

The Drenched Book

**TOTAL DAMAGE
BOOK**

UNIVERSAL
LIBRARY

OU_190871

UNIVERSAL
LIBRARY

فهرسة الازهار البديعة في علم الطبيعة

صحيفه

٠٢	نبذة في تاريخ الطبيعة
١١	الجزء الاول في علم الطبيعة وفيه تسعة عشر بابا
٠٠	الباب الاول كلام كلي في الطبيعة
١٢	الباب الثاني في المادة وفي خواصها وفيه تسعة فصول
٠٠	الفصل الاول في الحيز
١٥	الفصل الثاني في عدم التداخل
١٧	الفصل الثالث في الحركة
١٩	الفصل الرابع في الثقل
٢٢	الفصل الخامس في التجزى
٢٤	الفصل السادس في المسام
٢٦	الفصل السابع في الانضغاط
٢٩	الفصل الثامن في المرونة وفيه سبعة مباحث
٠٠	المبحث الاول في المرونة
٣٠	المبحث الثاني في بديقية الهواء
٣١	المبحث الثالث في نافورة الضغط
٠٠	المبحث الرابع في نافورة هيرون
٣٢	المبحث الخامس في اللعبة
٠٠	المبحث السادس في المنفاخ
٠٠	المبحث السابع في الآلة المفرغة
٣٤	الفصل التاسع في التمدد
٣٥	الباب الثالث في احوال الاجسام
٣٧	الباب الرابع في الاستاتييك
٤٢	الفصل الاول في مركز الثقل

صفحة	
٤٥	الفصل الثاني في الآلات البسيطة
٥٠	الفصل الثالث في الرافعة
٤٩	الفصل الرابع في الميزان
٥٠	الفصل الخامس في البكرة
٥١	المبحث الاول في الملفاف
٥٠	المبحث الثاني في المعطاف
٥٢	الفصل السادس في السطح المائل
٥٣	المبحث الاول في الاسفين ويقال له الخابور
٥٤	المبحث الثاني في البرمة
٥٥	الباب الخامس في الديناميك
٥٧	الفصل الاول في مصادمة الاجسام
٦١	الفصل الثاني في نواميس سقوط الاجسام
٦٥	الفصل الثالث في البندول
٦٨	الباب السادس في الايدروستاتيك اي موازنة السائلات
٦٩	الفصل الاول في ضغط السائلات
٧١	الفصل الثاني في موازنة السائلات
٧٢	الفصل الثالث في ضغط الجوع على السوائل
٧٤	الفصل الرابع في الباروميتر
٧٨	الفصل الخامس في الممص
٧٩	الفصل السادس في موازنة الاجسام اذا غمرت في السوائل
٨٠	الفصل السابع في الاريوميتراي مقياس ثقل السائلات
٨٤	الفصل الثامن في موازنة السائلات في الانابيب
٨٥	الباب السابع في الايدرو ديناميك والايدرو ليك
٨٧	الفصل الاول في قضية توريشلي

٨٨	الفصل الثانى فى انقباض عرق السائل
٨٩	الفصل الثالث فى البرايخ
٩٠	الفصل الرابع فى نافورة الماء
٩١	الفصل الخامس فى ضغط السائلات المنصبة
١٠٠	الفصل السادس فى صدم السائلات بحدردان القنوت وفى الجردى
	اللايدريكى
٩٢	الفصل السابع فى الطلوسبات
٩٤	الباب الثامن فى استاتيكت الغازات
٩٦	الفصل الاول فى الجوفوفيه مرونة الهواء وتدد الهواء
١٠٠	الفصل الثانى فى المافوفيتراى مقياس لتحلل الغازات
١٠٠	الباب التاسع فى ديناميك الغازات
١٠٩	الفصل الاول فى ضغط الغازات على محالها
١٠٠	الفصل الثانى فى الموازنة بين الهواء والاجسام السابجة فيه
١٠٢	الفصل الثالث فى الايروستات اى القباب الطيارة
١٠٤	الفصل الرابع فى انابيب الأمن
١٠٥	الفصل الخامس فى التحريك الصناعى للهواء
١٠٠	الفصل السادس فى غازوميتير
١٠٦	الباب العاشر فى الاكوسيتيك اعنى فن السماع
١٠٧	الفصل الاول فى تولد الاصوات وانتقالها بالهواء
١٠٩	الفصل الثانى فى سرعة سير الصوت
١١١	الفصل الثالث فى الاصوات الموسيقية والاصوات الرنانة
١٠٠	الفصل الرابع فى انعكاس الصوت
١١٣	الفصل الخامس فى مرسله الصوت المعروفة بالبوق
١٠٠	الفصل السادس فى القرين السمعى
١١٤	الفصل السابع فى الاستيتوسكوب اى المستقصية الصلابة

الفصل الثامن في اهتزاز الاجسام

- ١١٧ الفصل التاسع في اتصال الصوت من جسم الى آخر
- ١١٨ الفصل العاشر في اهتزاز السوائل بالصوت
- ١٢٠ الفصل الحادى عشر في آلات الهوائية
- ١٢١ الفصل الثانى عشر في الصوت الحيوانى
- ١٢٢ الفصل الثالث عشر في تكون السمع
- ١٢٣ الباب الحادى عشر في الكهربية وفيه خمسة عشر فصلا
- ١٢٥ الفصل الاول في الاجسام الموصلة للكهربائية
- ١٢٦ الفصل الثانى في الاليكتروسكوب اى المستقصية الكهربية
- والاليكتروميتراى مقياس الكهربية
- ١٣٠ الفصل الثالث في سريان الكهربية من جسم الى آخر
- ١٣٢ الفصل الرابع في الكهربية بالتأثير وتحليل الكهربية الطبيعية
- من بعد
- ١٣٥ الفصل الخامس في الاليكتروفوراي حاملة الكهربية
- ١٣٦ الفصل السادس في الالة الكهربية
- ١٣٩ الكلام على القوة الكهربية
- ١٤٠ الفصل السابع في اسباب فقد الكهربية
- ١٤١ الفصل الثامن في تكون الكهربية على سطح الاجسام الموصلة
- الفصل التاسع في خواص الاسنة المعدنية
- ١٤٢ الفصل العاشر في الكهربية السكامة
- ١٤٣ الفصل الحادى عشر في المكثفات
- ١٤٤ الفصل الثانى عشر في زجاجة ليد
- ١٤٧ الفصل الثالث عشر في البتريه الكهربية والمنبه العام
- ١٤٩ الفصل الرابع عشر في اسباب ظهور الضوء الكهرباى
- ١٥٠ الفصل الخامس عشر في اسباب ظهور الكهربية

- ١٥١ الباب الثاني عشر في السيل الجلول في او الكهر بائية باللمس
- ١٥٢ الفصل الاول في اطهار السيل الجلول في على الضفدعة
- ١٥٣ الفصل الثاني في عمود ووطه
- ١٥٦ الفصل الثالث في اختلاف وضع العمود
- ١٥٨ الفصل الرابع في تتابع العامود
- ١٦٢ الفصل الخامس في العمود الخافه
- ١٦٣ الباب الثالث عشر في المغناطيسية
- ١٦٤ الفصل الاول في قطي المغناطيس
- ١٦٦ الفصل الثاني في طبيعة السيل المغناطيسي
- ١٦٧ الفصل الثالث في تأثير المغناطيس في الحديد والفولاذ
- ١٦٨ الفصل الرابع في معرفة كون الجسم مغناطيسيا او ممغطسا
- ١٦٩ الفصل الخامس في تأثير الارض المغناطيسي
- ١٧٢ الفصل السادس في تأثير الارض المغناطيسي في الحديد
- ١٧٤ الفصل السابع في تعيين القوة المغناطيسية
- الفصل الثامن في طرق المغطسة
- ١٧٦ الفصل التاسع في حافظة المغناطيسية
- ١٧٧ الباب الرابع عشر في الابلية كترود يناسميك ويسمي
بالايليكتروميينا تبسم
- ١٧٨ الكلام على الفعل المهدى
- ١٧٩ الكلام عن افعل الجاذب والمنفر
- الفصل الاول في الآلة المسماة بالمضاعف
- ١٨١ الفصل الثاني في المعطسة بتيار العمود وبالطقات الكهربية
- ١٨٢ الفصل الثالث في تدوير التيار للاجسام الممغطسة
- ١٨٣ الفصل الرابع في تأثير الارض والاجسام الممغطسة في التيار
- ١٨٨ الفصل الخامس في بقية الآلات الابلية كترود يناسمية

