच्या मार्गांतील त्यांच्या भवितव्याचा विचार करावयाचा म्हटलें तर त्या सरळ दिशेनें वाढत जाऊन दोन प्रचंड वर्तुळें करून ठिकच्या ठिकाणीं परत येऊन मिळतील हें उघड आहे. पण, असें होण्यापूर्वी त्यांची या वर्तुळाच्या अर्ध्या अन्तरावरच्या एका बिंदूशीं गांठ

पडणें शक्य आहे. या बिंदूला मूळ प्रकाशोद्भवस्थानाचा प्रतिबिंदु असें म्हणूं. हा मुद्दा उदाहरणानें स्पष्ट करावयाचा असल्यास उत्तरध्रुवावरून एक पूर्वेकडे व एक दक्षिणेकडे तोंड करून दोन प्रवाशी पृथ्वीप्रदक्षिणेस निघाले आहेत अशी कल्पना करा. कांहीं काळानें ते दक्षिणध्रुवाशी भेटतील व प्रदक्षिणा करून पूर्वस्थलास येतील, हें उघड आहे. या प्रकारचा प्रतिबिंदु तरंगगती-मुळें उत्पन्न होणें शक्य आहे ही गोष्ट परातीत पाणी घेऊन त्यांत कोठेंही एक खडा टाकला तरी त्यामुळें उत्पन्न होणाऱ्या लाटांच्या साह्यानें प्रत्ययास येईल. या परिस्थितींत त्या दोघांची एकदां दक्षिणध्रुवाशी व एकदां उत्तर-ध्रुवाशी भेट हे दोन संवर्त होत. पण त्यांचा हा असा पृथ्वीप्रदक्षिणेचा क्रम एकसारखाच चालू राहील तर कांहीं फेऱ्यांनंतर मूलबिंदु कोणता व प्रतिबिंदु कोणता हें कोणत्याही दृष्टयानें ठरविण्यास कांहीं साधन अर्थात् नसेल. मूळच्या उदाहरणांतील विद्युद्दीपापासून निघालेल्या प्रकाशकिरणांची तऱ्हा अर्थात हीच होणार. त्यांना थांबवितें कोठें कोणी नसेल आणि मूळ बिंदूपासून हे दोन प्रकाशकिरण निघतांना जो देखावा दिसला तोच देखावा ते मूलबिंदूच्या प्रतिबिंबापासून निघतांनाही दिसेल व ही चक्रभ्रमन्ति पुष्कळ वेळ चालू राहील तर मूळ बिंदू कोणता हें सांगणें अशक्य होईल. एवढेंच नव्हे, तर ही क्रियाही सदोदित चालू राहणें असंभवनीय नाहीं. त्यानतर समजा कीं, हे किरण दोनच नसून दोनशें, दोन हजार, दोन कोटि, अगदीं दोन परार्ध किंवा अनंत आहेत. अशा स्थितींत फार तर जों जों किरण जास्त तों तों संवर्त जास्त. शिवाय हे किरण एकदम न निघतां ते अनंत असल्यामुळें एकामागून एक असे अनंत निघूं लागतील तर ते जे दृश्य दिसेल तेंच, उदाहरणार्थ, आपल्या दृष्टीस दिसणाऱ्या सूर्याचेंही दृश्य नव्हे काय? व मग, तसें पाहूं जातां, आपला हा सूर्य विश्वाच्या अन्य ध्रुवावरच्या सदृश मूल-सूर्याचें प्रतिबिंब किंवा येथेंच पूर्वी असलेल्या मूल सूर्यबिंबाच्या अन्य ध्रुवा-वरील प्रतिबिंबाचें पुनश्च या ध्रुवावर प्रति-प्रतिबिंब!!! आणि तसें अस-ल्यास हें कितवें प्रतिबिंब ?!!! अर्थात्च, हें सूर्यप्रतिबिंब मूळचें अस्सल अवलचें असो कीं, दहाव्या पतीच्या अंतराचें असो, कांहीहि असलें तरी या प्रतिबिंबरूप सूर्याच्या उन्हाळ्यांत छत्रीवांचून भागण्याचा कांहींच संभव

नाहीं. कारण तें कांहीं आरशांतलें प्रतिबिंब नव्हे. शिवाय ही जी स्थिति सूर्याची तीच आकाशस्थ प्रत्येक गोलाची व थोडक्यांत सर्व विश्वाची!

पण आरशांतलें प्रतिबिंब म्हं किरणांचेंच प्रतिबिंब नसतें कां? परंतु या खोल विषयांत इतकें येथें जाणें परवडणार नाहीं. तथापि, या विद्युल्लहरीनीं स्वतःचीं वर्तुळें बनविण्याचें चालू ठेविल्यामुळें उत्पन्न होणारें काल-चक्राचें दृश्य युगायुगाच्या ठायीं पुनः पुनः प्रत्ययास येणें अशक्य नाहीं. आणि ब्रह्मांडाप्रमाणेंच त्याशीं समरूप असलेले स्थल व काल हे भावही वर्तुलाकृति असून पुनः पुनः परतून येणारे आहेत, असें आइनस्टाइन म्हणतो.

पुराणान्तरींची बकदाल्भ्य नांवाच्या ऋषीची कथा विचारसादृश्य दाखवि-णारी म्हणून येथें दिली आहे. हे ऋषि पावसाळ्यांत डोकीवर वडाची डहाळी किंवा गवताची पेंढी ठेवून तप करीत. "आपण पर्णकुटिका वगैरे कां बांधित नाहीं?" असें यांना बलरामानें विचारलें असतां यांनी त्याला उत्तर दिलें कीं, "बाबा! व्यक्तीचें जीवित हें कच्च्या घड्यांतील प्राण्याप्रमाणें क्षणभर टिकणारें आहे. तेवढ्याकरितां कोण खडपड करतो?" यांनीं बलरामास "तूं कोण?" म्हणून विचारलें असतां त्यानें उत्तर दिलें, "मी कृष्णाचा भाऊ बलराम." त्यावर हे अल्पायु ऋषि बलरामाला विचारतात, "अरे, हा आतां कितवा कृष्ण रे! युगायुगाच्या ठायीं दर एक असे इतके कृष्ण या मार्गानें उत्तरेस तपश्चर्येकरितां गेल्याचें मी पाहिलें आहे कीं, त्यांची संख्या मला आठवत नाहीं!!!"

या ऋषीनें ब्रह्मदेवाजवळही "मी तुझ्यापेक्षां वडील आहें." अशी गर्वोक्ति केली होती. परंतु, ब्रह्मदेवानेंही त्याला पूर्वयुगांतील अनेक ब्रह्मदेव दाखवून त्याच्या गर्वाचा परिहार केला. (म. भा. शल्यपर्व ४१) पण हें असो.

विश्व हें निश्चितरूप व गोलाकार असल्याची आइनस्टाइनची विचारसरणी संभाव्य कोटींतील असली तरी तीच विचारसरणी अनन्यगतिक नाहीं व अन्य आकार व अन्य अवस्था संभवणार नाहीं असें मात्र नाहीं. सामान्यपणें आपल्या पृथ्वीच्या सभोंवारच्या प्रदेशास जे वास्तवशास्त्रीय नियम लागू होतात तेच विश्वांतील अति दूरच्या प्रदेशास लागू करून वरची विचारसरणी रचणें बरोबर असेल, परंतु हे नियम कांहीं अज्ञात कारणांनीं थोडेसे बदलतील.

उदाहरणार्थ, प्रकाशकिरण अति दीर्घ वाढविला असतां तो वर्तुलाकृति धारण करणें जरूर नसेल तरही हें सगळेंच गाडें बदलेल.

शिवाय, आइनस्टाइनची गोलभूमिति हीच काय ती एकमेवाद्वितीयम् सत्य मानण्याची शास्त्रज्ञांची तयारी नाहीं. H. Weiyl हा भूमिती जरा वेगळ्या प्रकारची असल्याचें सिद्ध करतो. शिवाय, आइनस्टाइनच्या या वरच्या मांडणींत त्यानें सापेक्षतेच्या विशिष्ट सिद्धान्तांत नाकारलेले शुद्धस्थल-काल पुन्हां मान्य केले जातात असें वाटतें. एरवी शंभर कोटी प्रकाशवर्षे व सेकंदास १८६००० मैल वेगानें एवढ्या शंभर कोटी वर्षांत धांवण्यास पुरेसा ब्रह्मांडाचा परीघ याचा व या विश्वाच्या बिंब-प्रतिबिंब बिंदूचा अर्थ काय?

एवंच, ब्रह्मांडरचना आइनस्टाइन म्हणतो तशीच असली पाहिजे असें ठासून म्हणतां येत नाहीं. निदान डी सिटर (De Sitter) नांवाच्या डच खगोल-शास्त्रज्ञानें अन्य एक प्रकारची ब्रह्माण्डरचना शक्य असावी असें प्रतिपादिलेलें आहे. मात्र डी सिटरची ब्रह्माण्डरचनेची कल्पना आइनस्टाइनच्या कल्पनेपेक्षां एकतर समजण्यास फार अवघड अशी आहे, व दुसरें म्हणजे त्या कल्पनेचा विशेष हा कीं, त्यांत कालाचें स्वरूप अगदींच विचित्र आहे. डी सिटरच्या विश्वरचनेंत प्रत्येक द्रष्ट्याला त्याच्या ठिकाणच्या ठिकाणीं काल-प्रवाह सामान्य प्रकारचा भासतो. परंतु, तेथून जों जों दूर जावें तों तों कालच मंदावतो, आणि तो इतका कीं, विश्वपरिघाच्या चतुर्थांश बिंदूवर कालप्रवाह पूर्ण स्थिर झाला आहे, तेथें एकामागून एक कांहींएक घडत नाहीं, थोडक्यांत, तेथील घड्याळें बंद पडलेलीं असतात, असें येथील द्रष्ट्याच्या प्रत्ययाला येतें. उलट, तेथील द्रष्ट्याचा येथील स्थितीचा अनुभव येथें कालप्रवाह मंदावला आहे अशाच नमुन्याचा संभवतो. शिवाय, पुराव्याच्या दृष्टीनें पाहतां डी सिटरच्या या कल्पनेला पुरावाही थोडाफार मिळतो, व तो म्हणजे Spectroscopic Analysisनें तेथील परमाणूंची गति येथल्यापेक्षां मंद असल्याचें प्रत्ययास येतें. तथापि, येवढ्या पुराव्यावरच डी सिटरची ब्रह्मांड-रचनेची कल्पना यथातथ्य मानणें रास्त नव्हे. शिवाय, आइनस्टाइन व डी सिटर या दोन तत्त्वज्ञांच्या ब्रह्मांडरचनेच्या कल्पना एवढ्याच काय त्या विचारार्ह आहेत असें नव्हे. त्याबाबतच्या अन्य कल्पनांनाही जागा आहे. विश्व हें

एकाच स्थिर आकाराचें व आकृतीचें नसून तें सारखें वाढत फुगत आहे, त्यापेक्षां मोठ्या, बृहत्*आकाराचें होत आहे, असें कांहीं शास्त्रज्ञांचें मत आहे. हा सर्वच भाग एकंदरीत अद्याप पूर्ण निश्चित अशा शास्त्रीय क्षेत्रांत आला नसून तो कल्पनेच्याच क्षेत्रांत आहे आणि त्याचा येथे निर्देश कल्पनेच्या भराऱ्या केवढ्या प्रचंड असणें संभवतें हें स्पष्ट करण्याकरितांच केलेला आहे. शिवाय, हा भाग अद्याप निश्चितरूपाप्रत पोहोंचला नसल्यानें या ग्रंथाच्या कोणाही वाचकास आपली कल्पनाशक्ति अगर प्रतिभाशक्ति याबाबत चालविण्यास पूर्ण मुभा असल्याचें जरी या प्रकरणानें स्पष्ट होईल, एवढा जरी ध्वनि या प्रकरणांतून वाचकांच्या कानी गेला, तरी या प्रकरणानें अडविलेली जागा कारणी लागली असें म्हणतां येईल.

आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनाचा शास्त्रीय भाग अर्थात् येथें संपला. यानंतर त्याच्या सापेक्षदर्शनानें तात्त्विक क्षेत्रांत जी कांहीं थोडीफार खळबळ उडते ती तिच्या इतिहासासह फक्त उडत उडत दर्शविण्याच्या उद्देशानें पुढील प्रकरण लिहिलें आहे.

*ब्रह = बृहत् होणें, फुगणें.

प्रकरण २१ वें.

सापेक्षदर्शनाची तात्त्विक बाजू.

विश्व हें स्थित्यात्मक आहे कीं गत्यात्मक आहे हा ग्रीक तत्त्ववेत्त्यांमध्यें मोठाच वादाचा प्रश्न होता. त्या तत्त्ववेत्त्यांपैकीं झेनो हा एक असून तो ख्रिस्तपूर्व पांचव्या शतकांत होऊन गेला. मनुष्यापासून सोडलेला बाण कोणत्याही विशिष्ट क्षणीं कोणत्या ना कोणत्या तरी बिंदूपाशीं स्थिर असला पाहिजे व बाणाचा मनुष्यापासून लक्ष्यापर्यंतचा प्रवास हा या प्रकारें बाणाच्या स्थिर अवस्थांचाच बनला असल्यामुळें त्या बाणाकडून स्थलसंक्रमण किंवा गत्याधान अशक्य होय, तो केवळ दृष्टिभ्रम (Appearance) होय असें तो प्रतिपादन करी. तो पारमेनिडेस (Parmenides)चा शिष्य, आणि पारमेनिडेस हा विश्व हें स्थित्यात्मक किंवा विश्वांतील आद्यतत्त्व हें अस्तिरूप (Being) आहे असें मानणारा होता. त्याच्या या पक्षाच्या उलट त्याच वेळीं हीराक्लिटस (Heracleitus)चा पक्ष असून तो विश्व गत्यात्मक किंवा विश्वांतील आद्य-तत्त्व गतिरूप (Becoming) हें आहे, असें प्रतिपादन करीत असे. पुढेंपुढें तर हा मतभेद चांगलाच दृढमूल झाला. शिवाय, या दोहोंपैकीं कोणाचा पक्ष खरा हें निश्चयपूर्वक सांगणें कठीण होतें व तें अगदीं आइनस्टाइनचें सापेक्ष-तेचें तत्त्व जगापुढें येईपर्यंतही होतें. उदाहरणार्थ, एक पक्ष म्हणे कीं, जगांत गतीशिवाय सत्य असें कांहीं नाहीं. निदान ज्यांना आपण जिवंत वस्तु म्हणतों त्यांची मुख्य खूण म्हणजे चलनवलन हीं होय. त्यावर दुसरा पक्ष म्हणे कीं, गति असें विश्वांत कांहींच नाहीं. कारण गति म्हणजे जी वस्तु गति पावणार तिलाच ठिकाण—स्थिति—स्थिरपणा नसेल तर तिच्या गतीचा विचार कोठला ? मग, गति असें कांहींच नाहीं, सर्व विश्व स्थिर आहे.