- ١٩١ الفصل السادس في ظواهر الكهر بائية بالحرارة
- ١٩٢ الفصل السابع في ظواهر الكهر بائية الكيماوية
- ١٩٣ الفصل الثامن في الاسماء الكهر بائية
- ١٩٥ آكتاب الخامس عشر في الاوتيتين اى فن الابصار
- ١٩٧ كلام كللى في سرعة سير الضوء
- ١٩٩ الكلام على القسم الاول اعنى انعكاس الضوء
- ٢٠٠ المبحث الاول في الضوء المشاهد في المرايا المستوية
- ٢٠١ المبحث الثانى في انعكاس صور المرئيات في المرايا الغير المستوية
- ٢٠٤ المبحث الثالث في تعيين بورة المرايا الغير المستوية
- ٢٠٥ الكلام على القسم الثانى وهو الديوبتريدى اى انكسار الضوء
- ٢٠٦ المبحث الاول في المنشور
- ٢٠٨ المبحث الثانى في تعيين القوة المكسرة
- المبحث الثالث في العدسات
- ٢١٠ المبحث الرابع في طريق تعيين البورات في العدسات
- المبحث الخامس في معرفة كيفية الاجراق من العدسات اللامة
- ٢١١ المبحث السادس في العدسة الدرجية
- المبحث السابع في صور الضوء التى ترسمها العدسات
- ٢١٣ المبحث الثامن في التحلل الضوء
- ٢١٤ المبحث التاسع في عود تركيب الضوء
- ٢١٦ المبحث العاشر في الاكروماتيزم
- ٢١٧ المبحث الحادى عشر في كيفية الابصار
- ٢٢٠ الباب السادس عشر في آلات الاوتيتيكية اى البصرية
- كلام نظرى على الميكروسكوب اى النظارة المعظمة
- ٢٢٥ الفصل الاول في الميكروسكوب البسيط
- ٢٢٥ الفصل الثانى في الميكروسكوب المركب

- ٢٢٧ الفصل الثالث في الميكروسكوب الشمسى
- ٢٢٩ الفصل الرابع في الميغاسكوب اى نظارة الاجسام المراد رسمها
- الفصل الخامس في المصباح المسحور
- ٢٣٠ الفصل السادس في القاذبة اوماغوريا اى الطيف الخيالى
- الفصل السابع في الميزانة المظلمة
- ٢٣١ الفصل الثامن في الخزانة النيرة
- ٢٣٢ الفصل التاسع في نظارة غليلي وتسمى نظارة الملعب
- الفصل العاشر في النظارة الفلكية
- ٢٣٣ الفصل الحادى عشر في النظارة الارضية وتسمى نظارة القرب
- ٢٣٤ الفصل الثانى عشر في التيلوسكوب اعنى نظارة البعد
- الباب السابع عشر في تشرف الضوء وتداخل الاشعة في بعضها
- ٢٣٥ الكلام على تشرف الضوء
- الكلام على تداخل الاشعة في بعضها
- ٢٣٦ الباب الثامن عشر في ازدواج انكسار الضوء
- ٢٣٨ المبحث الاول في الميكروميتر اى مقياس الصغر
- ٢٣٩ المبحث الثانى في استقطاب الضوء
- ٢٤١ المبحث الثالث في الاستقطاب
- المبحث الرابع في الضوء المنبعث من الاجسام المحيطة
- الباب التاسع عشر في عنصر الحرارة
- ٢٤٣ الفصل الاول في تمدد الاجسام بالحرارة
- المبحث الاول في الترموميتر وانواعه
- ٢٤٩ المبحث الثانى في تمدد الغازات
- المبحث الثالث في تمدد الاجسام الصلبة
- ٢٥٠ الكلام على تعديل البندول
- ٢٥١ الكلام على ترموميتر بحيمية

- ٢٥٢ المبحث الرابع في البيروميترى - مقياس حرارة النار الشديدة
- ٢٥٣ المبحث الخامس في تمدد الاجسام السائلة
- ٢٥٤ الفصل الثاني في سريان الحرارة
- المبحث الاول في توصيل الحرارة
- ٢٥٥ المبحث الثاني في تشعيع الحرارة
- ٢٥٦ المبحث الثالث في القوة العاكسة للحرارة
- ٢٥٧ الكلام على تبريد الاجسام
- المبحث الرابع في موازنة الحرارة
- ٢٥٨ الفصل الثالث في الحرارة النوعية
- الكلام على طرق تعيين سعة الاجسام للحرارة
- ٢٦١ الفصل الرابع في تغيير الحرارة لحالة الاجسام
- ٢٦٣ المبحث الاول في الذوبان
- المبحث الثاني في غليان السوائل
- ٢٦٦ المبحث الثالث في الانجزة
- ٢٦٧ المبحث الرابع في قياس قوة انتشار البخار
- ٢٧١ المبحث الخامس في معرفة كثافة البخار
- ٢٧٢ المبحث السادس في الآلات البخارية
- ٢٧٣ تنمة في بيان حرارة البخار
- ٢٧٤ الفصل الخامس في تولد الحرارة والبرودة من ينبوعها
- الكلام على ما يولد الحرارة
- ٢٧٦ الكلام على ما يولد البرودة
- ٢٧٧ خاتمة في بيان الحرارة الحيوانية
- ٢٧٩ الجزء الثاني في كائنات الجو
- الباب الاول في الجو
- ٢٨١ الفصل الاول في الرياح

- ٢٨٢ مجت في الاينو ميتر اى مقياس مئرة الريح
- ٢٨٣ الفصل الثانى فى الزوايح
- ٢٨٥ الباب الثانى فى الابجرة وما ينسب اليها من كائنات الجوى
- الفصل الاول فى الابجر وميتر
- مجت فى ابجر وميتر التكاثف
- ٢٨٦ مجت فى ابجر وميتر التكاثف ذى الجفنة
- ٢٨٧ مجت فى ابجر وميتر التكاثف لداينال
- ٢٩٠ مجت فى الابجر وميتر بالامتصاص
- ٢٩١ الباب الثالث فى الانوميتراى مقياس الرطوبة المتصاعدة من الاسطح المبتلة
- ٢٩٢ الفصل الثانى فى الطل والنداء والصر والجليد
- ٢٩٣ الفصل الثالث فى الضباب والسحاب
- ٢٩٤ الفصل الرابع فى المطر والثلج والجريزىل اى المطر الربيع جدا والوبر جلاس اى الذى يحمد حال نزوله على الارض
- ٢٩٥ الكلام على الاود وميتر اى مقياس ماء المطر
- ٢٩٦ الفصل الخامس فى الثلج الاحمر والمطر الاحمر وفى الاجسام الساقطة من الجو
- ٢٩٨ الكلام على الحجارة الساقطة من الجوى
- الباب الثالث فى الكهربية الجوية
- ٣٠٠ الفصل الاول فى سقوط الصاعقة
- ٣٠٢ الكلام على مانعة الصواعق
- ٣٠٥ الفصل الثانى فى البرد
- ٣٠٦ الفصل الثالث فى ينبوع الكهربية الجوية
- الكلام على الكهربية من الانبات
- ٣٠٨ الكلام على تولد الكهربية من تصاعد البخار

٣١٠ الفصل الرابع في تكون السحب الصاعقية

الفصل الخامس في تكون الفجر الكاذب

٣١٢ الباب الرابع في كائنات الجو الصادرة من الضوء

٣١٣ الكلام على الغوتميتراى مقياس الضوء

٣١٤ المبحث الاول في السراب

٣١٦ المبحث الثانى في قوس قزح

٣١٧ المبحث الثالث في الهالات

٣١٨ المبحث الرابع في الباربلى اى الشمس الكاذبة

٣١٩ الباب الخامس في الحرارة الارضية

المبحث الاول في درجه حرارة الهواء على سطح الارض

الكلام على الايتريوسكوب اى مقياس طراوة الهواء

٣٢٠ المبحث الثانى في درجة حرارة اغوار الارض

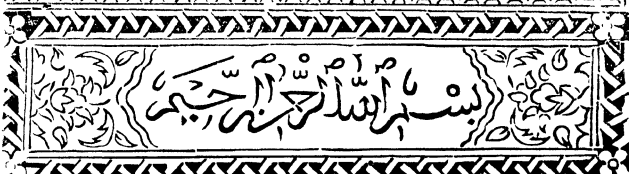
٣٢٢ المبحث الثالث في درجات حرارة تضاريس الارض