या स्थितिगतीच्या कूटावर बर्ट्रांड रसेल व हेनरी बर्गसन् या दोघांनीं दोन निरनिराळ्या प्रकारची तोड काढली आहे. बर्ट्रांडच्या मतें झेनोचा पेंच गणितशास्त्रांतील आधुनिक सातत्याच्या (Theory of Continuity) तत्त्वानें सुटतो. या तत्त्वानुरूप स्थल हें परस्परांशेजारीं ठेवलेल्या बिंदूंचें व काल हा

परस्परांशेजारीं ठेवलेल्या क्षणांचा बनलेला आहे. कोणत्याही समर्याद स्थलखंडांतील बिंदूंची व कालखंडांतील क्षणांची संख्या मात्र असंख्य, अनंत आहे आणि कोणतेही दोन बिंदू अगर क्षण हे शेजारीं नसून त्यांच्या दरम्यान अगर त्या दोहोंमध्यें पुन्हां आणखी एकादा आहेच. कोणत्याही दोहोंच्या दरम्यान खंड अगर रिकामी जागा अशी नाहींच आणि कोणतेहि दोन बिंदू अगर क्षण परस्परांशेजारीं असतात असेंही नाहीं. एकानंतर दुसरा एवढें अभावरूप अंतर (न + अंतर = नंतर) देखील त्या दोहोंमध्यें असत नाहीं. ही स्थलकालाची अनंत बिंदुरूपता व क्षणरूपता मानल्यानें व क्षणामागून क्षणांत मागील बिंदूवरून पुढील बिंदूवर बाण जातो असें मानल्यानें झेनोचा पेंच सुटतो, असें बर्ट्रांड रसेलचें मत आहे.

बर्गसन्‌ची या पेंचावरची जी तोड आहे ती म्हणजे बाण हा अखंड गतिमय मानणें व विशिष्ट क्षणी तो कोणत्या बिंदूशीं आहे हें विचारणें म्हणजे अखंडाचे किंवा अखंडनीयाचे खंड पाडण्याची नसती जडप्रचुर बौद्धिक लुडबूड करण्यासारखें होय, असें मानणें ही होय. बर्गसन्‌च्या मतें स्थलकालाची क्षणबिंदुरूप मांडणी करणें हा जड-व्यवसायी बुद्धीचा नसता उपद्व्याप असून गति किंवा अवधि (Duration) हाच सर्व जीवनक्रियेचें सत्यस्वरूप होय.

मात्र झेनोच्या पत्रावर खरी तोड या आइनस्टाइननें प्रस्थापित केलेल्या सापेक्षतासिद्धान्तानें मिळतें. सापेक्षतेच्या तत्त्वानें भौतिक विश्वाचें रूपच बदलतें. आणि झेनोचा पेंच असा सुटतो की, त्यानें शास्त्राला तर्कशक्तीला किंवा सामान्य अनुभवालाहि धक्का बसत नाहीं. आइनस्टाइनच्या मांडणीप्रमाणें पृथक् व केवळ स्थल व काल हीं झेनोचीं सुरवातीचीं आद्यविधानें (Premises) दूषित आणि अग्राह्य ठरतात. जगांत स्थलबिंदू व कालबिंदू यांच्या दोन परस्परनिरपेक्ष अशा मालिकांच्या रुळावरून गतीची गाडी जात नसून स्थलकालरूप संयुक्त धातूच्या तारेमधून गतीचा प्रवाह तांब्याच्या तारेमधून विजेच्या प्रवाहाप्रमाणें वाहत असतो व त्यामुळें अर्थातच झेनोचा पेंच उद्भवत नाहीं.

या स्थितिरूप व गतिरूप विश्ववादाचाच एक अनुषंग म्हणजे परमाणुवाद होय. हा परमाणुवाद ग्रीक देशांतील डिमाक्रिटस् नांवाच्या साक्रेटिसच्या

समकालीन जडवादी तत्त्वज्ञानं प्रचलित केला. हिंदुस्थानांतील कणादमतही याच नमुन्याचें आहे. या मतांतील मुख्य भाग म्हणजे सर्व विश्व हें सूक्ष्म, अविभाज्य व अविनाशी द्रव्यकणांचें अगर परमाणूंचें बनलें आहे आणि ज्याप्रमाणें फक्त ५२ वर्ण असले म्हणजे त्यांपासून सर्व वाङ्मय तयार होऊं शकतें त्याप्रमाणें सर्व सजीव-निर्जीव सृष्टीच्या येथून तेथून सर्व घटनांची व सर्व व्यापारांची उत्पत्ति, स्थिति, प्रलय हे या परमाणूंच्या नाना संयोगांनीं होतात. या वादांतील जडत्वाचा अंश उघड असूनही तो त्याज्य आहे असें सहसा वाटत नाहीं. आणि आधुनिक वास्तवशास्त्रज्ञांनीं विशिष्ट तपमानास व विशिष्ट दाबास विशिष्ट आकारमानांतील नाना वायुरूप पदार्थांची परमाणुसंख्या समान असते, हें ॲव्होगाड्रोचें मत मान्य करून या परमाणूंचें आसन थोडें फार बळकटच केलें आहे. अगदीं आधुनिक असें वीजाणूंचें तत्त्व या जुन्या परमाणुवादाचें पूर्ण मंडन होय. तथापिही, या वादांतील जडत्व इतकें कांहीं पूर्ण संमत नाहींच. कारण, मन हें परमाणुमय मानतां येत नाहीं. मनामध्यें परमाणूपेक्षां जास्त सूक्ष्म असें कांहीं तरी खास आहे; आणि हा जास्तपणा तो ज्यांत नाहीं त्या परमाणूच्या केवळ समवायानें उत्पन्न होणें शक्य नाहीं हें उघड आहे.

मात्र, या परमाणूंच्या जोडीस अगर तोडीस दुसरा शून्यवाद (Theory of the Void) असाहि कांहीं आहेच. या परमाणूंना राहावयाला व हिंडाफिरावयाला मोकळी जागा, जेथें परमाणू नाहींत असें रिकामें, शून्य, असें स्थल पाहिजेच आहे. त्याशिवाय त्यांचें अस्तित्व व व्यापार कसे घडणार? उदाहरणार्थ, हवेंत हात हालवावयाचा म्हणजे सांप्रत जेथें हवा आहे तेथें हात सरकूं शकण्यापूर्वी तेथील हवा बाजूस सरकली पाहिजे. कदाचित् ही हातास नवीन प्राप्त व्हावयाच्या स्थलांतील हवा हात हालविण्यापूर्वी तो जेथें होता तेथें हात तेथून हालल्यानंतर पुन्हां येऊन भरून राहील. परंतु हा स्थलांतराचा व्यवहार घडण्यापूर्वी व घडण्यासाठीं कांहीं थोड्या अन्य रिकाम्या जागेची जरूर आहे. दुसरें एकादें सामान्य व्यवहारांतील उदाहरण हा मुद्दा स्पष्ट करण्याकरितां द्यावयाचा झाल्यास समजा कीं, बिन कल्हईच्या भांड्यांत चुकीनें ठेवलेलें ताक त्याच आकाराच्या व आतां दूध ठेवलेल्या अन्य भांड्यांत बदलावयाचें आहे. तर

याकरितां तिसऱ्या निदान तेवढ्याच आकाराच्या रिकाम्या भांड्याची जरूर आहे, अशा प्रकारची ही विचारसरणी होय. शिवाय, ही बदलाबदलीची गत्यात्मक क्रिया होण्यास कसल्या तरी प्रेरक जोरा(Force)ची जरूर आहे. तसेंच, या सर्व घडामोडींत कालाचा समावेश अवश्य होतोच. एवंच (१) स्थलबिंदु, (२) कालबिंदु (किंवा क्षण), (३) परमाणु, (४) त्याची स्थिति, (५) गति व (६) शक्ति या भावांचा विश्वरचनेंत समावेश करण्याचा प्रघात फार जुना असून तो अगदी आजवर चालत आहे हें उघड आहे.

ग्रीकमतानुरूप याप्रमाणें विश्वघटनेची तयारी झाल्यानंतर तीत ज्या कांहीं अद्याप उणीवा आहेत त्यांपैकी एक म्हणजे परमाणूंत जी गति दिसून येते तिची उपपत्ति लावणें. ही उपपत्ति सहज लावली गेली. परमाणू म्हणजे कांही तरी अस्तित्व व शून्य स्थल म्हणजे अस्तित्वाचा अभाव असें असता या अभावरूपी शून्यांत भावरूपी परमाणू सहजच खालीं जावेत व जातात; व त्यांचा संयोग होण्यास डिमाक्रिटसच्या मतें तेवढें कारण पुरें आहे. गुरुत्वाकर्षणाच्या कल्पनेची पूर्वपीठिका कांहींशी अशी आहे.

पण येथें एक दुसरी अडचण एपीक्युरसनें उपस्थित केलेली आहे. ती ही की, हे परमाणू याप्रमाणें शून्य स्थलांत पडूं लागले तर सर्व समान्तर रेषांत पडतील व मग त्यांच्या संयोगाचा योगायोग कसा येणार? यावर अशी तोड काढली गेली कीं, हे परमाणू एकमेकांकडे कांहींसे झुकत अगर कलत असावेत आणि या क्रियेला ल्युक्रेशियसनें 'कलन' असें नांव दिलें. अर्थातच, हा सर्व कल्पनेचा खेळ होता. येथें प्रयोग वगैरे कांहीं भानगडी नव्हत्या आणि तथापि कल्पनाशक्तीच्या जोरावर विश्वाचीं कूटें उलगडण्याची धडाडी मात्र त्यांत दिसून आल्यावांचून राहत नाहीं.

ग्रीकमत या मर्यादेपर्यंत येऊन ठेपल्यानंतर तें कोपर्निकसच्या काळापर्यंत चालू होतें. परंतु त्यांत कोपर्निकसानें आपल्या शोधानुरूप फारच मोठी क्रान्ति घडवून आणली. हा शोध म्हणजे पृथ्वी ही स्थिर नसून ती दररोज परिवलन करीत आहे, हा होय. या शोधांत विशेष कांही आहे असें आपणास आज न वाटेल, परंतु त्या काळीं त्या शोधाला फार महत्त्व होतें. शिवाय, या शोधाला

गॅलीलियोनें प्रयोग करून पुष्टि दिली. याच सुमारास या शोधानुरूप विश्वाच्या या नवीन दृश्य रूपाच्या अनुरोधानें पद्धतशीर तत्त्वज्ञानाचा पाया घालण्याचा प्रयत्न डेकार्ट नामक तत्त्ववेत्ता करीत होता. डेकार्टच्या प्रतिपादनांत व्यक्तिगत व वस्तुगत अशीं दोन तत्त्वें मानलीं जातात. पहिल्यामध्यें डेकार्ट असें प्रतिपादन करी कीं, इंद्रियद्वारां प्राप्त होणारें ज्ञान हें सदोष असतें. सबब, या तत्त्वानुरूप सत्यज्ञान प्राप्त होण्यास मुख्य आश्रय बुद्धीचा घेतला पाहिजे. इंद्रियांचें कार्य शरीरसंरक्षण हेंच होय; व ज्ञानप्राप्ति ही बुद्धीनेंच शक्य आहे, असें तो म्हणे. दुसऱ्या तत्त्वानुरूप डेकार्टचें म्हणणें असें कीं, विश्व हें जडरूप नसून तें यंत्ररूप आहे आणि विश्वाची घडामोड ही शून्य स्थलांत जड परमाणूंची चळवळ नसून उलट (१) शून्य स्थल असें कांहींच नाहीं, आणि (२) वस्तूच्या अंगचा मुख्य धर्म म्हणजेच ज्याला स्थल म्हणतात त्याचा विस्तार (Extension) हा होय. (३) शिवाय गति म्हणजे शून्यावकाशांतील स्थलान्तर नसून तें सर्वत्र परिपूर्ण भरलेल्या विश्वांतील एक शेजार टाकून दुसरा शेजार प्राप्त करून घेणें होय. यामुळें गति ही सर्वत्र परिपूर्ण असलेल्या विश्वांतच शक्य आहे, आणि या सर्वत्र परिपूर्ण भरलेल्या जगांत जी गति आहे ती चक्र-गतीच्या अगर भोंवऱ्याच्या रूपाची (Vortex movement) आहे; विश्व हें या प्रकारच्या चक्रगतींनीं भरलेलें आहे आणि यांत मोठ्या चक्रगतींत लहान लहान चक्रगति अगर भोंवरे अनेक असतात. (हें दृश्य पाण्याच्या प्रवाहाच्या अनुषंगानें पाहावयास मिळतें.) उदाहरणार्थ, सूर्यमाला ही एक प्रचंड चक्रगति असून तींत नाना ग्रहांच्या व उपग्रहांच्या पोट चक्रगति आहेत, व हाच क्रम प्रचंड विश्वगोलापासून तों तहत शरीरांतील रक्तगोलापर्यंत आणि सृष्टींतील अणूपर्यंत चालू आहे.

डेकार्टच्या तत्त्वज्ञानांतील या दोन वैयक्तिक व वास्तविक तत्त्वांपैकीं वैयक्तिक तत्त्वाला फारच मोठा मान अद्यापहि आहे. आणि त्यामुळें डेकार्टला आधु-निक तत्त्वज्ञानाचा आद्य पुरस्कर्ता असें सार्थ नांव मिळालें आहे. दुसऱ्या वस्तुगत तत्त्वाकडे मात्र त्यानंतरच्या तत्त्वज्ञान्यांचें इतकें लक्ष्य गेलें नाहीं. व त्याचीं कारणेंहि वेगवेगळीं आहेत. मात्र, गतीच्या सापेक्षतेचें जें तत्त्व त्यानें प्रतिपादन केलें तें या ठिकाणीं प्रामुख्यानें विचारांत घेण्यासारखें आहे.

सापेक्षतासिद्धान्ताचा खरा आरंभ याप्रमाणें डेकार्टपासून होतो यांत शंका नाहीं. डेकार्टच्या पूर्वीं कोपर्निकसानें पृथ्वी ही स्थिर नसून स्वपरिवलन करीत असल्याचें सिद्ध केलें होतें. त्यावर पुढें विचार करूं लागतां गतीच्या तात्त्विक रूपाचा विचार डेकार्टच्या मनांत येणें अपरिहार्य होतें. ज्याला आपण सामान्यतः स्थिरपणा म्हणतों तो म्हणजे बसल्या ठिकाणीं हातपाय न हालवितां बसणें (एवढ्यानेंही भागेल की नाही कोण जाणे !) एवढाच जर असेल तर त्याला विशेष कांहीं अर्थ नाही. कारण, असला स्थिरपणा भरधांव रेल्वेगाडीत किंवा त्याहीपेक्षां झपाट्यानें फिरणाऱ्या पृथ्वीवर आहे म्हटल्यास आहे व नाहीं म्हटल्यास नाही. जगांत असे कांहीं कोठें स्थिर बिंदू आहेत कीं, ज्यांच्या सापेक्षतेनें आपण स्थिर राहू शकूं किंवा भ्रमण करूं शकूं ? अगदी स्थिर मानलेला प्रत्यक्ष ध्रुवाचा तारादेखील स्थिर अगर ध्रुव नाहीं. एवंच, हा सारा मनाचा खेळ होय आणि शेजार बदलणें म्हणजे गति आणि न बदलणें म्हणजे स्थिति असें म्हणावेंसें वाटल्यास तें फार तर विशिष्ट शेजारच्या दृष्टीनेंच होय, यापेक्षां त्यांत कांही महत्त्व नाही, असें डेकार्ट म्हणे. डेकार्टची ही मांडणी प्रस्तुतच्या सापेक्षतावादाशीं इतकी सदृश आहे कीं, आइनस्टाइनचें सापेक्षतासिद्धान्ताचे प्रतिपादन हें न्यूटनचें चुकीचें मत खोडून काढून खरोखर डेकार्टचें जुनें सत्य मत पुन्हां प्रस्थापित करणें होय, असें वाटल्याशिवाय राहत नाही. आणि डेकार्टनें ज्याला चक्रगति म्हटलें जवळजवळ त्यालाच आधुनिक वैज्ञानिक विद्युच्चुंबकीय व्यापाराचें क्षेत्र (Field of Electro-Magnetism) असें म्हणतात असें म्हणावयास हरकत नाहीं. मात्र, या सापेक्षतासिद्धान्तांतील स्थलकालांच्या संयुक्त रूपाची कल्पना आइनस्टाइनची स्वतंत्र आहे यांत शंका नाही.

डेकार्टनें प्रचलित केलेल्या चक्रगतीबद्दल लिहितांना तीमध्यें आणि आधुनिक वैज्ञानिकांच्या विद्युच्चुंबकीय क्षेत्रामध्यें कांहीसें साम्य आहे, असें नुकतेंच ध्वनित केलें. परंतु, येथें त्या साम्यापेक्षां विरोधच जास्त आहे, असें दाखवून केवळ परिणामदृष्ट्या कांहीं साम्य असलें तरी तत्त्वतः या दोन कल्पनांमध्यें भेद असल्याचें येथें दाखवावयाचें आहे. वस्तुस्थिति अशी आहे कीं, चक्रगतीच्या तत्त्वानुरूप विषुववरील आकर्षणाची उपपत्ति लागेल, इतर कोठील

लागणें शक्य नाहीं. परंतु आकर्षण अगर तत्सदृश कांहीं क्रिया भूपृष्ठावर सर्वत्र, अगदीं ध्रुवावर दिसेल होते. दुसरी गोष्ट म्हणजे चक्रगतीच्या तत्त्वानुरूप सूर्याभोंवतीं फिरणाऱ्या ग्रहांच्या कक्षा या वतुर्लाकार हव्यात. पण वस्तुत: त्या लंबगोलाकार आहेत. शिवाय, तसें पाहूं जातां, पूर्ण (Plenum) चें तत्त्व असल्यास तें घना(Cubes)चें किंवा षट्कोनी घना(Hexagons)चें संभवतें व हें फिरूं लागलें म्हणजे या कोणयुक्त आकाराचे कोपरे झिजून जाऊन त्याच्या दरम्यान हळूहळू शून्य (Void) उत्पन्न होणारच! या एकंदरीत कारणामुळें डेकार्टचें चक्रगतीचें तत्त्व मागें पडलें.

मात्र मौजेची गोष्ट ही कीं, डेकार्टनें ही सर्व मांडणी केवळ बुद्धिबलानें किंवा तर्कबलानें केली होती. यानंतर न्यूटनचा उदय झाला. न्यूटनचें तत्त्वज्ञान प्रयोगप्रधान होतें आणि केवळ त्यामुळें त्याच्या प्रतिपादनाला त्या वेळच्या शास्त्रज्ञांनीं मान्यता दिली. न्यूटनला डेकार्टच्या तत्त्वामध्यें जी अड-चण भासली ती म्हणजे पदार्थसमूह (System) या जर चक्रगतीनें फिरतात तर मग झाडावरून पडलेल्या फळानें पृथ्वीसभोंवर चक्रगतीनें अगर गोफणीं-तून सुटलेल्या धोंड्याप्रमाणें वर्तुलस्पर्शी (Tangential) दिशेनें फिरण्याऐवजी पृथ्वीच्या मध्याकडे कां धांव घ्यावी? शिवाय सूर्यमालेच्या चक्रभ्रमणामुळें सूर्यमालेंतील ग्रह सूर्याकडे धांव न घेतात! परंतु त्यांनीं सूर्यापासून विवक्षित अन्तरावरच फिरणें कां जरूर आहे याचें उत्तर डेकार्टच्या प्रतिपादनात नाहीं हीं होय. या व यासारख्या अन्य अडचणी-आक्षेपांतून न्यूटननें कांहीएक मार्ग काढला व तो म्हणजे वस्तूंचें परस्परावर दूराकर्षण (Action at a distance) किंवा सामान्यत: गुरुत्वाकर्षण हा होय. शिवाय, हें दूराकर्षण शक्य होण्यास—त्याला साधनभूत म्हणून त्यानें ईथरसारखी विश्वव्यापी कांही वस्तु असावी याही डेकार्टच्या मताला आपली मान्यता प्रदर्शित केली.

न्यूटनच्या या मांडणीचा एक परिणाम असा झाला की, त्या योगानें स्थलाला व स्थलाच्या अनुषंगानें कालाला केवलत्व येऊन बसलें. स्थल म्हणून विश्वांत कांहीं आहे आणि वस्तू त्यांत असतात, फिरतात आणि त्यांच्या दरम्यानच्या स्थलखंडांच्या प्रमाणांत परस्परांवर आकर्षण क्रिया करतात, या मांडणीनें वस्तुनिरपेक्ष स्थल म्हणून कांहीं आहे हें अगदीं उघड झालें आणि

ही कल्पना युक्लिडच्या भूमितीच्या मांडणीस मिळून शुद्ध केवलरूप स्थल-कालांची जी कल्पना एकदां दृढमूल होऊन बसली ती अद्याप तशीच आहे. आणि आइनस्टाइनच्या सापेक्षवादानें त्या कल्पनेला हाणून पाडण्याचा प्रयत्न चालविला तरी आणखी किती पिढ्यांनी ती निःशेष होणार आहे तें सांगतां येत नाहीं.

न्यूटनच्या मताची याप्रमाणें प्रस्थापना होत असतांच त्याचा समकालीन अन्य तत्त्ववेत्ता लायबनिटझ हा केवळ तात्त्विक कारणामुळें डेकार्टच्या मताला विरोध करीत होता. शिवाय, मौज ही की, न्यूटन व लायबनिटझ हे परस्परां-मधील तात्त्विक भेदामुळें प्रतिस्पर्धी होते. न्यूटनला स्थलकाल हे ईश्वराचा स्वभाव, ईश्वराच्या ताब्यांतले किंबहुना तदंतर्गत वाटत. जवळजवळ स्थलाला तो ईश्वराचा देह Sensorium व कालाला त्याचें आयुष्य मानी. आणि सांप्रत जरी फार तर ईश्वराचें मानवरूपत्व (Anthropological aspect) गळलें असलें तरी ईश्वराचें सर्वव्यापित्व, सर्वशक्तिमत्व हें शिल्लक आहेच. शिवाय, त्या काळीं ईश्वरावर न्यूटन व लायबनिट्झ या दोन्ही प्रतिस्पर्ध्यांचा पूर्ण विश्वास. परंतु, न्यूटन हा विश्वावरून विश्वेश्वराच्या गुणांची कल्पना करणारा तर लायबनिट्झ विश्वेश्वरावरून विश्वाच्या गुणांची मांडणी करणारा असा त्या दोघांमधील फरक असे. न्यूटनला ईश्वराच्या विराट देहांत कोठें ग्रह, तारा,* तर त्याविरहित फक्त ईथरयुक्त भाग. त्यांत ईश्वरी शक्तीबाहेर कांही आहे असें वाटेना. उलट, लायबनिट्झला हें असलें सतरा ठिगळांचें ईश्वरी विश्वयंत्र मान्य होईना. त्याच्यामतें सर्व विश्व हें ईश्वरनिर्मित जीवात्म्याचेंच बनलें आहे. तें जीवात्म्यांनीं खचून भरलें आहे—नव्हे तें तद्रूप, तन्मय आहे; मध्यें कोठेंहि शून्य असें कांहीं नाहीं. आणि तें तसें असण्यांत त्यांतील प्रत्येक जीवात्म्याची वैयक्तिक पूर्णता व सर्वांची मिळून सामुदायिक पूर्णता आहे. या जीवात्म्यांत तरतम भेद असतील. परंतु विश्वांत अनेक, असंख्य, अनन्त जीवात्म्यांखेरीज अन्य कांहीं स्थल, काल, शून्य, वगैरे नाहींच नाहीं असें तो म्हणे; हेंच आधुनिक ध्येयवादांचें तत्त्व होय. या मताप्रमाणें

---

* स्वभाव एके कवयो वदन्ति कालस्तथान्ये परिमुह्यमानाः ।
देवस्यैषा महिमा तु लोके येनेदं भ्राम्यते विश्वचक्रम् ॥

न्यूटननें मानलेली विश्वाची स्थितिरूप घटना मागें पडून त्याऐवजीं सर्व विश्व हें जीवात्मरूपी ईश्वरी शक्तीनें भरलें असल्याचें प्रतिपादिलें जातें. लायबनिट्झचा प्रत्येक परमाणू हा जीवात्मरूप आहे, आणि त्या परमाणूंच्या पोटांत वीजाणू आहेत, असें आधुनिक वास्तवशास्त्र प्रतिपादन करील तर लायबनिट्झ प्रत्येक परमाणूला अशा जीवात्म्याची एक मोठी वसाहत म्हणावयास तयार होईल. जुन्या परमाणुवादानुरूप परमाणू हे अनेक पण संख्यामित, सविस्तर (Entended) पण अखंड अशा स्वविरोधी रूपाचे दिसत. त्याच्या उलट लायबनिट्झचे परमाणू हे अखंड, असंख्य, अनंत असून अविभाज्य तर आहेतच, पण ते प्रत्येकी सविस्तर अगर विस्तारखंडरूप नाहेत, ते जीवात्मरूप (Monad), आत्मैकरूप होत. त्याची घटना आध्यात्मिक आहे; ते अनुभवांचे द्रष्टे आहेत व त्यांचे व्यापार, म्हणजे दर्शनाक्रिया अगर ज्ञान होय असें तो म्हणे. लायबनिटझचा हा असंख्य जीवात्मवाद कांहीसा विचारणीय पण कांहीसा मनोरंजकही आहे. उदाहरणार्थ, प्रत्येक देहाचा देहधारी वैयक्तिक (देह) जीवात्मा जसा आहे तसा देहाच्या प्रत्येक परमाणूचा वैयक्तिक (परमाणू) जीवात्मा आणि प्रत्येक परमाणूंतील प्रत्येक वीजाणूचा पुनः वैयक्तिक (वीजाणू) जीवात्मा असे स्वभावतः सर्व सारखेच पण लहानथोर दर्जाचे अनेक नमुन्यांचे व परस्पर-संबद्ध जीवात्मे हेच काय ते विश्वांचे घटक लायबनिट्झच्या मतें होत. शिवाय, प्रत्येक जीवात्म्याचें चैतन्यही एकसारखेंच आहे. मात्र, तें कमीजास्त प्रमाणांत प्रकाशित किंवा अप्रकाशित आहे एवढें. आणि यामुळेंच त्याचे वास्तव, वानस्पत्य, मानव जीवात्मे इत्यादि उत्पादित जीवात्म्यांचे भाग पडतात. आणि या सर्वांच्यावर अनुत्पादित वैश्व. जीवात्मा असा जो कोणी आहे तो सर्वज्ञ आहे, असें लायबनिट्झ म्हणे. अर्थातच हें मोठें धीटपणाचें विधान होय. या विधानांत मानवी जीवात्म्याचें अज्ञान व त्यामुळेंच स्थलकालाचा भास या कल्पना गृहीत आहेत. मात्र मानवी मनाबाहेर त्यांना स्थान नाहीं; आणि सर्व ईश्वरी मन हें स्थलाकालातीत आहे. याप्रमाणें लायबनिट्झच्या विश्वाच्या कल्पनेंत सर्वांचा मूलाधार हा ईश्वर असून तो सर्वज्ञ व सर्वसत्ताधारी आहे, त्यानें हें जें विश्व उत्पन्न केलें आहे ते कोणत्याहि बाह्य जबरदस्तीमुळें किंवा अन्तस्थ अबुद्धसुबुद्ध लहरीमुळें मुद्दाम गुंतागुंतीची घटना घडवून आणण्या-

करितां किंवा साध्या गतीमधूनच गुंतागुंतीचा देखावा उत्पन्न करण्याकरितां केलेलें नसून तें केवळ प्रत्येक संभाव्य इष्ट घटना घडवून आणण्याकरतां पूर्णपणें जरूर असलेल्या व एकमेकांशी संबंध जोडलेल्या स्थितीत तत्परतेनें कार्य करीत असलेल्या असंख्य जीवात्म्यांना अस्तित्वांत आणण्याच्या अध्यात्मिक जरूरीमुळें तें उत्पन्न केलें आहे.