٣٢٣ المبحث الرابع في درجة حرارة المياه وتكون الجليد

٣٢٤ المبحث الخامس في بيان موازنة حرارة الارض

وهذا تصويب ما وقع فيه الخطاء عند الطبع

صحيفة	سطر	خطا	صواب
٩٤	٤	الباب السابع	الباب الثامن
١٣١	٤	جدل لغوية	قوية جدا
١٥٠	١٤	امتلاء من الهواء تذهب	امتلاء من الهواء تذهب
١٨٢	٣	لاستفادة	لاستفادت
١٩٠	٢٢	الكفاقي	الكفافات
٢٢٣	٦	بجاصل	بجامل
٢٢٧	٦	من ذلك	ذلك من
٢٣٨	١٨	في ايين	في اس
٢٤٠	٩	سمى	شمسى
٢٥١	١٥	على تيرميتر	على تيرموميتر
٢٥٣	١٤	المبحث الخامس	المبحث الرابع
٢٥٦	٦	شعلة ذلك المصباح صورة	صورة شعلة ذلك
٢٨٥	٨	ما يئنه	ما يبينه
٣٠٣	١	وقاقيها	وقايتها
٣١١	٢	طبائهم	طبائعهم



يا باري الاجسام المختلفة الطباع من ذرات الابداع * ويا مبدى الالامار العلوية
 على اختلاف الانواع في سماء الشعاع * سبحا يا نطق برعد يسبح بحمدك *
 ويضحك بريق يتلأ * سناه من شهود مجدك * ونجوم اذواب وشهما
 رجوما * وطلا ونجا وبرد او مطر امسجوما * وظلا وحرور او صرا وجليدا *
 وفي كل ان تبدى لنا بيا هر قدرتك خلقا جديدا * فسبحانك ما اقدرك واعظم
 شانك * وما اجل جلالك واعز سلطانك * فيا على يا حكيم ادم الصلاة والتسليم
 على ذى الخلق العظيم * قطب دائرة النبوة والرسالة * واراض عن اصحابه
 وانصر الى يوم القيامة حربه واله * اما بعد فيقول مغفور المسادي محمد
 الهراوى لما كان العلم الطبيعي متكفلا بكمال النفوس البشرية * كما انه مع العلم
 الالهى مكمل لسعادتها الدنيوية والاخرية * اذ بالاول يكون الوقوف على

احوال الكائنات في النشأة الاولى * وبه مع الثاني يتم علم احوالهما
 في النشأتين الاخرة والاولى * ولا شك في ان شرف العلم يكون بشرف
 موضوعه * وموضوع العلم الطبيعي الموجود بمفرده ومجموعه * فشرفه على
 جملة العنوم امر لا ينكر * وتقديمه عليها في التعليم حتى لا يستنكر * اذ تعلق
 غيره من العلوم بالموجودات انما هو باعتبار الحينييات * وتعلقه بها باعتبار
 الحقيقة والذات * فحق ان يكون الاول في التعليم بمدارس صاحب السعادة
 السنية * والسيادة الابدية * تاج الوزارة الاسلامية * ومنهاج السياسات
 السلطانية * من تسابقت بميدان مطالبه العناية البشرية * وتسافست
 في ابلاغ امانيه الهمم العلمية * وساعدته الاقدار الالهية * باللطائف الجمهورية
 والسرية * على حسب ما في طويته للعباد من الخيرية * حتى تملك ما احب به
 من محاسن بلاد المشرق الرميم المدارس * وفتح للفنون والصنائع فيا بعد
 تقوية الشوكة العسكرية فابريقات ومدارس * اينعت ازهارها * ونظهرت
 بادية الصلاح ثمارها * فهو الوزير الذي اعزه الله بالحلم والكرم * وعززه
 بمكارم الاخلاق بين الامم

وزير حباء الله رفع مكانة * واثاله فخر القرون الاوائل

ونفخر لولك الوقت حتى غداله * ينادى عزيز يا محمديا على

ادم الله حراسة ملكه وابناه * وبلغه في الدارين فوق ما يتمناه * ولا زالت
 افلاك عزه في بروج السعادة دائرة * وكواكب التأييد بين يديه زاهية سائرة *
 ثم لاشك في ان مدرسه مشهودة في كل المشاهد * واحياء الفنون بها ظاهر
 لا يحتاج الى شاهد * غير انه لعلو همته اراد زيادة السجل لهذا الشأن *
 وترقيته في تدب السجل كما هي عادته في شؤونه من اتمام الاحسان * حتى
 لا يتوهم فيما بعد ان يتطرق اليها وقوف على حد فضلا عن النقصان * فولى
 مصطفى سعادته مديرا على ديوان المدارس * ومختارا عنايته راسما بميدان
 العلوم لكونه فيه الشهم البطل الفارس * فحين قلده هذا البيك بهذا العقدة
 القريمة * وتمنطق هو للقيام بحق هذا المرام السعيد * بحث عما يبلغ كل فن

امله ويجمع شمله * فوجد انه لم يتنبه لعلم الطبيعة احد قبله * وتنبه لذلك
 كان اول منزلة عدت في مزاياه التي لا تحصى * واسبق عزيمة لم تقصد
 الاياه من انتهازه الفرص الذي لا يستقصى * فاهتم به وحث عليه في الحين *
 وطلب تحصيله من كل المعلمين * فتكفل له بجمع هذا الكتاب الجليل *
 موسيو بيرون معلم الكيمياء بـ مدرسة الطب البشر النبيل * جمعه من كتب الفن
 الفرنسية * ثم ترجمه منها الى اللغة العربية * مترجم هذه المدرسة العارف
 باللسانين * برحنا عن حورى المدعو بـ محنين * مع مساعدة المؤلف المذكور
 لمعرفة بالعربية * ومطالعة فيها بعض الكتب الغربية التاريخية * وكان
 المستملى له اذ ذلك والمصحح * اخينا الفاضل الشيخ محمد التونسى الواعظ المفصيح *
 فلما تم ترجمة ومقابلة * وبدي لهم انه جمع من الفن احسنه * اعرضوه الى الديوان
 فامرت سعادة البليد المختار ان يطبع منه الف من الاسفار * ويكون ذلك
 بمعرفة حتى على اسلوب التأليف العربية اجريه * واحرر مبادئه بعرفهم
 معانيه * فاضطرت الى ان اقبله مع مؤلفه ثانيا * لاقف على ما كان فيه
 للمعنى مشائيا * وشمرت عن ساعد الجهد للمسابقة في هذا الميدان * وبذلت
 غاية الجهد في جمع الذهن وانتهاز فرصة الزمان والمكان * وكابدت المشقة
 في تهذيب مبادئه * وتحرير الفاظه وتنقيح معانيه * حتى جاء بحمد الله كتاباً مبوراً
 عن وصمة الفاظ الترجمة * منزها عن رككة تراكيبيها المتنافرة المعلقة * فهو كتاب
 الاطلاع عليه والمطالعة فيه * يغنيان عن ايضاح واصفه لمقتفيه * وقد سماه
 جامعه بالازهار البديعة * في علم الطبيعة * نسأل الله دوام برزخى هذه
 الفنون وبقائه آثار محاسنه في هذه الديار الى يوم يبعثون

خطبة المؤلف

الحمد لله الذى لانهاية لوجوده * حمدا جزيلا لا غاية لحدوده * على ما انعم به
 على الانسان من الفهم والمعرفة والقياس * ليتوصل بذلك لمعرفة الحوادث
 الطبيعية الواقعة في العالم بين الناس * ويصل بواسطة التجارب الطبيعية الى
 اظهارنا ميس ذلك فيعرف العظمة الربانية * ويتعجب من آثار القدرة الالهية