मात्र, मानवी विचारमालिकेमधील हें केवळ एका काळचें एक पुष्प होय. यानतर या मालेत अनेक पुष्पें गोंवली गेली आहेत. आणि ही माळा येथें देण्याचा हेतु तात्त्विक विचारांचा पूर्वेतिहास दृष्टिआड न राहावा एवढाच आहे. प्रतिपादनाची व सांप्रतच्या काळी साध्य झालेली महत्त्वाची बाब पुढेंच आहे. डेकार्ट-कणादांचा परिमाणुवाद हा सत्याचें केवळ पृष्ठदृश्य होय, तें पूर्ण सत्य नव्हे. परमाणुवाद पुराणा झाला व परमाणूंची जागा वीजाणुनामक विद्युच्चुंबकीय लहरींनीं पटकावली. विद्युच्चुंबकीय लहरी ह्या ईश्वरच्याच द्विस्वरूपांपैकी (स्थितं च यच्च) एका रूपाच्या लहरी असणें बहुसंभाव्य वाटूं लागलें आहे. यानंतर पुढेंपुढें, हा न्यूटन आणि लायबनिट्झ यांचेमधील वाद चांगलाच जोरास लागून त्याला राजकन्या करोलिन इच्या मध्यस्तीनें सार्वजनिक चर्चेचें स्वरूप आलें होतें. न्यूटनच्या तर्फे त्यानें नेमलेला त्याचा शिष्य क्लार्क हा पत्रव्यवहार चालवून स्वतःच्या गुरूचें मत उचलून धरीत होता. इकडे लायबनिट्झही आपल्यापरी स्वतःची बाजू चांगलीच सावरून धरीत असे. एका पत्रांत तो म्हणतो:—

" माझ्या दृष्टीनें जग हे केवळ सापेक्ष आणि कालही तसाच आहे. स्थल हें सहास्तित्वा(Co-existance)च्या रूपाचें असून काल हा क्रमास्तित्व-(Sequence)च्या रूपाचा आहे. एकाच वेळी अस्तित्वांत असलेल्या वस्तु-समुदायाला स्थलाचें रूप येतें. किंवा पुष्कळ वस्तु एका वेळीं एकदम दिसल्या म्हणजे त्यांच्या परस्परसापेक्ष योजनेलाच आपण स्थल म्हणतों. " इ. इ.

न्यूटन आणि लायबनिट्झ यांच्यामधील हा वाद आधिभौतिक जडवाद आणि अध्यात्मवाद या दोन वादांच्या मूलस्थानीं आहे. त्या वेळच्या प्रत्यक्ष परिणामाच्या दृष्टीनें पाहतां लायबनिट्झचें मत शास्त्रज्ञांना विचारार्ह वाटलें नाहीं व न्यूटनचें मतच तेव्हांपासून आजवर ग्राह्य होऊन बसलें होतें. परंतु,

आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या सिद्धान्तानुरूप मात्र पुन्हां शास्त्रज्ञांचें आणि तत्त्वज्ञांचेंहि मत डेकार्ट व लायबनिट्झ यांच्या मताकडे चांगलेंच झुकलें असें म्हणावयास हरकत नाहीं.

सापेक्षदर्शनाच्या पार्श्वभूमिकेंतील ही तात्त्विक विचारसरणी वर जी दिली आहे ती पाश्चिमात्य होय; आणि आइनस्टाइनच्या मनावर या विचारसरणीचा कांहीच परिणाम सापेक्षदर्शन घडतांना झाला नसेल असें मानणें चुकीचें होय. अर्थात्, या विचारसरणीशीं तुल्य किंवा तीहून वरिष्ठ अशी तात्त्विक विचारसरणी हिंदी तत्त्वज्ञानांत निर्विवाद उपलब्ध आहे. परंतु ती येथें विशेष विस्तारानें न देण्याचें कारण, एक तर, तिचा पगडा आइनस्टाइनच्या मनावर किती असेल तें सांगणें शक्य नाहीं व दुसरें म्हणजे प्रस्तुत ग्रंथाच्या वाचकांपैकीं बहुतेकांना ती नवी असण्याचें कारण नाही.

तथापि, कांहींशी आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनासारखी एक तात्त्विक विचारसरणी जैनदर्शनांत ज्याला स्याद्वाद म्हणतात तेथें सांपडते. स्याद्-वादाचा उत्तान शब्दार्थः—स्याद = असेलही (तुम्ही म्हणतां तसें), असा कांहींसा देतां येईल. किंचित् थोडें तपशिलांत जाऊन पाहतां या स्याद्-वादाचें म्हणणें असें कीं, विश्वाचें दृश्य सर्वांना अगदी एकाच नमुन्याचें असलें पाहिजे असें नाही. तें भिन्न भिन्न प्रकारचें व कमींत कमी सात भिन्न प्रकारचें असूं शकेल. हे सात प्रकार म्हणजे:—

१ स्यात् अस्तीव घटः = घट असेल.

२ स्यात् नास्तीव घटः = घट नसेल.

३ स्यात् अस्तिनास्तीव घटः = घट असेल व घट नसेल.

४ स्यात् अवक्तव्यः एव घटः = घट वर्णन करण्यासारखा नसेल.

५ स्यात् अस्तीव (१) स्यात् अवक्तव्यः घटः (४) = घट असेल पण तो वर्णन करण्यासारखा नसेल.

६ स्यात् नास्तीव (२) स्यात् अवक्तव्यः घटः (४) = घट नसेल व तो वर्णन करण्यासारखा नसेल.

७ स्यात् अस्तीव (१) स्यात् नास्तीव (२) स्यात् अवक्तव्यः घटः (४) = घट असेल अगर नसेल आणि वर्णन करण्यासारखा नसेल.

अर्थात्, या स्याद्-वादाचें परीक्षण येथें करावयाचें नसून स्थलकालादि दृश्यांबाबत प्रत्येक द्रष्टा आपापल्यापरो खरा असण्याचा संभव जो आइनस्टाइनच्या मर्यादित सापेक्षदर्शनांत ऐकूं आला तसलाच कांहींसा संभव येथें उद्दिष्ट आहे हें येथें दर्शावावयाचें आहे. हा स्याद्वाद वैयक्तिक दृश्याला 'विकलादेश' व व्यक्तातीत दृश्याला 'सकलादेश' या संज्ञा देतो. हा वाद जैनपूर्वही असेल. परतु, हेमचंद्र नामक जैन महंतानें त्याची १० व्या शतकांत 'अन्ययोगव्यवच्छेदिका द्वात्रिंशिका' नामक बत्तीस श्लोकी स्तोत्रांत प्रथम प्राणप्रतिष्ठा केली व त्यावर बाराव्या शतकांत मल्लीसेन नामक महंतानें 'स्याद्वादमंजरी' नामक विस्तृत टीका लिहून त्यास स्थिरता आणली.

विश्व हें तत्त्वतः द्रष्टृसापेक्ष व द्रष्ट्रातीत असें द्विसंमिश्रच काय पण अनेक घटनांचें—एकांतर्गत अनैक्याच्या नमुन्याचें आहे, असें सांप्रत शास्त्रीय शोधान्तींहि ठरत आहे. या संश्लिष्ट नमुन्याच्या विश्वाच्या सापेक्ष दृश्य भागांत पृथक् स्थल, पृथक् काल, स्थिति अगर वस्तु, गति अगर शक्ति, मह अगर ओज, क्रिया अगर कारक वगैरे अनेक उच्चावच्च श्रेणींचे भाव प्रत्ययास येत असून तेच भौम जीविताला कर्तव्य व आनंद देणारे आणि त्याच्या क्षमतेच्या प्रमाणांत जीविताचें मूल्य प्रस्थापित करणारे असले तरी जीवभाव हा या सर्व श्रेणींपेक्षां उच्च असा भाव आहे; आणि तो जसा दृश्यातीत तसाच पृथग्रूपातीत व दृश्यादृश्याच्या समन्वयाच्या ठिकाणीं एकरूपानें विराजमान होणारा आहे. आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनांत शुद्धदर्शनाचा जो अव्यक्त भाव आहे तो कलेच्या व तत्त्वज्ञानाच्याही दृष्टीनें यामुळें फार महत्त्वाचा वाटतो.

प्रकरण २२ वें.

उपसंहार.

येथवरच्या प्रकरणांतून आइनस्टाइनप्रणीत सापेक्षदर्शनाचें विवरण यथाशक्य केलें गेलें. त्यानंतरच्या या प्रकरणांत या दर्शनासंबंधीं उपसंहारात्मक चार शब्द लिहून हा विषय पूर्ण करण्याचा विचार आहे.

आइनस्टाइनचें सापेक्षदर्शन हें दोन दृष्टींनी विचारार्ह ठरतें. एक म्हणजे वास्तवशास्त्रदृष्ट्या व दुसरें म्हणजे अतिवास्तव(Metaphysics)शास्त्रदृष्ट्या. यांपैकीं वास्तवशास्त्रदृष्टि ही सुरुवातीची आहे, पण तींत द्रष्ट्याचा प्रश्न प्रामुख्यानें पुढें येतांच द्रष्ट्याच्या अनुषंगानें त्याचें मानसशास्त्र व त्याचें अध्यात्मशास्त्र हीं शास्त्रें या विषयावर आपआपला हक्क सांगूं लागलीं, आणि तो हक्क मान्य करावा लागल्यामुळें या दर्शनाची अतिभौतिक बाजू ही भौतिक बाजूपेक्षां जास्त मूल्यग्राही ठरली. तथापि, या बाजूचा ऊहापोह येथें अतिशय त्रोटकपणेंच होणें शक्य आहे, ही गोष्ट सुरुवातीस नमूद करून नंतर प्रथम या विषयाच्या वास्तवशास्त्रीय उपसंहाराकडे वळूं. केवळ वास्तवशास्त्रदृष्ट्या पाहतां आइनस्टाइनच्या सापेक्षसिद्धान्ताचें शास्त्रीय महत्त्व लक्ष्यांत येण्याकरितां त्याची कामगिरी थोडक्यांत स्पष्ट करूं म्हटलें तर ती अशी करतां येईल:—

१. मॅक्स्वेल आणि लॉरेंट्झ यांनी प्रकाशाचा जो विद्युच्चुंबकीय स्वरूपाचा सिद्धान्त प्रस्थापित केला होता, त्याची मीमांसा अगर उपपत्ति आइनस्टाइनच्या सापेक्षतेच्या मर्यादित सिद्धान्तानें चांगली लागते व त्या सिद्धान्ताचें यथार्थत्व सहज पटवून दिलें जातें.

२. वास्तवशास्त्रानें मह व ओज हे दोन्ही भाव विश्वांत स्थिररूप असल्याचा जो न्यूटनच्या कालीं सिद्धांत बांधला होता त्या सिद्धान्तांतील मह व ओज हे दोन भाव पृथक् नसून ते एकच व ओजरूप होत व त्या त्यांच्या एकीकृत ओजभावाचें मात्र विश्वांत स्थिर रूप आहे, ही सुधारणा सापेक्षसिद्धान्तानें घडवून आणली.

३. वीजाणू हे स्वतः ऋणविद्युद्रूप असल्यानें खरोखर समविद्युद्धर्मी म्हणून ते परस्परांस दूर ढकलणारे अगर परस्परोत्सारी असावयास हवे होते, परंतु अणु-घटनेंत ते परस्परोत्सारण न करतां एकत्र राहतात, या शास्त्रीय कूटाचें कारण आइनस्टाइन सापेक्षतेच्या व्यापक सिद्धान्तांत असें सांगतो की, या प्रकारची एक विद्युद्धर्मी वीजाणुघटना टिकून राहण्याचें कारण (आइनस्टाइननें आपल्या पद्धतीनें मांडलेलें) गुरुत्वाकर्षण हें असावें.

४. मायकेलसन् व मोर्ले यांचे ईथरमधून पृथ्वीची गति निश्चित करण्याचे प्रयत्न कां फसले, याची कारणमीमांसा आइनस्टाइनचा सापेक्षसिद्धान्त चांगली लावतो, व वास्तवगति गति ही फक्त अन्यसापेक्ष असेल तरच मोजतां येईल, ईथरसापेक्ष गति असते असें मानतांच येत नाहीं, असें तो प्रतिपादन करतो.

५. आइनस्टाइनचा सापेक्षतेचा व्यापक सिद्धान्त गुरुत्वाकर्षणाची उपपत्ति न्यूटनच्या उपपत्तीपेक्षां फार बिनचूक लावूं शकतो.

६. विशेषतः सापेक्षतेच्या सिद्धान्ताची महती भावी संशोधनास मदत या दृष्टीनें विशेष आहे व त्या मदतीचें स्वरूप म्हणजे निसर्गनियम हे सर्व द्रष्ट्यांना सारखेच लागू, द्रष्टृनिरपेक्ष व शुद्ध असले पाहिजेत, ही आइन-स्टाइनची घोषणा होय.

तथापि सापेक्षदर्शनानें वास्तवशास्त्रांतील सर्वच कोडीं सुटतात असें नाहीं. उदाहरणार्थ, वीजाणु आणि प्रोताणु यांच्या घटना कशामुळें उत्पन्न होतात, व त्यांचे अणू कां बनतात हें सापेक्षदर्शन सांगूं शकत नाहीं. तसेंच जगांतील वास्तवद्रव्याचे लहानमोठ्या आकाराचे खंड कां बनतात हें सापेक्ष-दर्शन स्पष्ट करूं शकत नाहीं. शिवाय अलीकडेच शोध लागलेल्या प्रकाश-खंडसिद्धान्ता(Quantum Theory of Light)ची मीमांसा सापेक्षदर्शनानें होत नाहीं. जड वास्तवघटनेंतही सर्वत्र सातत्य (Continuity) असलें पाहिजे, या समजुतीला सांप्रतचे शास्त्रज्ञ चिकटून राहून तदनुरोधानें वरील मुद्यांची मीमांसा करूं पाहत असल्यामुळें ह्या अडचणी अद्याप शिल्लक उरल्या असाव्यात असें बर्ट्रांड रसेल म्हणतो. तथापि डॉ. रासेन यांचे मदतीनें सापेक्ष-सिद्धान्त व प्रकाशखंडसिद्धान्त यांच्यामधील फरक मिटविण्याचें नवें सूत्र आइनस्टाइनला हस्तगत झाल्याचें नुकतेंच कळतें.