ولذلك كانت ممارسة العلوم والصنائع متممة لما خلقنا له من الوقوف على
بحائب العالم ومستغرباته * اذ لم يخلقها سبحانه وتعالى لتكون خفية علينا * بل
لتجيب فيها اذا شاهدناها ليكثر العجب منها لدينا * ومن حيث ان الفكر وحده
يضل فيها * ويخير في غامضها وخافيا * احتساج لان يتقوى في الامتحانات
بالالات المخترعة من الانسان * ليختبر بها الافعال والقوى الطبيعية
ويجعلها تحت يده حاضرة في كل وقت واوان * واني لما استخدمت بمدرسة
الطب البشري معلما للكيميا من مدة سنتين * وقت بما وجب على فيهما مما نقر به
العين * ثم طلب مني ان انهم لتعليم علم الكيميا علم الطبيعة * امتثلت الامر
واقطعت من روضة كتب هذا الفن كل زهرة بديعه * وجعت هذا الكتاب
من احسن الفن المذكور * ونقحته حسب انا به مأمور * فجاء كما با على وفق
الاقتراح * يرتاح له السمع وتنتعش به الارواح * وانتاليف اذا تمحض في القواعد
كان اقل نفع اذا العارف لا يحتاج اليه * والمبتدى يعسر فهمه عليه * لكونه
لا يوضح المسائل اتم توضيح * بل يترك خلفه مسائل جه * واجبا ثامهمه يمتلى
منها الوطاب ولا يسعها بحر الكتاب * فان كان مثل هذا الكتاب منصفاً
للمبتدئين * كانوا الاشك به غير منتفعين * والذي اراه في مثل هذا المعنى ان
اخصر الكتب بالنسبة للكتب الموضحة كانسان هرم ضعيف التركيب * ازم
بما واد اشبان اصحاء جيدي التركيب * في المشى فلذا اجتهدت في ان لا يكون
كجبي هذا من ذلك الثقيل * فيكثر فيه القال والقليل * والزمت نفسي
بالدخول في المسائل المهمة من الطبيعة والكائنات الجسمية * وان اشركها
شرحاً تاماً بواسطة القواعد العقلية * والدلائل التجريبية وازيد في التوضيح
لاجل الفهم والادراك وان كان قصدي خلوه من التطويل الموجب للارتباك
انكسالا على ان الموقف الذي يتداول تدريسه من بعدي * يوضح ما يلزم توضيحه
ويشير اليه قصدي * على حسب فهم التلامذة وسعة عقولهم * وما يراه
من فطانتهم وحسن معقولهم * ولما كان هذا الكتاب اول مصنف ترجم
من كتب الطبيعة وكائنات الجواهر المصرية والقصد ان تناوله جميع

المدارس وتلقاه بالقبولية * حذفت منه البراهين التي تؤدي بالاشكال
 والارقام الرياضية * ليسهل على تلامذة المدارس الدخول في هذه القضايا
 العقلية * فاذا انتشرت العلوم الرياضية فيما بينهم بعد ذلك * سهل على الواقف
 عليه ان يبين ما حذفه من ذلك * وحيث ان هذا منهج لم يسلكه من اهل
 هذه الديار سالك * فتحناه باسهل العبارات * والطف الاشارات * الارشاد
 السالك * وقد حزت قصب السبق بهذا التأليف في هذا الميدان * فالأئمة
 من بعدي يكون عيال على في هذا الشأن * فليدروا هذا الزمن الذي بزغت فيه
 شمس هذه العلوم بالديار المصرية * واستضاءت بحسن انوارها الهيبية *
 بواسطة صاحب الاراء السنية * والمهمة العلمية * والافعال الناجحة *
 والاحكام الصالحة * حضرة الخديوى الاعظم * الذي احيى رفات العلوم
 والمعارف * وجدد ما اندثر من رسوم اللطائف * اسئل الله دوام ايامه * ونصره
 ونشر اعلامه * كما اسئله ان يوقع في روع اهل هذه البلاد * ما نتج من هذه العلوم
 من الاصلاح والسداد * ثم انى لفهمى بعض الالفاظ العربية * تجنبت من
 الالفاظ الفرنساوية * ما يعسر ترجمته الى العربية * هذا وقد رتب هذا
 الكتاب على جزئين اولهما في العلوم الطبيعية ثانيهما في الكائنات
 اجوية * وفي كل منهما ابواب وفصول ومباحث تعرف من الفهرسة

نبذة في تاريخ الطبيعة

لا شك ان علم الطبيعة من اهم العلوم ويغلب على الظن انه اول علم استنبط لانه
 يبعد كل البعد ان يعيش الانسان بين حوادث كثيرة بدون ان يجتهد في معرفتها
 وتبينها * واحتياجات عظيمة لا يشتغل بتحصيلها واستيفائها * وفي وسط امانى
 يقضى مرامه منها * واحوال لا يدري ما يقول اذا سئل عنها * ولذا كان اول
 ما يبحث عنه الطالب نفسه سيرها وتحصيلها * وقد برزت العادة في جميع العلوم
 بان اول ما يتدبّر بتعليمه منها هو الاصول النظرية اى التى تكون ادلتها عقلية
 بحيث تفهم منها النتائج العملية * وفي الاعصر الاول قبل ان تظهر التجارب
 شيئاً من النواميس الطبيعية وقبل ظهور الانتظام الذى هو النتيجة العامة
 لتلك النواميس تكلم الناس في الطبيعة باوها مهم ونسبوا الحوادث لما جعلوه
 آلهة كآله الحسن وآله العقل وكانهم اعتبروا العالم بجسم آلى له وظائف
 ومادروا العالم كون عظيم له وظائف لا تحصى فلونسبوا الجميع لآله
 واحد لكفاهم ذلك * والقدماء من المصريين وان كانوا دونوا العلم الطبيعى
 الا انهم جعلوا اجتهادهم في المشاهدات الفلكية فائق نوعا عن غيرهم تقسيم
 السنة الى اشهر يعود كل منها فى زمن وفصل لا يتغير * والحالية من اليونان
 اى الذين كانوا عصر ورحلوا عنها استوطنوا الاوربا فى سالف الزمن واشتغلوا
 بالعلوم فارتقت بهم الى اعلا درجة واخذها عنهم اهل الاوربا وتدارسوها
 ووسعوا دائرتها ونافسوا فى بحارها حتى استخرجوا الالبها واعنوها فصار
 الاوربا الآن مركزاً لضياء جميع العلوم تجريبية كانت اعنى طبيعة او ما وراء
 الطبيعة * وقد صرف القدماء من فلاسفة اليونان مثل تاليس واناكساغورس
 وفيناغورس وافلاطون وغيرهم اموالاً لا تحصى فى ذهابهم الى المعابد الهندية
 والمصرية حتى دخلوها وتعلموا العلوم التى كان يتعلمها رؤساء الديانات
 ويعلمونها فيها * واول من اشتغل منهم بدراسة العلوم الطبيعية وظواهرها
 الفيلسوف تاليس الملى وكان قبل الهجرة بخوف ومائتى عام فاطهر

الكهربائية بالحلك اعنى القوة الجاذبة التى تكسبها الكهر بابالحلك فتجذب اليها
 الاجسام الخفيفة كالقصاصات من الورق * وبهذه بنحو نصف قرن ظهر
 فيثاغورس وهوارى من قيل فيه انه معلم طبيعى حقيقة فاف بمجموعا جيل
 سماء بما موافقات الطبيعية ذكر فيه اراء جلية فى السماع والتناقل اى قوه الجذب
 المتنوعة والابصار والوان الضوء * ونما ذكره فى الالوان مانصه ان الوان
 المربيات لا تكون الا بانعكاس الضوء المتنوع بانواع مختلفة وكثيرا ما يكون
 نتيجة اختلاط عناصر الضوء اى الوانه وقد تكلم كل من الفيلسوف امفيدوكل
 الذى كان من اغرييجان من جزيرة صقليا و اوكسينوفانس الذى اسس
 مدرسة ايليه من بلاد كاسيانا وديموكرىت ولوسيب على الجوهر الفرد و زادوا
 فى المعارف الطبيعية لاسيادىموكرىت فانه شرح نواميس سقوط الاجسام
 فى الهواء والخلو وتكلم على الهواء والضوء والنار

وقيل بالهجرة بنحو الف سنة ظهر افلاطون نابغة عصره فجدد جميع الاعمال
 التى علمت قبله ووضوحها بعد ان تتلمذ للفيلسوف الكامل سقراط واكتسب
 منه المعارف العلمية ثم افاض على جميع المعارف قوه ذهنه وشدة حدقه
 ومن حيث ان الضوء كان من موضوع مباحث المتقدمين كان الغالب
 على الظن ان الزجاجات المقعرة اعنى المرايا المحرقة كانت معروفة قبل افلاطون
 وخاصتها جمع الاشعة الشمسية والحرارة الى نقطة ليتمتب منها ما قابلهما من
 الاجسام على بعد مخصوص * وقد اعان افلاطون على تقدم العلوم الحقيقية
 اعنى الطبيعية بتوضيحها بالطرق الهندسية التى اخترعها ليهتدى بها
 فى الاستقصات العلمية * وقال تلميذه تيبه الذى كان من لوكورس ان
 الكهربية مادة لطيفة ونسمة او شئ رقيق يخرج من الكهر باب فيجذب اليها
 بعض الاجسام ثم ظهر ارسطاليس وكان مولده قبل الهجرة بتسعمائة
 وسبع وثمانين سنة فى استاجير من حدود تراس ومقدونيا وتلمذ لافلاطون
 ثلاثين سنة واستوطن مدينة المدي التى بعد موت افلاطون الى ان دعاه فيليبوس
 ملك مقدونيا ابوالاسكندر العظيم ليقوم بتربية ولده الاسكندر الفرد المشهور

بالأكبر وهو الذي ثبت وجوده وغزاه ملك الفرس دارا وفتح بلادها وكان
 أرسطاليس إذ ذاك في أثينا ومعه جم غفير من التلامذة يحضرون دروسه
 وتوغل بقوة ذهنه وشدة فطنته في كثير من المسائل الفلسفية والطبيعية
 والفلكية والقصة الطبيعية للحيدوانات فوضع جميع ذلك وعين نقل الهواء
 وأنشأ القسم النظري في تولد الأصوات الحاصلة بواسطة توجع الهواء لكنه
 لما كان غير متبحر في العلوم جعل العناصر أربعة فقط وهي الماء والتراب
 والهواء والنار وظهر في عصره أرخيتاس الذي اخترع البكرة والبرمة
 فكانه هو المؤسس للعلم الطبيعي الميكانيكي بمنزلة أبقراط بعد وفاة الإسكندر
 لم تجد العلوم الفلسفية والطبيعية والهندسة ملجأ إلا الديار المصرية وذلك لأنه
 ملكها بطليموس أحد رؤساء عساكر الإسكندر فأنشأ فيها مدرسة جمع فيها
 علماء البلاد ورثب لهم أرزاقا من بيت المال وتلك المدرسة هي مدرسة
 الإسكندرية المشهورة وكان ذلك قبل التاريخ المجدى بنحو تسعة قرون واثني
 مائة حين ذاك خزنة كتب جمع فيها ما ينوف عن أربعين ألف مجلد وسماها
 بالأم ثم أنشأ خزنة أخرى وسماها بالبيت وكان بطليموس المذكور ماهر في
 الفلك والهندسة ولذلك أظهر حركة القمر والف كتابا في الجوغرافيا

وقبل التاريخ المجدى بنحو سبعة قرون ونصف ظهر الماهر الشهير أرشميدس
 في جزيرة صقلية وكان ماهر في الطبيعة والهندسة ولما حوصرت مدينة
 سيراكوزا التي هي قاعدة جزيرة صقلية كان مديم الاشتغال باختراع الآلات
 الحربية وصنعها للذبح عن تلك المدينة ولذلك اتخذ هذه المدينة الأباقي
 ثمن من الأرباح ولم يرل أرشميدس مشغولا في خلوته يرسم على الأرض أشكالاً
 هندسية فاصداها حامية المدينة حتى دخل العدو المدينة وولج عليه واحد من
 الجنده وهو في تلك الحالة وخطبه فلم يشعر به لشدة انهماكه فيما اشكل
 عليه فاحتد الجندي من عديم رد جوابه وقتله * وقد اخترع أكتينيجوس
 في مدرسة الإسكندرية طلونية وآلة رمي السهام بواسطة قوة مرونة الهواء
 المتكاثفة واخترع هيرون الجرو وهو الآلة المسماة عند البحريين بالعيار

وهي آلة لرفع الاثقال من الاجار وغيرها * وتكلم على تمدد الهواء من الحرارة
والرومانيون كانوا اذذاك مشغولين بمجد الحروب فلم ينلهم الامعان اسلحة
الحرب وحرمو مجد العلوم لاذدوانهم لها. ولما وصل الامر الى الزمن الذي
احتظت فيه العرب بالديانة الجديدة هاموا بالحساس الذي هيجهت فيه تلك
الديانة فمهلوا على الديار الشامية والديار المصرية وارادوا ان يحقوا المسئلة
النصرانية وقام بهم انهم قادرون على ذلك برهة من الزمان ثم بردت حدتهم
وهجعت شدتهم وتنبهوا للعلوم والصنائع فاستجلب الخلفاء بفاضل جودهم
ارباب العلوم فاوشدوهم الى جمع كثير من الكتب العلمية وترجمتها ووافات
فلسفية لليونانيين فعملوا حتى تربت قصورهم بميزان كتب ثمينة وتحسنت
بمراسد فلكية جليلة وتدارس العرب علم الفلك والكيمياء والبليات والهندسة
مع الاجتهاد الزائد حتى انه قد نسب اليهم انهم هم الذين ادخلوا في الاوربا طريقهم
محدث الاعشارى الى اخذوها من الهندين وكانوا يعرفون التقطير وصناعة
الختمير كعمل البوظة وغيرها وقالوا انهم اخذوها من التتار وشكروا الاوانى
الكيمائية باشكال يسهل بها التناول واستنبطوا بعض طرق فى علم الكيمياء
العملى ثم توجهوا فى رعونات الكيمياء الكاذبة فمده ثم بردت حرارتهم العلمية شيئا
فشيئا وارجعوا الى الهذيان حتى انهم فضلوا كتب الخرافات كالف ليلة وليلة
عن الاستقصآت الاكيدة النافعة التجريبية العلمية ولا يخفى ما فى ذلك من
الفساد * هذا وقد لاه الآن شمس عصر جديد للعلوم اخذت فى الظهور
حيثما سفر بها افاق الديار المصرية اسفارا يدل على قرب شروقها فقلعها ان
تشرق وتسطع اشعتها فى وسط الظلمة التى كانت محيطة ببعض العقول وتزيل
الغمامة الكهيفة المستولية على الازهار المانعة عن التدبر والتفكر فى عجائب
المخلوقات وتبينها والعجب من انهم كانوا فى الاوربا فى ذلك الوقت ينسبون ذلك
للديانة ويبادروا انهم بذلك عطلوا وظيفة العقل الذى به صار الانسان اكمل
المخلوقات فكانهم يقولون ان العقل لم يخلق للتأمل والتعلم كما ان الارجل لم تخلق
للمشي وحاشا ان نأمر الديانة بشئ من ذلك ومثل هذا الكلام لا يوقف جولا

العقل كيف والله يريد استنارته وكما له * ولا شك في ان الهداية الى الصراط
المستقيم في كل شيء لا تكون الا بالتعليم وان التقدم في الصناعات والفنون من
اعظم الاسباب الموجبة لانفتاح البصائر فانه لما عمل الورق من القطن بعد
الهجرة بنحو خمسمائة عام عمل بعده بنحو ثلاثة قرون من خرق الكتان
وفي ذلك الزمن اخترع غوتانبرغ طبع الكتب الذي هو اقوى الوسائط في خلود
افكار الانسان ونشرها بين القبائل وسهولة التعليم للناس ولما اخترعت
الزجاجات العدسية من نحو قرنين عرف بعدها بقليل منفعة البوصلة المشهورة
بين الناس بيوت الابرة واول بوصلة صنعت كانت في مدينة جينيور في الاوربا
فلما ظهرت ارتقت بها العلوم البحرية الى درجة عظيمة اوجبت اربابها الى
اقتحام المخاوف وارتكاب المخاطرة فقد كشف بها عما لم يرتق الى المحل المسمى
برأس المؤتفكات وبرأس الرجا واعتدى بها فكر كريستوف كلونب
لاظهار الدنيا الجديدة المسماة بالاميريكا وحصل له في ذلك من المنفعة
والاحوال ما لم يكن يخطر بالبال هذا ويظهر ان البوصلة كانت معروفة عند
اهل الصين قبل الاسلام بما ينوف عن الف وخمسمائة سنة * ولما كان احتراق
سلج البارود معروفا عند العرب في الشرق اظهر الراهب النيساوي شوارتس
بعد الهجرة بنحو سبعمائة وستين سنة تركيب البارود وصنعه * ثم بعد ذلك
بنحو قرن فتح الاتراك القسطنطينية المدينة القديمة الرومانية وجعلوا من كان
باقيا فيها من ارباب المعارف فتوجهوا بكتبهم الى الاوربا واستوطنوا فيها
ومن ذلك الزمن الى الآن لم تأت العرب ولا آل عثمان بشيء من العلوم بخلاف
اهل الاوربا فانهم سارعوا الى حسن التمدن وانشاءوا في كل جهة منها مدارس
لا تحصى ونزائن كتب لاستقصى ونحو ذلك من امثال ما هو من هذا القبيل
* وقد قطع كل من على الفلك والطبيعة بكثرة التجريبات علقة الاوهام
الفاصلة عن كثير من الازدهان * ونحن معترفون بالفضل لاصحاب الثروة واهل
الاختصار القائلين للعلوم بحق الاتصاف ولو ذاقوا في ذلك كؤوس المرافان
الشهير غلابي لما عرف حركة الارض لما قام عنده من ثبوت ذلك بالبراهين