यानंतरचा मुद्दा, ज्यामध्यें सातत्यभाव आहे असें मानलें जातें त्या ईथर-तत्त्वाच्या अस्तित्वाचा. या मुद्याबद्दल सांप्रत दोन चांगलेच मतपंथ अस्तित्वांत असल्याचें पूर्वींच सांगितलें आहे. तथापि, अद्याप एकमत होण्याची वेळ आली नाहीं, ही बौद्धिक समाधानाच्या दृष्टीनें थोडीशी बिकट बाब होय. मॅक्स्वेलच्या शोधानुरूप प्रकाशरूपी विद्युत्तरंग हे स्वतःच प्रसरण पावूं शकतात, त्यांना वहित्र कांहीं लागत नाहीं, सबब ईथर मानणें जरूर नाहीं, हा याबाबतचा पूर्वपक्ष होय. तथापि, याबाबतच्या उत्तरपक्षाकडेही बलवत्तर विवाद नाहींत असें नाहीं. एक तर ईथरचें अस्तित्व या लहरींना विरोध करणारें आहे असें पूर्वपक्षही प्रतिपादन करीत नाहीं. दुसरा विवाद म्हणजे तारंग-पद्धतीनें प्रसरण पावणाऱ्या प्रकाशलहरी या वहित्राच्या साह्याशिवाय तारंग-पद्धतीनें कशा प्रसरण पावत असाव्यात हें कोडें सुटत नाहीं. जरूर तर प्रकाशोद्भव करणाऱ्या विद्युल्लहरी याच ईथरच्या लहरी असें समीकरण मांडावें लागलें तर त्याला कांहीं अडचण असलच असें वाटत नाहीं. प्रकाशासारख्या प्रचंड वेगानें धांवणाऱ्या चंचल तत्त्वाला ईथरसारखें जड (?) द्रव्य हें वहित्रमय अगर तन्मय असणें संभवत नाहीं असें म्हणावें तर प्रकाश-किरणांना मह व कांहीं भार आहे असेंहि आतां निर्विवाद सिद्ध झालें आहे. सबब, प्रकाश आणि ईथर यांचें ऐक्य मानणें कां अवघड पडावें तें कळत नाहीं. सारांश, या मुद्याबाबत सर आलिव्हर लॉज याचें प्रतिपादन जास्त विचारार्ह वाटतें व स्वतः आइनस्टाइननेंहि आपलें वजन या बाजूस टाकलें असल्याचें जें पूर्वींच नमूद केलें आहे त्याचाहि येथें पुनर्निर्देश करावासा वाटतो. शिवाय, याबाबतचा दुसरा एक मुद्दा म्हणजे ईथर जरी असले तरी तें वास्तवशास्त्रीय दृश्यांत कांहीं भाग घेत असल्यानसल्याचा होय. पण या मुद्याचा निर्णय वास्तवद्रव्य हें ईथरनिरपेक्ष असण्यानसण्यावर अवलंबून आहे. वास्तवद्रव्य हें जर वीजाणूमय आहे आणि वीजाणू हे ईथरचीच व ईथरमधली एक घटना असतील तर एकच ईथर घटक व घटना या दोन रूपांचें मानणें भाग पडून घटक ईथरचा ईथरमय घटनांच्या व्यवहारांत प्रत्यय न येणें अशक्य नाहीं. अशा प्रकारें ऐक्यांतर्गत द्वैत व द्वैतव्यापक ऐक्य हें तत्त्वशास्त्राला मान्य आहे, आणि ईथरबाबत वास्तव-

शास्त्राची मर्यादा हें तत्त्व लागू होण्याच्या क्षेत्रापर्यंत आली असावी असें म्हणावयास हरकत नाहीं.

शिवाय, तसें पाहूं जातां, आइनस्टाइनचा सापेक्षसिद्धान्त सापेक्षाच्या बुडाशीं असलेल्या निरपेक्ष अगर शुद्ध तत्त्वाकडे जो जाऊं पाहतो त्यांतही या प्रकारचें द्वैतांतर्गत अद्वैत चोहोंकडे प्रत्ययास येतें असेंच एक प्रकारें म्हणावें लागेल. या विधानाचें स्पष्टीकरण करण्याकरतां आइनस्टाइननें आपल्या सापेक्ष-सिद्धान्तांत प्रस्थापित केलेल्या प्रत्येक निरपेक्ष शुद्ध तत्त्वाच्या जोडीस त्याचें एकएक सापेक्ष प्रतिबिंब आहे हें पुढील उदाहरणांवरून दाखवून देतां येईल.

१. जगांतील तात्त्विक सापेक्षतेच्या बुडाशीं ती ज्याला सापेक्ष आहे अशी निरपेक्ष शुद्ध घटना कांहीं आहे हें निदान तर्कदृष्ट्या संभवावें, पण याप्रमाणें सापेक्ष व निरपेक्ष ही जोडी आहे या रूपातच टिकून राहते की, त्यामुळें फक्त दोन परस्परसापेक्षें तयार होतात हा प्रश्न तर्कशास्त्रानेंच सुटेल असें नाहीं.

२. आइनस्टाइननें स्थल हें शुद्ध तत्त्व नसून तें द्रष्टृसापेक्ष आहे असें सिद्ध करतां करतांच विश्व हें सान्त (Finite) असल्याचें सिद्ध करून त्याचा परीघ १०० कोटि प्रकाशवर्षांचा निश्चित करण्यापर्यंत मजल मारली आहे. शिवाय, इकडे ईथरला मान्यता देऊन ईथर नाकारल्यास स्थलाला धर्म असा कोणताच उरणार नाहीं असें प्रतिपादन करून स्थल व ईथर यांचें एक प्रकारें ऐक्यच प्रतिपादिलें आहे. सबब, स्थल हें शुद्ध व सापेक्ष अशा दोन्ही प्रकारचें संभवावें असें म्हणणें भाग पडतें.

३. स्थलाप्रमाणेंच काल हें तत्त्व शुद्ध नसून तें द्रष्टृसापेक्ष आहे असें म्हणतां म्हणतांच प्रकाशकिरणांचा वेग १ सेकंदास १,८६००० मैल आहे, व त्यांना स्वतःच्या वेगानें विश्वप्रदक्षिणा करण्यास १०० कोटि वर्षें लागतात असें प्रतिपादन करतांना कालाचें व पुनश्च शुद्धरूपही मान्य केलें आहे.

४. शिवाय, वर दर्शविल्याप्रमाणें ईथरला मान्यता दिल्यामुळें स्थलकालांचें पृथक्करण होऊन त्यांचें शुद्ध रूप निदान गुरुत्वाकर्षणापासून फार दूर असलेल्या क्षेत्रांत प्रत्ययास येणें शक्य असल्याचेंहि मान्य केलें आहे.

---

* A. B. C. of Relativity by *Bertrand Russel.*

५. यानंतरचीं आइनस्टाइनची तीन शुद्ध तत्त्वें म्हणजे (अ) प्रकाशकिरणांचा वेग, (आ) दोन संवर्तांच्या दरम्यानचा अवकाश व (इ) विश्वांतील ओज (Momentum) ही होत. यांचे सापेक्षभाव कोणते तें दर्शविण्याचा प्रयत्न या ठिकाणीं करणें अशक्य आहे.

६. यानंतरचा आणि या ठिकाणीं विशेष महत्त्वाचा प्रश्न द्रष्ट्याचा होय. आइनस्टाइनचा सिद्धान्त प्रत्येक द्रष्ट्याला शुद्ध व अन्यनिरपेक्ष मानतो. पण, याप्रमाणें त्याला शुद्ध मानतां मानतांच शुद्ध वास्तवशास्त्र मात्र या असंख्य शुद्ध द्रष्ट्यांच्या भिन्नभिन्न दृष्टींच्या बजबजपुरीपेक्षां उच्च दर्जाचें असलें पाहिजे असें सांगून, त्या वास्तवशास्त्रांत ग्राह्य अशा तत्त्वाची निश्चिति करूं पाहतो. पण, मग, यानंतर असा एक प्रश्न उद्भवतो कीं, हें शुद्ध वास्तवशास्त्र कोणाला, कोणत्या द्रष्ट्याला लागू? तें सर्वांनाच एकसारखें लागू असें या प्रश्नाचें उत्तर संभवतें आणि तें जर खरें असेल तर हा जो सर्वद्रष्टा तोच निरपेक्ष व शुद्ध व बाकीचे द्रष्टे हे सर्व त्याच्या सापेक्षतेनें पाहणारे प्रत्येकीं सापेक्ष द्रष्टे होऊन बसतात. आणि मग हा या ठिकाणचा वाद सांख्यमत व वेदान्तमत यांच्या दरम्यानच्या अनेक पुरुष व एक आत्मा यांच्या वादाच्या अगदी समरूप बनून आइनस्टाइनचें प्रत्येक द्रष्टा शुद्ध असल्याचें तत्त्व सांख्याच्या प्रत्येक पुरुष विभु असल्याच्या तत्त्वासारखेंच (Emperical) दर्जाचें बनून त्याच्या तुलनेंत एका सर्व द्रष्ट्याचें तत्त्व हें वेदान्त्याच्या एका आत्म्याच्या तत्त्वाप्रमाणें शुद्ध तात्त्विक व वरिष्ठ ठरतें. याच प्रकारची विचारसरणी ज्या अन्य मुद्यांबद्दल संभवते तो मुद्दा आइनस्टाइननें न्यूटनची गुरुत्वाकर्षणी उपपत्ति सदोष ठरवून तीऐवजीं स्वत:ची स्पर्शोद्भव परिणामाची उपपत्ति प्रस्थापित केल्यामुळें उद्भवणाऱ्या एका उपसिद्धान्ताचा होय. हा उपसिद्धान्त म्हणजे विश्व हें सर्वत्र सुट्टें, फार तर शेजाऱ्या शेजाऱ्याशीं संबद्ध असलेलें, परंतु शिस्त-संस्था-संघटना-मध्यवर्तिनियंत्रणरहित असें आहे. ही विचारसरणी वास्तवशास्त्रांतर्गत जड वस्तूबद्दल अगदीं अक्षरश: खरी असेल असें मानणें थोडें कठीण पडतें. याबाबत दूराकर्षण व स्पर्शोद्भवपरिणाम यांची सर ऑलिव्हर लॉजची पूर्वी दिलेली टीकाच जास्त विचारार्ह वाटते. परंतु विवादासाठीं घटकाभर स्पर्शोद्भव परिणामाचें तत्त्व बिनशर्त मान्य केलें तरी फार तर त्याची मर्यादा वास्तवशास्त्रापुरती असेल. परंतु

वास्तवशास्त्रापेक्षां उच्च व्यवहाराचीं अनेक शास्त्रें आहेत हें वास्तवशास्त्र कसें विसरूं शकेल ! किंबहुना, वास्तवशास्त्र हें सर्व शास्त्रमालिकेपैकी एकतर मूलग्राही पण अन्य दृष्टीनें पाहतां शेवटच्या दर्जाचें शास्त्र आहे. आणि शरीर-शास्त्र, मानसशास्त्र, समाजशास्त्र, राजकारणशास्त्र वगैरे एकापेक्षां एक उच्च शास्त्रांत सर्वत्र वास्तवशास्त्रांत लागू असलेले नियम अगदी तसेच लागू होतात असें थोडेंच आहे! आणि या उच्च शास्त्रांकडे सहज दृष्टिपात करणारालाहि त्यांमध्यें शिस्त, संस्था-संघटना, मध्यवर्ती नियमन वगैरेंचा अभाव दिसून येतो की वर्चस्व दिसून येतें हें स्पष्ट शब्दांनींच सांगितलें पाहिजे काय! अर्थात्, थोडक्यांत वस्तुस्थिति अशी आहे की, ज्याप्रमाणें प्रत्येक गोलाभोंवती सुव्य-वस्थित रचलेलें गुरुत्वाकर्षणक्षेत्र नेहमींच तयार होतें त्याप्रमाणें एकापेक्षां जास्त वस्तु अगर व्यक्ती एकत्र येतांच त्यांच्यामध्यें परस्परसंबंधाचे शिस्त-संस्था-संघटना वगैरेंचे नियम तयार होतात; आणि सुव्यवस्थित चालणाऱ्या राज्य-संस्थेला ते जितके जरूर असतात तितकेच ते चोरांच्या टोळीलाहि जरूर असतात. अखेर, सुरुवातीस कार्यक्षमतेच्या दृष्टीनें जरूर असलेला शरिरां-तील हाडांचा लवचिकपणा अजिबात जाऊन ती फारच टणक व ठिसूळ झाल्यामुळें ज्याप्रमाणें शरीरही मोडकळीस येतें त्याचप्रमाणें हें प्रथम जरूर असलेलें शिस्तीचें नियंत्रण अमर्याद वाढतांच तें संस्थेचाहि भंग करूं शकतें या सर्व गोष्टी खऱ्या. परंतु, त्यांचा निष्कर्ष हा की, ज्याप्रमाणें जीविताच्या उच्च उच्च क्षेत्रांच्या शास्त्रांत मध्यवर्ती नियमन व तदंतर्गत व्यक्तिस्वातंत्र्य हीं दोन्ही तत्त्वें अस्तित्वांत असल्याचें मान्य करावें लागतेंच त्याचप्रमाणें वास्तव-शास्त्रांतही दूराकर्षण व तदंतर्गत स्पर्शोद्भवपरिणाम या दोन्ही तत्त्वांना मान्यता दिल्याशिवाय गत्यंतर दिसत नाहीं.

थोडक्यांत सारांश हा कीं, विश्वघटनेचें सूत्र अगदींच सोपें अगर एकेरी नाहीं, आणि ज्याप्रमाणें स्वांगपरिभ्रमण करीत असलेल्या विशिष्ट गोलापासून प्रथम कांहीं थोड्या अन्तरावर सापेक्षतेचा मर्यादित सिद्धान्त लागू होतो, त्यानंतर पुढें व्यापक सिद्धान्त लागू होतो व त्याहीपेक्षां फार फार दूरच्या अन्तरावर पुन्हां मर्यादित सिद्धांत लागू होतो, त्याप्रमाणें वास्तवशास्त्राचींही अशीं क्षेत्रें संभवावींत की जेथें शुद्ध निरपेक्ष आणि सापेक्ष या दोन्ही भावांना

स्थान असावें आणि एकंदर विश्वाची घटना अशी दिसते कीं, त्याला केवळ शुद्ध सिद्धान्त नव्हे अगर केवळ सापेक्षसिद्धान्त नव्हे, परंतु आइनस्टाइनच्या मांडणीप्रमाणेंच शुद्धान्तर्गत सापेक्षसिद्धान्त लागू व्हावा.