الهندسية رضى بطرحه في السجّين وجعل نفسه قربانا لاظهار حقبة مقاله
وقال ان الارض تدور وخالف ما في التوراة من ان الشمس هي التي تدور
فان يوشع عليه السلام لما حاصر الجبارين وخشي من ان تغرب الشمس قبل فتح
البلدة قال للشمس قفي فوقفت وغلل لي المذكور كان يخطر بباله وهو
في السجّين امكان غلظه فكان يكرر الحساب الذي اداه لان يحكم بحركة
الارض ويرسمه على الجدران فلما تأكد عنده صحة مقاله تفكر برهة ثم ضرب
الارض برجله وقال ومع ذلك هي التي تدور وهو الذي اتقن التيلوسكوب
وهي النظارة التي تنظر بها الاجسام التي في غاية البعد كالسكواكب واخترع
البندول وقال باسكان وزن ثقل الهواء واثبت تلميذه توريشيلي ان هذا الثقل
يعادل ثقل عامود من الماء ارتفاعه اثنان وثلاثون قدما او عامود من الزئبق
ارتفاعه ثمانية وعشرون قدما وهذا هو الاساس الذي اسس عليه الباروميتر
اعني الالة التي يعرف بها ثقل الهواء على حسب حالة الجو وقد بحث جلمبير
الذي مات في القرن العاشر بعد الهجرة عن الكهربية سنة قبل موته بنحو
اربعين سنة راشار الى نوعي الموجبين دائما للاجتماع وقال انهما بخلاف
المتماثلين في الطبع فانهما دائما متنافران وفي ذلك الزمن كان لموت تاليس
نحو عشرين قرنا ومن ذلك الوقت لم تتقدم المعارف الكهربية واخترع
الميكروسكوب اي النظارة المعظمة كان من رجل من هلانديز يسمى دريل
وهو ايضا اول من صنع التيرموميتر وبالقرب من ايامه اخترع اوتوديريك في
بلاد النمسا الالة المفرغة للهواء ومات بعد الهجرة بنحو مائة سنة ومن ذلك
الوقت اخذت العلوم الطبيعية في التقدم والنجاح واشتغل ديوان علماء فينسا
الذي اسسه ليوبولد وهو الدوك الاعظم عندهم في سنة ١١٤٦ بعلم السماء
وخواص الضوء والحرارة وما يحصل في الانابيب الشعرية وقبول الماء
للاضغاط وبحث على العلوم الطبيعية دون غيرها واشتغل المعلم هوجينس
بالعلم الطبيعي والمخاكي فجعل بندول غاليلي المذكور سابقا مقياسا للزمن
فصنع ساعة كانت اول ساعة منتظمة السير وبعدة بزمان يسير وصلت

الساعات الى درجة عالية من الاتقان مع ان افكر في اتقانها كان موجودا
 قبل ذلك بزمان طويل فقد حكى في التواريخ ان الخليفة هارون الرشيد اهدى
 للملك فرانسوا كارلوما في اى كارلو الكبير ساعة تعرف بها الاوقات بواسطة
 رنين كرات تتساقط على التعلقب في اناسن الاياراى الخحاس وكان فيها اثنا عشر
 تمثالا على هيئة فرسان اسكل واحد باب صغير يفتح ويغلقه عند تمام الرنة
 وغلابى المذكك ولم يتقن التيلوسكوب حق الاتقان بل الذى اتقنه هو
 هيفوليوس فانه صنع منه اولاماطوله ستة عشر قدما ثم ماطوله ثلاثة
 وعشرون وبعد ذلك زاد في اتقانها المعلم رويبر هول فركب لها عدهات زجاجية
 ازيد مما كانت فيها * وفي نصف القرن الحادى عشر من الهجرة اسس كولبير
 وزير الملك لويز الرابع عشر في مدينة بارير قاعدة مملكة فرانسوا لانا لارباب
 العلوم وشيد المرصد المعروف الآن بباريز واظهر ريمر الدانيا ركى سرعة
 سير الضوء واوضح ما مربوط في فرانسوا الفرق الذى حصل بين سرعته وسير
 الاجسام حال سقوطها على حسب مقاومة الهواء وحجم الجسم ثم ظهر
 الشهير فويتون في الانجيميلاتير اوصرف تأمله في جميع الاعمال المتعلقة
 بالعلوم الطبيعية والفلكية وسوالذى رأى في يوم سن الايام سقوط تفاحة
 من شجرتها فكان هذا السقوط كافياله في اظهار القوة الجاذبة اعنى التاموس
 الضابط لانتظام العالم بامرءه و اضاف الى ذلك القوة الدافعة وهى قوة مضادة
 للاولى ليحصل التعادل * وقبل فويتون بنصف قرن تكلم الماهر ديكارت
 على المسائل الدقيقة التى يبحث عنها فويتون ونور هابن وابهى مما كانت عليه
 فافتنى العلماء اثره في ذلك واتقن الطبيب بايين في الانجيميلاتير الالة المفرغة
 اتقاناً زائدا بحيث لم يحصل في تركبها بعده الا تغير قليل وبحسب حوجر بيه
 النيساوى عن الكهربيائية والذى يظهر انه اول من تأثر جسمه برجتها
 وعرف غريبه وويلير بعض الاجسام الموصلة للكهربائية وبعض غير
 الموصلة وميزدوفاي في فرانسوا الكهربيائتين الزجاجية والراتنجية وبين
 خواصهما واتقن بوز الالة الكهربيائية وزاد فيها الموصل المعدنى المنفذ

وكان يصعق بها بعض الحيوانات الصغيرة وصنع كل من ريمور وفرانسا
 وفاهرينيت في الازلاندا تيرموميتريه * واخترع موشينبرولز حاجة ليد
 واخترع ساوري المغناطيس الصناعي وانفق مع نو كومن وكوليه واخترعوا
 اول آلة من آلات البخار المعروفة وكان ذلك في آخر القرن الحادى عشر من
 الهجرة وادام فرنكلين الاستقصاءات على الكهرباء لكنه لم يقتضى رأيه لم
 يجعلها الكهرباء واحدة وهى الموجبة التى تميل دائما لان تكون متعادلة
 فى جميع الاجسام واما السالبة فقال فيها هى قلة الكهرباء فى الاجسام
 واما الحالة التى لم تظهر فيها كهربائية البتة فهى حالة الخلود وهو اول من
 تجاسر وقال للصاعقة هل انت الاشئ كهربائية فاجابه لسان الحال
 منها نعم فذلك ورد على خاطره شئ عجيب وهو ان يخترع مائة الصاعقة
 وفى هذا الزمن فسر ايبينوس الصاعقة تفسير نظريا وقال انها كهربائية
 موجبة سالبة وقيل ان سوسور هو اول من تجرئ على علم كائنات الجو واخترع
 الآلات المسماة بالآلات الايغروميتريه اى آلات بقياس الرطوبة وبين الاراء
 الصحيحة الباشخة عن الزلزال والمطر والثلج ومات سوسور المذكور سنة الف
 ومائتين وخمس عشرة من الهجرة وقبل هذا العصر بنحو قرن خطر بهال
 الراهب المسمى بالاب فرانسوا وكس ان يخاطر بنفسه فى الارتفاع
 لاعلى الجو لكن لم يحصل ذلك الا من الاخوين المسيحيين مونقولا فير فى فرانس
 سنة الف ومائتين فانهما صنعوا قبة مساحة دائرتها مائة قدم وعشرة وارفعوا
 فيها فى الهواء وهذه القبة هى المسماة باللغة الفرنسية اربوستات اى القبة
 الهوائية وبعدهما باربعة اشهر قذف بلاترديروزيه نفسه فى الهواء بحضور
 جميع ارباب الدولة بباريز فارتفع اكثر من تسعين قدما فى زورق معلق بقبة
 مونقولا فير فلما اطمان بهذه التجربة الاولى اراد ان يذهب الى الانكليا فترا
 فى القبة فركب فيها هو وچول رومان من مدينة بولونيا التى على شاطئ البحر
 فارتفعت بهما ارتفاعا عظيما لكن التهمت القبة بعد ذلك وسقطا منها متفتتين
 بسبب عارض لم يخطر ببالهما فكان ذلك سببا لاختيار عمل القباب بغاز

الايدروجين ولاختراع مانعة السقوط وفي هذا الزمن اشتغل كولونب
 بالمغناطيسية واطهر ان هناك جملة معادن قابلة للتغطس ولكونه معل
 طبيعيا اشتغل بفروع كثيرة من علم الطبيعة فعين وجود عنصر الحرارة
 المتحد والحق الذي تكلم عنه استمال قبل ذلك بقرن وسماه فلوجيستيل
 اى عنصر اللهب واثبت شيل تشعه على خط مستقيم وانعكاسه من سطح
 المرآة المعدنية وانحصاره في نقطة اذا كانت المرآة مقعرة * واطهر المعلم غلوانى
 الكهربية الحيوانية فنسبت له فليل لها الغلوانية ووضحها المعلم فوطه
 وصنع العمود الكهربية وهو الذى ادى كرويكش هانكس الى ان يصنع
 الحياض الكهربية وذلك من مدة خمس وثلاثين سنة واتقن هيرشيل
 الذى مات من مدة ثنتى عشرة سنة التيلوسكوب اتقاناً عجيباً تمكنت بواسطته
 الابصار من الرؤية من مسافات لا تكاد تدرك من اقصى السموات فلو وجد
 انسان آخر وامكنه ان يتقن التيلوسكوب كاتقان هيرشيل لجوز العقل ان ذلك
 اقرب الكواكب اليها ادراكا كليا حتى يعلم ان كان فيها سكان او نبات
 او غير ذلك * هذا المخلص تاريخ العلوم الطبيعية وكائنات الجوى باختصار وهذا
 جلد من المعلمين المهرة يستحقون لان تذكر اسمائهم في تاريخ العلوم الطبيعية
 لكنه ليكون هذا المختصر لا يتحمل ذكر جميعهم ذكرنا فيه بعضهم وسيرد
 عليك في انشاء هذا المؤلف كثير من اسماء مهرة هذين العلمين وعلم الهندسة
 وجرالاتقال * والذين اذكرهم لك هنا هم هؤلاء ليزلى ودالتون الانجليزيان
 وغاى لوسالك واراغوا وبيوت وپولييه وفرينيل وساوار وامپير وهؤلاء
 فرانساوليون وامپير هذا هو معيد جميع بحرييات ارستيد مدرس علم
 الطبيعة في مدينة كونيالك واليه ينسب اثبات اراء ارستيد في ان السيل
 الكهربية والسيل المغناطيسى يكاد اصلهما ان يكون واحدا وقد صار
 البحث والاشتغال بعلم الطبيعة وكائنات الجوى الاوربا بغاية الجد والاجتهاد
 حتى اشتهر فيها بالقدم والبراح فترى فيها الاستقصاءات العلمية من كل نوع
 مستمرة متواصلة فهي الان ديوان العلوم وحسن التمدن دائماً يشتغل فيها

بذلك وكثير من القبائل يحتاج للدخول فيها لاكتساب العلوم وحسن الارشاد
للفنون وقد اوقع الله حب ذلك دائماً في قلوب المشتغلين فلا يعترضهم كسل
ولا ملل ولا فتور في اكتساب المعارف بالدراسة والبحث والقياس والخطابة
فهني الان اجل اقسام الدنيا الخمسة واعظمها وقد جعلنا هذا الكتاب في علم
الطبيعة وكنائس الجودريناد على جزئين

الجزء الاول في علم الطبيعة وفيه تسعة عشر باباً

الباب الاول كلام كلي في الطبيعة

الطبيعة علم تتعرف منه الخواص العامة للاجسام باعتبار كونها كتلاً
والحركات الميكانكية التي تفعلها تلك الاجسام في بعضها وتنعين النواميس
التي بواسطتها تتفاعل الاجسام في بعضها وقولي في التعريف باعتبار كونها
كذلك مخرج اعلم الكيمياء فانه علم به تعرف طبيعة العناصر الكائنة في الاجسام
لكونه يبحث فيه عن الاجسام من حيث التحليل والتركيب ومخرج ايضا العلم
المينارولوجي اى المعدنيات والبوتانيك اى علم النباتات والزئولوجي اى علم
الحيوانات فان هذه الثلاثة انما يبحث فيها عن الاشكال والصفات المخصوصة
بالمعدنيات والحيوانات والنباتات وعن كيفية وجودها ان كان على سطح
الارض او في جوفها وعن كيفية نموها وحيويتها لا عن الظواهر التي تحصل
بين كتل الاجسام ومخرج ايضا العلم الفلك والجيوغنوزي او الجيولوجي اى علم
معرفة طبيعة الارض فانهم انما يبحثان عن بعض الاجسام في بعض
احوالها فعلم الفلك وان كان يبحث عن الكواكب وحركاتها وابعادها وغنى
ذلك الان لما قواعده التي تستنتج من هذا البحث ليست عامة كالتى تستنتج من
علم الطبيعة وعلم الجيوغنوزي انما يبحث عن شكل الارض الظاهر ووضع
الطبقات المعدنية في جوف الكرة بالنسبة لبعضها وعن تساوى اسطحها
الارض واختلاف ميلها وعن تقطع الشواطئ واجزاء تيار الماء وعن وضع
الجبال وتكونها ونحو ذلك لا عن الظواهر العامة الناتجة من فعل الاجسام

في بعضها ولا عن النواميس الطبيعية العامة المستولية على تلك الظواهر

الباب الثاني في المادة وخواصها وفيه تسعة فصول

المادة هنا ما تركبت منه الاجسام وتجزى الى ما لانهاية له والاجسام
مجموع اجزاء من تلك المادة وخواص الاجسام وكذا المادة نوعان احدهما
الخواص الخاصة وهذه تختلف في الاجسام كاللون والشكل والرائحة والثاني
الخواص العامة اعني التي تشترك فيها جميع الاجسام وهي الحيز وعدم التداخل
والثقل وقبول كل من الحركة والتجزى والانضغاط والمرونة والتعدد

الفصل الاول في الحيز

الحيز هو الجزء المشغول بالجسم من الفراغ وان شئت قلت هو محل اقطار
الجسم الثلاثة اعني الطول والعرض والعمق والفراغ هو الخلاء اللانهاى
الموجود فيه جميع الاجرام الفلكية التي تكون منها العالم ولا يتأقى كالمعتل ان
يتصور له حدا فاذا ن لا غاية له وكلما امكن مسه من الاجسام فلا بد وان يشغل جزءا
من الفراغ بحسب ما هو عليه من صغرا وكبرا وهذا الجزء هو المسمى بالحيز ومن
حيث ان كلاما من الفراغ والحيز منهم لا تتضح دلالاته لابتعيين جهته حصروا
جهات القياس في اقطار الجسم الثلاثة الطول والعرض والعمق نعينها
لجهته ومن حيث ان الشئ لا يكون كبيرا او صغيرا او طويلا او عريضا او عميقا
الا بمقاييسه لغيره جعلوا المقاييس المعروفة اصل لتعيين المقادير بالوزن والكيل
كل ذلك ليزول الابهام بالسكينة ويتضح الامر اضاحا كما يفوضوا القيراط
والقدم والشبر والذراع والتواز وهو ستة اقدام آلات للقياس غير ان هذه
المقاييس لما كانت مختلفة بين القبائل اجتهد الفرنسيون في تقويم عمل
مقياس عام لتكون المقاييس متماثلة عند الناس فأختاروا القياس المسافات
نوعا منها واقتدى بهم اهل الاوربا في ذلك وهذا النوع هو الميتر وذلك لان كل
المقاييس مأخوذة منه وهو جزؤ من عشرة ملايين من ربع خط الزوال الارضي
اعني الدائرة المارة من احد القطبين الى الاخر وهذا الميتر اذا قوبل بالقدم القديم