यानंतरचा एक लहानसा प्रश्न म्हणजे या सापेक्षसिद्धान्ताची वाचकांस फलश्रुति काय ? एका दृष्टीनें पाहिलें. तर हा प्रकार फार थोडा आहे. आइनस्टाइननें महा प्रयत्न करून न्यूटनची गुरुत्वाकर्षणाची मीमांसा त्याज्य ठरवून तीऐवजी स्वतःची मीमांसा प्रस्थापित केली तरी त्यायोगानें न्यूटनच्या गणितांत इतका थोडा फरक होतो कीं, त्या योगानें ज्योतिर्विदांच्या मनाची तळमळ जी काय शमली असेल व त्यांना हायसें वाटून जो काय विसांवा मिळाला असेल तोच खरा. त्यायोगानें खाद्यपेयपरिधार्य वस्तूंचे दर अगर घरभाडें, रेलवे भाडें, उत्पन्न भाडें (Income-Tax) यांत कसलाही फरक झालेला नाहीं. परंतु, मानवी घटना अगर विश्वघटना ही केवळ वास्तव घटना नव्हे. वास्तवघटना हें तिचें फक्त एक अंग होय, आणि सापेक्षतेचा वास्तवसिद्धान्त ज्याप्रमाणें तत्वशास्त्राच्या कक्षेंतही पदार्पण करूं शकला त्याप्रमाणें वैयक्तिक जीवित हें केवळ वास्तवशास्त्रात्मक अगर रसायनशास्त्रात्मक असून तें अनेक उच्च शास्त्रांगांनीं परिपूर्ण आहे. " न प्राणेन न अपानेन मर्त्यो जीवन्ति कश्चन । इतरेण तु जीवन्ति यस्मिन्नेतावुभाश्रितौ ॥ " असें कठोपनिषदांत एक वाक्य आहे व त्याचा अर्थ असा कीं, मनुष्य हा केवळ श्वासोच्छ्वासानें अगर अन्नपचनानें जगत नाहीं; मग केवळ हाडांच्या व स्नायूंच्या वास्तवशास्त्रांतर्गत यान्त्रिक चलनवलनक्रियेनें जगत नाहीं, हे वेगळें सांगणें जरूर नाहीं, तर, या दोन्ही क्रियांचा आधार असे जें उच्च तत्व त्याच्या शरीरांत आहे त्यानें तो जगतो. ह्या विचारसरणीचा अवलंब करून असें म्हणतां येईल की, आइनस्टाइनच्या विश्वांतील प्रत्येक द्रष्टा हा न्यूटनच्या अफाट, अनंत विश्वांतील कोटकोट्यावधींपैकीं एक, अगदी कःपदार्थ, अगर अत्यंत लहान असा क्षुद्र, उपेक्षणीय व तिरस्करणीय घटना नव्हे. तर तो आप-आपल्या चिमुकल्या जगाचाच नव्हे तर सर्व विश्वाचाही मध्यबिंदु व एक प्रकारें मालक आहे. प्रत्येकाला एक प्रकारें हें विश्व माझें आहे असें म्हणण्याचा हक्क आहे इतकी त्याची त्यांत प्रतिष्ठा व महती आहे. हा जो जीविताकडे

पाहण्याच्या दृष्टिकोणांत आइनस्टाइनच्या सापेक्षदर्शनानें फरक होणें शक्य आहे तो अत्यंत महत्त्वाचा आहे. आणि याच्या जोडीस जर प्रत्येक द्रष्टा हें आपलें महत्त्वपूर्ण द्रष्टृत्व केवळ एका स्थलकालातीत विश्वव्यापी, विश्वरूप, निरपेक्ष, शुद्ध द्रष्ट्याच्या अगर आत्म्याच्या आपणाशीं ऐक्यामुळें आपणास प्राप्त झालेलें आहे हें, या प्रकारचें, शुद्धान्तर्गत सापेक्षत्व ओळखण्यास या पुस्तकाच्या वाचनानें शिकेल तर ती या पुस्तकाच्या वाचनाची फलश्रुति लहानसहान खास नव्हे.

Reference Books

1. The Theory of Relativity by Albert Einstein,
   Translated by R. W. Lawson.
2. Side-Lights on Relativity by A. Einstein,
   Translated by G. B. Jeffery.
3. Meaning of Relativity by A. Einstein,
   Translated by E. P. Adams.
4. The Principle of Relativity by Einstein,
   Lorenzt, Minkowski and E. Weyl,
   Translated by Perreb and Jeffery.
5. A. B. C of Relativity by B. Russel.
6. The Principles of Relativity by H. Wildon Car.
7. Relativity : A Very Elementary Exposition
   by Sir O. Lodge.
8. Ether and Reality by Sir O. Lodge.
9. Relativity by James Jeoms, Encyclo. Brit.
10. अपेक्षावाद. प्रो. मटंगे, जबलपूर.
11. Relativity by Durrel.

Reference-Papers

1. Special Theory of Relativity. 2. Inertia of Energy.
3. Theory of Brownian Movement.
4. Quantum Law of Emission and Absorption of Light.
5. Theory of Specific Heat of Solid Bodies.
6. General Theory of Relativity.

पुरवणी (अ)

सापेक्षदर्शन व मृत्यूत्तर जीवित.

आइन्स्टाइनप्रणीत सापेक्षदर्शनांतील स्थलकालद्रव्यादिकांबाबतच्या सांप्रत बदललेल्या कल्पनांचा तत्त्वशास्त्रावरही परिणाम होणें अपरिहार्य असल्याचें या ग्रंथाच्या वाचनानें वाचकांच्या लक्ष्यांत आलें असेल. या बदललेल्या कल्पनांमुळें तत्त्वशास्त्रांतर्गत 'वैयक्तिक अमरत्वा'च्या कूटावरही कांहीं नवीन प्रकाश पडणें जें संभवतें तें, या शेवटानंतरच्या पुरवणीरूप प्रकरणांत वाचकांचें या मुद्याकडे स्वतंत्र लक्ष्य वेधण्याच्या हेतूनें, येथें देण्याचें योजिलें आहे.

वैयक्तिक अमरत्वाच्या तात्त्विक कूटाचें स्वरूप काय आहे तें वाचकांस विशेष फोडून सांगितलें पाहिजे असें नाहीं. जीवितावधींत देहाशीं संलग्न असणारा, प्रतिदेहांत पृथक्पणें वास करणारा व मृत्युप्रसंगीं विशिष्ट देह सोडून जाऊन तदनंतर यथाक्रमें अन्यत्र पुनर्जन्मद्वारा नवदेह धारण करणारा जीवात्मा—नव्हे तो पूर्वोक्त लक्षणयुक्त असल्यानें सांख्य बहुपुरुषमत अगर पृथक्जीवात्म-मत—हें या उपरोक्त कूटाचें मूलकारण अगर उद्भवस्थान होय. अर्थात्, सर्वोच्च मानलेल्या वेदान्ततत्त्वज्ञानाला हा सांख्याचा बहुपुरुषवाद मान्य नसला तरी त्याचा लिंगदेहरूपी हीनरूप पूर्वावशेष शांकरवेदान्तालाहि मोठ्या चिकाटीनें चिकटून राहिलेलाच आहे. या लोचट मताच्या माथीं लगुडप्रहार देण्याकरितां सापेक्षदर्शनांतर्गत स्थलकालाच्या नवरूपाचीहि मदत मिळते असें वाटल्यावरून ती येथें योजिली आहे.

'भस्मीभूतस्य देहस्य पुनरागमनं कुतः' एवढ्याच विधानाबद्दल चार्वाक-मताची चेष्टा करणाऱ्या दुःखातिशयवादी, जीवितानंदविन्मुख, आणि स्थलकालान्तरसाध्य अशा मोक्षरूप अत्यानंदाची अत्युत्सुकतेनें उत्कट इच्छा बाळगून त्याच्या प्राप्त्यर्थ असह्यप्राय दुःख सुखानें (!) सहन करणाऱ्या संन्यासमार्गी पृथक्जीवात्मवाद्यांचा वाद असा कीं, "एकादी व्यक्ति, समजा १८६० सालीं जन्मास येऊन ऐहिक अगर पारलौकिक आनंदाच्या प्राप्ती-करतां ऐहिक जीवितांत अनुक्रमें अनेक अनर्थान्याय करून अगर अनेक

दुःखें सहन करून १९३५ सालीं आपल्या जडदेहाचा त्याग करती झाल्यास १९३६ सालांत त्या व्यक्तीचें कांहींएक उरलें नाहीं, ती व्यक्ति पूर्णपणें नाश पावली, तिच्या कृतकर्माच्या अगर भावी सुखाच्या सर्व आशा, इच्छा, वासना, नष्ट झाल्या; त्या आनंदाच्या प्राप्तीकरितां त्या व्यक्तीनें केलेले सर्व प्रयत्न—सर्व कर्म-छे अकर्म—नष्ट झालें, इ० असें कसें म्हणतां येईल ? त्या-योगानें कृतप्रणाशच काय पण आत्मप्रणाश शक्य असल्याचें असंबद्ध विधान केल्याचा दोष होतो, सबब, हें असलें मत अमान्य होय; मरणोत्तर व्यक्ति कोणत्याना कोणत्या नवरूपांत अवशिष्ट राहून अवतीर्ण झाली पाहिजे, तिनें इहजन्मीं पुण्य अगर पाप केलें असल्यास, त्या कृतकर्मांच्या फलभोगार्थ त्या व्यक्तीला पुनर्जन्म असलाच पाहिजे व तिनें पाप आणि पुण्य या दोहोंपैकीं कांहींही केलें नसल्यास व स्वतःच्या संचिताचा क्षय केला असल्यास ती ब्रह्म-रूपाप्रत पावून तेथें त्या ब्रह्मानंदाचा अनुभव घेत ती राहिली पाहिजे, अगर थोडक्यांत व्यक्तीच्या कोणत्याही प्रकारच्या आचरणाच्या अनुषंगानें मरणो-त्तर जीवित असलेंच पाहिजे—एरवीं मरणोत्तर मोक्षानंद अगर ब्रह्मानंदही त्या व्यक्तीला शक्य होणार नाहीं ! ”

विवेचनाच्या सोयीसाठीं वादग्रस्त कूटाचें त्यांतील पदां(Terms)सह व त्या पदांच्या अर्थासह विधान करणें इष्ट आहे, व (१) मृत्यूत्तर—आणि त्याचप्रमाणें (२) जन्मपूर्व-(३) कालांत (४) जीवितावधींत प्रत्ययास येणाऱ्या (५) देहातीत व देहत्यागक्षम (६) पृथक् जीवात्म्याचें अगर मानसशास्त्रदृष्ट्या पृथक् संज्ञानमध्या(Separate centre of consciousness)चें (७) सातत्य असतें कीं नाहीं ! हें तें कूट होय.

अर्थात्, पुनर्जन्मपक्षाचें या कूटाचें उत्तर अस्तिपक्षीं आहे. परंतु सापेक्ष-दर्शनांतर्गत स्थलकालादिकांच्या नवरूपानुसार तें उत्तर नास्तिपक्षीं येतें. कसें तें आतां पाहूं.

असल्या कूटांतील पदां(Terms)च्या व्याख्या करणें हीच मोठी जिकिरीची पण अत्यंत महत्त्वाची बाब होय. बीजगणितांतील अनेक पदांच्या एकाद्या समीकरणांतील एकाद्याही पदाचें मूल्य जर निश्चितरूप एकच नसून अनेक असेल तर त्या समिकरणाचें उत्तर ज्याप्रमाणें निरनिराळ्या

परीक्ष्यांचें निरनिराळें संभवतें त्याचप्रमाणें, व त्याहीपेक्षां जास्त संमोहक असें वरील कुटाचें उत्तर केवळ त्यांतील पदाच्या अर्थभेदानें निरनिराळ्या विचारकांनीं निरनिराळें देणें शक्य आहे. सबब, प्रथम या कूटांतील पदांच्या अर्थाकडे वळूं.

(१, २) गर्भस्थ अर्भकानें मातृदरांतून बाहेर जमिनीला पाठ लावण्याच्या क्षणाला जन्मसंवर्त (Birth event) आणि तज्ज्ञ डॉक्टरांनीं लांब तोंड करून, गंभीरतेनें, चोरट्या पावलीं मृताच्या शरीरापासून दूर सरूं लागण्याच्या क्षणाला *मृत्युसंवर्त (Death event) म्हणावयाचें कीं काय हें मृत्यूत्तर जीवितवाद्यांनीं शारीरशास्त्रज्ञांना व मानसशास्त्रज्ञांना संमत होईल अशा रीतीनें खुशाल ठरवावें. या निश्चितीलाच त्यांना अनंत काळ काढणें असंभाव्य नाहीं.

(३) कालाचा प्रश्न सापेक्षदर्शनाच्या दृष्टीन येथें प्रामुख्यानें पाहावयाचा आहे. विशिष्ट जन्ममृत्युचे संवर्त पुनर्जन्मपक्षानें कोणतेही निश्चित केलेले मान्य करूनही त्या दोन संवर्तांमधील अवकाश हा प्रकाशकिरणाच्या वेगापेक्षां कमी स्थलांतील भूक्षेत्रावरचाच घेऊं गेलें तर तो अवकाश कालरूप असेल व तो सर्व द्रष्ट्यांना सारखाच असेल हें खरें. परंतु एकतर पुनर्जन्मपक्षाला या अवकाशाच्या व कालावकाशाच्या कल्पनेचें पूर्ण अज्ञान आहे व त्याच्याशीं त्यांना कांहीं कर्तव्य नाहीं. पुनर्जन्मपक्षाला स्थल व काल हे भाव फक्त त्याच्या पृथक्रूपांत परिचित आहेत. त्यांच्या स्थलाचा कालाशीं कांहीं संबंध नाहीं. त्यांनीं मानलेला प्रत्येक पृथक्जीवात्मा हा स्थलदृष्ट्या नाना पुनर्जन्मांत—कधीं मोठ्यांत मोठा हत्तीएवढा तर कधीं लहानांत लहान मुंगीएवढाहि व याप्रमाणें स्थलदृष्ट्या संकोचविकास पावणारा असेल, परंतु कालदृष्ट्या मात्र तो प्रत्येकीं प्रचंड लांबच्यालांब, अनंत कालाइतकाच अनंत लांबीचा असणार! पुनर्जन्ममताचें विश्व हें स्थलदृष्ट्या परस्परांपासून पृथक् व निरनिराळ्या पुनर्जन्मांत कमीजास्त जाडीच्या, पण कालदृष्ट्या अनंत (काल) लांबीच्या जीवात्म्यांच्या तारांचें अगर दोरांचें एक भेंडोळें होय.

---

* पाहा:—मृत्यूचें चरित्र, भारद्वाज.

शिवाय, दुसरें म्हणजे हा कालावकाश विश्वांतील सर्व द्रष्ट्यांना एकदम एकमूल्य, एकरूपच असला तरी या कालावकाशाच्या दोन्ही टोकांच्या जन्म-मृत्यूचें स्थलान्तर व कालान्तर हें मात्र विश्वांतील भिन्न भिन्न वेगांनीं फिरणाऱ्या भिन्न भिन्न द्रष्ट्यांचें भिन्न भिन्नच असणार! पृथ्वीपासून सर्वांत जवळचा तारा ४ *प्रकाशवर्षे अन्तरावर आहे असें मानून आणि स्वर्गादि पौराणिक लोक या ताऱ्यापेक्षां पृथ्वीला जवळ असूनहि जे स्वतः ताऱ्याप्रमाणें स्वयंप्रकाश नसल्यामुळें, अगर चंद्राप्रमाणें परप्रकाशही नसल्यामुळे पृथ्वीवरून ताऱ्याच्या रूपांत दिसत नाहींत, त्यांचा प्रश्न सोडून देऊन भूलोकावरील कोणत्या व्यक्तीच्या जन्ममृत्यूची वार्ता प्रकाशवेगानें अतिशय जवळच्या ताऱ्यावरहि जाण्यास निदान चार वर्षे लागणार! म्हणजे थोडक्यांत, जन्मल्यापासून चार वर्षांच्या आंत मेलेल्या सर्व मुलांच्या जन्माचें वृत्त अगदीं जवळच्या ताऱ्यावर देखील त्यांच्या पृथ्वीवरील मृत्यूनंतर समजणार! यालाच एखाद्या व्यक्तीचें मृत्यूत्तर परलोकगमन व परलोकांत दिसलेला त्या व्यक्तीचा येथें पुनर्जन्म म्हणावयाचें असेल तर खुशाल म्हणावें! प्रकाशापेक्षांहि तीव्र वेगानें तात्कालिक वार्ता हरण करणाऱ्या वैश्वकिरणासारख्या भौतिक अगर अतींद्रिय ज्ञानासारख्या आध्यात्मिक साधनांची कल्पना अशक्य नाहीं. परंतु त्या साधनाच्या क्षेत्रांत जन्म, मृत्यु वगैरे जड द्रव्याच्या रूपांतरात्मक घटनांना कांहीं अर्थ संभवत नसावा. निदान आध्यात्मिक विश्व हें फक्त अस्तिरूप आहे. तेथें स्थल नाहीं, काल नाहीं, द्रव्य नाहीं, मर्यादा नाहीं, कसलेंच अंतर नाहीं व त्यामुळें कांहींएक घडत नाहीं. मग जन्म, मृत्यु, मृत्यूत्तर जीवित, पुनर्जन्म वगैरे वगैरे कोठले! पान १८७ पाहा.

सापेक्षदर्शनांत स्थलाची व कालाची कायमची पृथक्‌रूपता मान्य नाहीं. सापेक्षदर्शनात ज्याला एक द्रष्टा स्थल म्हणेल त्याला दुसरा कालही म्हणेल (पान ८४ पाहा).

---

* खरोखर ४.८७ प्रकाशवर्षे.

शिवाय खिस्त-विक्रम-शालिवाहनादि नाना शक हे मर्यादित भौम स्थलांतील व्यवहाराच्या सोयीच्या दृष्टीनें मानलेले कालखंड होत. त्यांना प्रत्येकी आदि आणि अन्त नसण्याचें कारण नाहीं. ते साद्यंत होत आणि मर्यादित होत. विश्वांत शुद्ध व मर्यादित काल असें कांहीं नाहीं आणि नाना शक हे त्या शुद्ध मर्यादित कालाचे गणितांतर्गत विशिष्ट अंश नव्हत. या नाना शकांच्या पाठीशीं सर्वत्र सम प्रमाणांत विभागलेला साद्यंत, शुद्ध, वैश्वकालमानदंड उभा नाही. अर्थात्च, खिस्ती शकाच्या १८६० सालीं जन्मून १९३५ सालीं मरण पावलेल्या व्यक्तीचा ७५ वर्षांचा काल हा शुद्ध कालाचा (त्याच्या अभावीं) कोणताही निश्चितरूप अंश नव्हे. काल हा स्वतःच फुगणारा व आखडणारा आहे आणि तो वैयक्तिक भाव आहे. पृथ्वीवरचा एकाचा ७५ वर्षांचा काल एकाला जितका दीर्घ अगर ऱ्हस्व वाटेल तितकाच दीर्घ अगर ऱ्हस्व दुसऱ्याला वाटणार नाहीं. (पान ५८ पाहा.)

(४) जीविताविषींचा विचार पूर्वी वर (१, २)यामध्यें आलेलाच आहे. देहदृष्ट्या वैयक्तिक जीवित हें जन्माच्या टोंकास वंशांत अगर पूर्वजांत लीन झालेलें अगर सुप्तावस्थेंत असतें व मृत्यूच्या टोंकासही तें वंशांत म्हणजे प्रजेंत लीन झालेलें अगर उद्भूत होणारें असतें. व्यक्ति ही वंशप्रवाहावरची केवळ एक लहरी अगर लाट होय. आणि या दृष्टीनें वैयक्तिक जीविताचा अवधि अनंत व अव्यक्तांत मिसळून गेलेला आहे (अव्यक्तादीनि भूतानि० भ. गी. २-२८). देहदृष्ट्या ज्यांचा अन्त प्रजोद्भवांत झाला नाहीं, त्यांचा विचार त्यांच्यांतील संज्ञानाच्या दृष्टीनें पुढें (६) मध्यें केला आहे.

(५) पुनर्जन्मपक्ष आत्म्याला देहातीत पण देहापासून पृथक् होणारा मानतो. या दोन विशेषणांपैकीं ' देहातीत ' हें विशेषण कांहींसें यथार्थ म्हणतां येईल. परंतु देहातीताचा अर्थ देहापासून वेगळा व दुसऱ्या विशेषणांत दर्शविल्याप्रमाणें देहापासून पृथक् होणारा असा करणें असमर्थनीय होय. देहातीत याचा अर्थ देहरूप व देहातिव्यापी अगर स्थलकालदृष्ट्या देहाच्या स्थलकालापेक्षांही बाहेर, सर्वत्र, अनंत पसरणारा असाच करणें हें तत्त्वसंमत होय.

देह सोडून[1] जाऊं शकणाऱ्या लिंगदेहाबद्दल पुनर्जन्मपक्षाचा थोडासा अश्लील हास्यास्पद गैरसमज झाला आहे. प्रजोद्भवाकरितां व्यक्तिदेह सोडून जाणाऱ्या लिंगांतर्गत लघुदेहांशांना अगर प्रजोद्भवानुबद्ध कलां(Reproductive cells)नाच त्यांच्या लिंगदेहाचें यथार्थ, यथारहस्य, यथाव्यापार स्थान आधुनिक जैवशास्त्रें (Biological Sciences) देतात.

(६) जीवात्मा हा लक्षणांनींच ओळखावयाचा म्हटलें तरी त्याची लक्षणें अशन (Assimilation), श्वसन (Resipration), अभिसरण (Circulation), वृद्धि (Growth), परिस्फुटता (Development), उत्सर्ग (Excretion), आणि प्रजोद्भव ही जशीं होत, तसेंच आणि या सर्वांपेक्षां उच्च असें स्वसंज्ञान (Self consciousness) हें होय. हे सर्व प्रकार, उघड उघड, देहानुषंगिक आहेत आणि देहाच्या कालमर्यादा पूर्वोक्त-प्रकारें अनिश्चित असतांही, कोणत्याही कालावधींत हे प्रकार अविरतपणें चालू नसतात. ते जीविताच्या कालाशी समर्याद नाहींत. रुधिराभिसरण हें देखील तितकें एकसारखें चालू नाहीं आणि गर्भाच्या अवस्थेंतील कांहीं आठवड्यांपर्यंत तें नसतें म्हटल्यास नसतेंहि. पण, जीवाचें मुख्य मानलेलें लक्षण जें स्वसंज्ञान तेंही जीवितावधीशीं समकाल नसतेंच. अर्भकाला स्वसंज्ञान जन्मानंतर कांहीं महिन्यांनीं येत असेल, अनिश्चित असलेल्या मृत्युकालापूर्वीच मरणोन्मुखाचें स्वसंज्ञान नष्ट होतें, व प्रत्यक्ष जीवितावधींतही स्वसंज्ञानविहीन काळ प्रासंगिक मूर्च्छेत, ग्लानींत व दैनिक झोपेंत किती तरी जातो ! एका पाश्चिमात्य तत्त्ववेत्त्यानें म्हटल्याप्रमाणें बसल्या झोंपेच्या प्रत्येक डुकलीचा मानेचा हिसडा हा त्या वेळीं स्वसंज्ञान अगर पृथक् जीवात्मा नसल्याचा उद्घोषक होय. पण जीवात्म्याचें केवळ चैतन्य हेंच लक्षण जर घ्याव-याचें तर गर्भघटनेपूर्वी पृथक् रूपांत स्त्रीपुंशरीरांत अस्तित्वांत असलेलीं चंद-शुक्र कलें (Female and Male reproductive cells) हीं सग

---

१. " मरणं बिंदुपातेन. " २. प्रजोद्भव हा मरूनही पुनश्च नव्या उत्तम रूपास चढण्याचा व वंशदृष्ट्या अमर होण्याचा मार्ग होय. "प्रजाभिरग्ने अमृत-त्वम् स्याम् " हेंच यथाशक्य परमावधीचें वैयक्तिक अमरत्व होय.

अचेतन नव्हेतच, पण मरून, जळून गेलेल्या व्यक्तीच्या राखेंतील हाडाचे तुकडे हे देखील अचेतन नव्हेत.

सारांश, व्यक्तीच्या देहांतील वैयक्तिक स्वसंज्ञान अगर स्वचैतन्य हें जीवितावधींतही अखंड नसतें व वैश्वचैतन्य हें जीवितावधींतच काय पण जन्मपूर्व व मृत्यूत्तरही अखंडच असतें. तेंच काय तें अमर आहे, पण तें वैयक्तिक नाहीं तर तें अतिवैयक्तिक, सार्वत्रिक, वैश्व, अगर सामष्टिक स्वरूपाचें आहे. सतत्युद्भव न होतां अगर होण्याच्या वयापूर्वी मृत्युवश झालेल्या व्यक्ती या देहदृष्ट्या इतरांच्या दृष्टीनें अल्पकाळ टिकल्या असल्या तरी त्यांच्यांतील वैश्वचैतन्य इतरांच्या देहांतील त्याच वैश्वचैतन्याप्रमाणें कालातीत व अमरच असतें.

(७) अखेरचा प्रश्न सातत्या(Continuity)चा होय. सर्व सखंड घटना या कालमर्यादेनें स्थलमर्यादेप्रमाणेंच बद्ध असतात. देह, मन, बुद्धि व अहंकार ह्या सर्व घटना सखंड प्रकृतीच्या क्षेत्रांतील होत व त्यामुळें त्यांच्या ठिकाणीं सातत्य संभवत नाहीं. विशिष्ट व्यक्तीच्या अहंकाराचें रूप त्या व्यक्तीच्या जीवितावधीत देखील तेंच तें कायम नसतें, तर, तें रूप ज्या देहघटनेच्या संपर्कानें विशिष्ट व्यक्तित्वास पावलें असतें, त्या देहघटनेच्या बाल-वार्धक्यादि अवस्थान्तरामुळें आणि नाना अन्तस्स्रावक ग्रंथींपासून उद्भवणाऱ्या स्रावामुळें अगर बाहेरून शरीरांत घेतलेल्या अन्न-औषध-विषादि द्रव्यांच्या कारणामुळें बदललेल्या देहघटनेच्या अनुषंगानें बदलतें व त्या देहाच्या नाशानें नाशही पावतें. हीं सर्व रूपांतरें ज्याचीं होतात तें वैयक्तिक अहंकाराच्या बुडाशीं असलेलें (वैश्व) अहंकाराचें तत्त्व अखंडमूलप्रकृतीपेक्षांही उच्च व अखंड आहे. तें नाश पावत नाहीं. तें आपल्या अंगच्या अखंडत्वामुळें जसें कालातीत आहे, तसेंच स्थलातीतही असलेंच पाहिजे; व त्यामुळें तें व्यक्तिबद्ध असणें संभवत नाहीं. तें एक, अखंड व सर्वव्यापी असतें. जें अखंड असेल त्याचेंच सातत्य संभवतें. सातत्य म्हणजे सर्व स्थल-काल-व्यापित्व होय अगर स्थलकालातीतत्व होय. मृत्यूत्तर सातत्य हें (सर्व) देहांतील वैश्व संज्ञानाचें होय. तें जसें जड देहाचें संभवत नाहीं, तसेंच विशिष्ट देहाच्या अनुषंगानें उद्भवलेल्या वैयक्तिक संज्ञानाचें संभवत नाहीं.

सापेक्षदर्शनाच्या भाषेंत एक अखंड व सर्वव्यापी ईथरचें सातत्य संभवतें. त्याच्यांतील व त्याच्यापासून बनलेल्या देहादि वस्तूंचें संभवत नाहीं.

वैयक्तिक अमरत्वाच्या कूटांतील पदांचें अन्तर्निरीक्षण करूं जातां त्यांच्या प्रचलित अर्थांत अनिश्चितता, अयथार्थता, अव्याप्ति, अतिव्याप्ति व अतात्त्विकता किती आहे हें वरील विवेचनावरून कळून येईल. व या कूटांत काल हा साद्यंत व शुद्धरूप मानलेला असून ती मान्यता सापेक्षदर्शनाच्या दृष्टीनें चुकीची आहे हेंही वाचकांच्या लक्ष्यांत येईल.

या वैश्व शुद्ध कालाच्या अभावीं व कालाचा भिन्न भिन्न व्यक्तीत भिन्न-भिन्नप्रमाण संकोच व विकास होत असल्यानें वैयक्तिक काल हा त्या अविद्य-मान वैश्वकालाचा खंड होत नाहीं व "त्या खण्डाच्या 'मागें' अगर 'पुढें' वैयक्तिक जीवितांचें काय !" हें कूटच उद्भवत नसून त्याची कल्पना चुकीची होय. या कूटांतील ही चूक जोंपर्यंत लक्ष्यांत येणार नाहीं तोंपर्यंत त्याचीं उत्तरें सदैव भिन्नभिन्न व सर्व चुकीचींच येणार. प्रत्येक व्यक्तीचा काल हाच त्या व्यक्तीचा सर्वकाल, पूर्णकाल, शाश्वतता अगर अनंतकाल (Infinity of time) होय. तो इतर व्यक्तींच्या कालाच्या तुलनेंत (Relatively) न्यूनाधिक असेल. पण शुद्ध कालाच्या अभावीं प्रत्येक व्यक्तीचा काल हा प्रत्येकीं अनन्तच होय. भिन्न मूल्य व एक दुसऱ्याचा भाग होऊं शकणारीं अनेक अनन्तें सामान्य माणसांना ठाऊक नसली तरी तीं गणितज्ञांना परिचित आहेत. (...Mathematicians juggle infinities of which one can contain another as its part: The Mansions of Philosophy by Durrant, Page 16). आणि वैयक्तिक अनन्तकालत्व हा या भिन्नमूल्य अनन्तत्वाचाच एक प्रकार होय. याप्रमाणें प्रत्येक व्यक्ति, वस्तु, अणु, विजाणु, हे सर्व प्रत्येकीं अनन्ताचे अधिकारी व आपआपल्या कालमर्यादेंत अमरत्व होत. आणि व्यक्त्युच्छेदाची कल्पना असह्य वाटणाऱ्या भावनाप्रधान व्यक्तींना जीवितमर्यादेंतील या अनन्तकालाची अगर अमरत्वाची मालकी मिळाल्यानें हायसें वाटावयास हरकत नाहीं. त्यांनीं पुनर्जन्माची आशा अगर भीति बाळगणें जरूर नाहीं. वैश्व जीवितांत ते क्षणभंगुर आहेत, असें त्यांनीं मानणें चुकीचें आहे. शिवाय, असेंहि म्हणतां येईल कीं वैश्वजीवित हें स्थलकाला-

तीत व भूतभविष्यवर्तमानकालातीतच आहे. तें कंटाळवाणें होण्याइतकें अतिदीर्घ नाहीं. वैश्व जीवितांतील कालाचा संकोच वर्तमानकालक्षणाइतका परमावधीचाही झालेला आहे. क्षुद्रजन्तूच्या क्षणभंगुर जीवितांतील कालक्षणा-पेक्षां वैश्वजीवितांतील कालक्षण भिन्न मूल्याचा असला तरी तो भिन्न श्रेणीचा नाहीं, आणि वैयक्तिक जीवितावधींतील उपरोक्त प्रकारचें वैयक्तिक अमरत्व हें वैश्व अमरत्वापेक्षां भिन्न मूल्या(Value)चें असलें तरी तें कालदृष्ट्या अमरत्वच होय. स्वसंज्ञानदृष्ट्या व्यक्ति ही जीवितावधींतच अमर आहे आणि वैश्वसंज्ञानदृष्ट्या जन्मपूर्व व मृत्यूत्तर ती सामष्टिक अमरत्वांत समाविष्ट झालेली आहे.* जन्म, मृत्यु, पुनर्जन्म,वगैरे भाव हे देहाचे भाव होत. ते संज्ञानाचे नव्हेत. व्यक्तींत वैयक्तिक देहानुषंगानें रञ्जित होऊन पृथक् रूप भासणारें संज्ञान हें वैश्वसंज्ञानच होय. तें कालातीत व अमर आहे त्याला जन्म, मृत्यु, पुनर्जन्म वगैरे कांहीं नाहीं.

सारांश, (१) स्थलकालमर्यादित वास्तवघटनारूपी देहदृश्याला मृत्यूत्तर भक्षकाच्या रूपांत अगर दहनदफनोत्तर नाना पांच भौतिक रूपांत व तेथून पुढें त्याच्या वास्तव, रासायनिक, जैव, वगैरे नाना नवसंयोगाच्या स्थलकालबद्ध नाना नवदृश्यांत फक्त रूपान्तर संभवतें. पण हें या प्रकारचें रूपान्तर हा पुनर्जन्म नव्हे. (२) पण त्याच्या त्या प्रकारच्या देहापासून अन्य यथाशक्य सदृश देहघटनेच्या संयोगानें जो त्यांचा संयुक्त प्रजोद्भव (Reproduction) होतो तोच जननशास्त्राच्या (Science of Genetics) नियमानुसार त्यांचें यथाशक्य सांयोगिक पुनर्जनन होय; आणि हें पुनर्जनन त्यांच्या व्यक्त व पृथग्रूमी देहघटनेचें असल्यामुळें तें अर्थात् त्यांचें व्यक्त दैहिक अमरत्व अगर वैयक्तिक अमरत्व होय. (३) अन्तिमपक्षीं अशा कोणत्याहि स्थल-कालमर्यादित व व्यक्त देहाच्या अनुषंगानें त्या देहाच्या गुणानुसार भिन्नभिन्न स्वरूपांत, अवस्थांत, अगर उच्चावच श्रेणींत प्रकट होणाऱ्या वैश्वसंज्ञानाच्या अखण्डांशरूपी (स्व)संज्ञानाला आद्यंत व स्थलकालमर्यादा नसल्यानें तें जन्ममरणातीत व सत्यच अमर होय. तें वैश्वसंज्ञान एक व अव्यक्त आहे व

---

* While I am alive He is in me; When I am dead I am in Him.

ज्या देहसान्निध्याच्या कारणानें तें पृथक् वैयक्तिक रूपांत जन्म पावलेसें दिसतें त्या देहसान्निध्याच्या नाशानें त्याच्या पृथक् वैयक्तिक रूपाचा नाशही होतेसा दिसतो. देह जन्मास येतो व पुनर्जन्म पावूनच मृत्यूत्तर अमर होतो. देहाचा पुनर्जन्मानंतर मृत्यु होतो. मृत्यूनंतर पुनर्जन्म होत नाहीं. आत्मा अजन्मा आहे म्हणून अमर आहे, त्याला मृत्यु नाहीं व म्हणून मृत्यूत्तर जीवित नाहीं.

पुरवणी (आ)

परिभाषा सूचि.

Absolute–शुद्ध, कवल, निरपेक्ष.
Accelerated motion–क्रम-वर्धिष्णु गति, वर्धमानवेगगति.
Acceleration–गति–वेग–वृद्धि-वर्धन.
Anthropology–मानवशास्त्र.
Apehelion–सूर्यापबिंदु.
Appearance–दृग्विभ्रम, दृष्टिभ्रम, अपूर्ण दृश्य.
Automatism–आत्मयमन,आत्म-यतत्त्व.
Axiom–अध्याहार.
Axis–अक्ष.
Becoming-गतिरूप, त्यत्.
Being–अस्तिरूप, सत्.
Co-ordinate-संधारक, निर्देशक.
Concept–धारणा, भावना.
Contact-effect स्पर्शपरिणाम, सान्निध्यपरिणाम.
Continuity–सातत्य.
Corpuscular theory of light–प्रकाशकणसिद्धान्त.
Cosmic Cloud–वैश्व मेघ.
Cosmic Laziness–वैश्व आलस्य.
Curvature–वक्रता.
Curved space-time–वक्र दिक्काल.
Deflection–वक्रता, मार्गच्युति.
Displacement–स्थानत्याग, स्थलान्तर.
Duration–जीवन, अवधि, गति.
Electric charge–विद्युन्निधि.
Electrification-विद्युद्रोपण, विद्युदाधान.
Electro-magnetic mass–विद्युच्चुंबकीय मह.
Electron–वीजाणु.
Elliptical Geometry–लंब-वर्तुळभूमिति.
Event–संवर्त, घटना.
Eye piece-उपनेत्र-सूक्ष्म-दूर-दर्शी-केचा डोळ्याकडचा भाग.
Extension–वितान, विस्तार.
Field of force–जव-प्रेरक-कारक क्षेत्र.

Finite-समर्याद, सान्त.
Flat-सपाट.
Fourth dimension-चतुर्थमाप, चतुर्थगुणक.
Force-जव-प्रेरक,-कारक.
Friction-घर्षण.
Geodesic-भूदेशीय.
Graph-आलेख.
Gravitation-गुरुत्वाकर्षण.
Gravitational mass-गुरुत्वाकर्ष्य मह.
Homo-centric-मानवमध्य.
Hyperbolic-अतिपरवलय.
Hypothesis-कल्प, कल्पित.
Ionised-भग्नाणु.
Inclination-कलन.
Inertia-आलस्य.
Inertial mass-आलस्यमह.
Inertial motion-आलस्यगति
Intensity-तीव्रता.
Interference-व्यत्यय.
Interferometre-व्यत्यय मापक.
Interval-अवकाश, पार्थक्य.
Kinetic-कार्यांचत.
Light-year-प्रकाशवर्ष, प्रकाशवर्षान्तर.
Mass-मह.
Mechanical addition of Velocities-गतींत गतींची साधी बेरीज.
Metaphysics-अतिवास्तवशास्त्र, तत्त्वशास्त्र.
Microscope-सूक्ष्मदर्शिका.
Momentum-ओज.
Monad-आत्मखंड, जीवात्मखंड.
Non-Euclidean-युक्लिडान्य.
Objective-वस्तुगत, वस्त्वात्मक.
Objective-उपवस्तु, सूक्ष्म-दूरदर्शिकेचा पाहावयाच्या वस्तूकडचा भाग.
Object motion-वस्तुगति.
Parabola-परवलय.
Perihelion-सूर्योपबिंदु.
Plenum-पूर्ण, पूर्णाचें तत्त्व.
Potential-कार्यक्षम.
Proton-प्रोताणु.
Photoscope-प्रकाशवर्णदर्शिका.
Quantum theory of light-प्रकाशखण्डसिद्धान्त.
Quasi-spherical-चापट गोलाकार.
Rectilinear-ऋजुदिग्गामी.
Reference-body-system-संदर्भ-वस्तु-व्यूह.
Relativity-सापेक्षता.
Revolution-परिभ्रमण.
Rotation-परिवलन.
Sensorium-इंद्रियग्राम, देह.

Separation–अवकाश, पार्थक्य.
Sequence–अनुगम.
Simultaneity–समकालता.
Standard–निश्चितरूप.
Space–स्थल, दिक्.
Space-time–दिक्काल.
Spectroscope–वर्णरेषादर्शिका.
Spectrum line–वर्णरेषा.
Spectrum band–वर्णरेषापट.
Spherical Geometry–गोल-भूमिती.
Spherical Curve–गोलान्तर्गत-वक्र.
Subjective–व्यक्तिगत.
System–व्यूह, समूह.
Tangential–वर्तुल-परिघ-स्पर्शी.
Telescope–दूरदर्शिका.
Time–काल.
Time log–दृश्य दिसण्याच्या काळाचें तें घडण्याच्या काळामागें रेंगाळणें.
Theory–सत्यकल्प, सिद्धान्त.
Undulatory theory of light–प्रकाशतरंगसिद्धान्त.
Unique–एकमेव.
Unit–एकम्.
Unit-field Geometry–दिक्कालैक क्षेत्रभूमिति.
Uniform motion–एकरूप गति, स्थिरवेग गति.
Velocity–वेग.
Void–शून्य, शून्यत्व.
Vortex motion–चक्रगति.
Wave motion–तरंगगति.

आइनस्टाइनप्रणीत सापेक्षदर्शन.

कांहीं अभिप्राय.

"आपण लिहिलेलें 'आइनस्टाइनप्रणीत सापेक्षदर्शन' हें पुस्तक वाचलें. या अवघड विषयावर मराठी भाषेमध्यें पुस्तक लिहिण्याचें व लिहून तें छापविण्याचें आपण धाडस केलें याबद्दल आपलें कौतुक करावेंसें वाटतें. 'सापेक्षता' हा विषयच असा आहे की गणिताचें चांगलें ज्ञान असल्याशिवाय त्यांतील मर्म समजणें हें दुर्घट आहे. तरी पण गणिताचा भाग शक्य तितका टाळून, निरनिराळे समर्पक दृष्टांत व दाखले देऊन या विषयाची मांडणी शक्य तितकी सुलभ करण्याचा आपण प्रयत्न केला आहे व तो प्रयत्न बऱ्याच अंशानें सिद्धीस गेला आहे, हें पाहून फार आनंद वाटतो. शिवाय हें पुस्तक लिहितांना या विषयाच्या तात्त्विक बाजूचाहि जो आपण थोडाफार ऊहापोह केला आहे तो तत्त्वज्ञानाची आवड असणाऱ्या बऱ्याच लोकांना वाचनीय वाटेल यांत शंका नाहीं. 'सापेक्षता' यासारख्या नवीन विषयावर पुस्तक लिहून मराठी भाषेंतील शास्त्रीय वाङ्मयांत आपण बहुमोल भर घातलीत याबद्दल मी आपलें अभिनंदन करतों."

स. ना. दातार.

"श्री. भारद्वाज यांचा लेखनव्यवसाय दांडगा असून 'सृष्टिज्ञान' च्या वाचकांच्या ते चांगले परिचयांतले आहेत. विषयाचा गहनपणा आणि भाषेची भासणारी अपूर्णता या दोन्ही अडचणींना धीरानें दूर सारून 'आइनस्टाइनप्रणीत सापेक्षदर्शन' या विषयावर पुस्तक लिहिण्याचा श्री. भारद्वाजांचा प्रयत्न चांगलाच सिद्धीस गेला आहे; परंतु इतका अवघड विषय आपल्या मराठी वाचकांना कसा काय झेपेल त्याचा आजच अंदाज करतां येत नाहीं. प्रयत्न यशस्वी केल्याबद्दल श्री. भारद्वाज यांचें मनापासून अभिनंदन करावेंसें वाटतें."

गोपाळ रामचंद्र परांजपे.

" श्री. भारद्वाज यांनीं लिहिलेलें ' आइनस्टाइनप्रणीत सापेक्षदर्शन ' हें पुस्तक सविस्तर व काळजीपूर्वक वाचून पाहिलें. लेखनाच्या वेळेपासून देखील तें मी १।२ वेळ नजरेस घातलेलें आहे. गणित विषयाचा प्रत्यक्ष अभ्यास नसतांनाहि त्यांतील प्रमेयें व्यवस्थितपणानें समजून घेऊन तीं सामान्य वाचकांपुढें मोठ्या कुशलतेनें ठेविलीं आहेत. शास्त्रीय विषयाचीं पुस्तकें मराठींतून फारच थोडीं होतात. परंतु जीं थोडीं क्वचित् प्रसंगीं निर्माण झालेलीं दिसतात त्यांत या पुस्तकाचा बराच वरचा दर्जा लागेल. विषयाचें वर्णन मोठें सुंदर व प्रतिभावान् झालें आहे. गतिशास्त्राच्या नियमांची जुनी व नवी मांडणी पद्धतशीर केली असून आइनस्टाइनच्या तत्त्व-प्रतिपादन-मार्गाशिवाय दुसरा मार्गच कसा उपलब्ध होऊं शकत नाहीं हें फारच चांगल्या रीतीनें निदर्शनास आणलें आहे. केवळ या नवीन दर्शनाचा भौतिक दृष्टयाच विचार केलेला नसून शेवटच्या ४।५ प्रकरणांतून तात्त्विक विवरण केलें असल्यानें तर पुस्तकाचें महत्व अत्यंत वाढलें आहे. जीवितांतील निर-निराळ्या क्षेत्रांतून नवीन दर्शन विचारास चालना देण्यास कसें समर्थ आहे व होईल ही गोष्ट मराठी वाचकांपुढें या ग्रंथानेंच पहिल्यांदा मांडली आहे. विषयानुरोधानें कित्येक प्रसंगीं वर्णन बोजड वाटत असलें तरी तो दोष विषयाचा असून लेखकानें शक्य तितकी सुलभता आणण्याचा प्रयत्न केला आहे. एका उत्कृष्ट पुस्तकाची भर मराठी साहित्यांत घातल्याबद्दल मी रा. भारद्वाज यांचें अभिनंदन करतों."

नरसिंगाश्रम,
विलें पारलें
ता. १९।४।३६

मो. ल. चंद्रात्रेय
गणित-अध्यापक, इस्माइल कॉलेज, अंधेरी.