الذي طوله اثنا عشر قيراطا كان ثلاثا فإدام واحد عشر خطا من قيراط ومائتين
 وستة وتسعين جزءا من الف جزء من خط فاذا ضرب الميتر في عشرة او مائة او الف
 او عشرة الاف تحصلت الاحاد المتكررة المشهورة ديكا ميتر اي عشرة من الميتر
 وايكثوميتر اي مائة ميتر وكيلوميتر اي الف ميتر وميرياميتر اي عشرة
 الاف ميتر واذا قسم الميتر على عشرة او مائة او الف تحصلت الكسور المشهورة
 ديسي ميتر اي عشر الميتر وسنتي ميتر اي عشر عشر الميتر اعني جزءا من
 مائة من الميتر وميللي ميتر اي جزء من الف فاذا رقيت كسور متتالية
 نطق باسم الرقم الاخير مضافا اليه ما قبله على التوالي ففي مثال ما اذا رقم هكذا
 ٢٤٣٥٦ يقال ميتران واربعة آلاف وثلاثمائة وستة وخمسون دي ميللي
 ميتر فتكون الكسور اجزاء من عشرة آلاف من الميتر * وجعلوا القياس سطح
 الارض الاربع فتح الهمزة مـ دودا وسكون الراء وهو مقياس مرفوع كل جانب
 منه عشرة من الميتر والاستير بكسر الهمزة وسكون المهملة وكسر المثناة
 الفوقية وسكون التحتية آخره راء ساكنة وهو ميتر مكعب * وجعلوا القياس
 الحيز للميتر وهو ديسي ميتر مكعبا من الماء المقطر

واما احاد الوزن فهي الكيلو اجرام ويسمى الربط ل الاعشارى ويعادله
 ديسي ميتر مكعبا من الماء المقطر ووزنه القديم ثنتان وثلاثون اوقية وخمسة
 دراهم وخمسة وثلاثون قمحة وخمسة عشر جزءا من مائة من القمحة والدرهم
 وهو ثنتان وسبعون قمحة والجرام وهو ثمان عشرة قمحة وثلاثة وثمانون جزءا
 من مائة جزء من القمحة ويعادله سنتي ميتر مكعبا من الماء المقطر والديسي
 اجرام وهو قمحة وثمانية وثمانون جزءا من مائة من القمحة ويعادله ميللي ميتر
 مكعبا من الماء المقطر اي جزء من الف جزء من الميتر والسنتي اجرام وهو تسعة
 عشر جزءا من مائة من القمحة ويعادله جزء مكعب من الماء المقطر من عشرة
 آلاف جزء من الميتر والميللي اجرام وهو جزءا من مائة من القمحة ويعادله
 سنتي ميللي ميتر مكعبا من الماء المقطر

ثم ان الحيزان كان متناهيا نتجت عنه الاشكال الهندسية فان الخط هو الامتداد

المحدود طولاً والدائرة خط منحنى جميع نقطه على بعد واحد من نقطة المركز
والخطان المستقيمان لا يحدان مسافة فان صارا ثلاثة نتجت عنها جميع
اشكال المثلثات كالمثلث القائم الزوايا والمثلث المستطيل وغيرهما وان صار
اكثر من ثلاثة نتج الشكل المسجي بكثير الروايات المنتظم وغير المنتظم واعلم ان
قياس اقطار الاجسام كقياس خطوط الاشكال الهندسية يختلف بالثقل
والكثرة فقياس الخط المستقيم سهل وذلك بان يوضع عليه مقياس اصلي
معروف وقياس الدائرة صعب لكونه لا يمكن قياس الخط المنحنى مع الاتقان
نعم يمكن معرفة مساحة دائرتها تقريبا وذلك بمعرفة قطرها فان مساحة
الدائرة بالنسبة للقطر تكون ثلاثة امثاله تقريباً وما قياسي الاسطحة
فؤسس على بعض قواعد فاذ افرضنا مربعا منتظما مساحة كل من اضلاعه
عشرة من الميتر يعرف مساحة سطحه بضرب قاعدته اي عرضه في ارتفاعه
اي طوله فاذا ضربت عشرة القاعدة في واحد من العلوح حصل عشر مربعات
صغيرة كل واحد منها ميتر واحد كما في الشكل (١) من الواح الاشكال واذا
ضربت في اثنين من العلوح حصل عشرون مربعا وفي ثلاثة حصل ثلاثون
وهكذا الى العشرة فاذا ضربت عشرة القاعدة في عشرة العلوح كان الحاصل
مائة هي مساحة سطح ذلك الحيز فتخرج من هذه القاعدة ان معرفة مساحة
المربع تكون بضرب قاعدته في علوه وهذا يفعل في الاشكال القائمة الروايات
والمربعات المتوازية الاضلاع كما في الشكل (٢) فانه من حيث ان قاعدته
سبع من الميتر وعلوه اثنا عشر تكون مساحة سطحه اربعاً وعشرين من الميتر
وقياس سطح المثلث يكون بضرب قاعدته في نصف علوه فانه قد ثبت في علم
الهندسة ان كل مثلث نصف مربع متوازي الاضلاع فيكون قياسه مؤسساً
على قياسه فلو فرضنا مثلثاً قاعدته ستة من الميتر كما في الشكل (٣) ورسماً
على قاعدته مربعا متوازي الاضلاع كما في الشكل (٤) ورسماً مسافة دب
بضرب قاعدتها في علوها لوجدناها مساوية لمسافة ن في التي هي مساحة
حيز المثلث في الشكل (٣) وحيث علم ان تحصل بل سطح المربع يكون

بضرب قاعدته في علوه يعلم منه ان تحصيل نصف مسطحة يكون بضرب
القاعدة في نصف العلو وحيث كان المثلث نصف المربع ينتج منه ان تحصيل
مساحة المثلث تكون بضرب قاعدته في نصف علوه فاذا كانت قاعدة المثلث
في الشكل (٣) مفروضة بستة من الميتر ونصف العلو من ث الى ه ميتران
ونصف كانت مساحة سطحه خمسة عشر ميتر احاصلة من ضرب ستة
في اثنين ونصف وبهذه الطريقة يسهل عليك قياس مسطح الدائرة وذلك
بان تقسم الدائرة الى جملة مثلثات قاعدة كل منها في الدائرة ورأسه في مركزها
كما هو مرسوم في الشكل (٥) ثم تضرب مجموع القواعد في نصف الاشعة
التي هي علو المثلثات فيحصل المطلوب ففي الشكل (٥) اذا ضربنا السبع
قواعد المعلم عليها برسم المقروض كل دميتر واحد في نصف الشعاع الذي هو
من ص الى ض المقروض باربعة ونصف من الميتر كان الحاصل من ضرب السبع
في الاثنين وربع خمسة عشر ونصف فاربعها هي مساحة مسطح ربع الدائرة هذه
قاعدة قياس المسطحات واما قياس مساحة المجسمات فمجدد كتب علم الهندسة
لكننا نقول على سبيل الاجمال ان قياس مساحة الجسم المكعب والمتوازي
الاسطحة يحصل اولاً بضرب القاعدة في العلو ثم ضرب المتحصل في العمق
فاذا وجد مكعب مساحة كل من جوانبه عشرة من الميتر كانت مساحة
مسطحة مائة فاذا كان سمكه دميتر واحد اقل حصل من ضرب القاعدة في العلو مائة
ميتر مكعب فاذا كان السمك عشرة من الميتر كانت مساحته الف ميتر مكعب
حاصلة من ضرب المائة مساحة مسطحة في عشرة مساحة سمكه ومساحة
لهرم نتحصل بضرب قاعدته في ثلث علوه هذا وفيما ذكرناه من التعاريف
الهندسية في الوجيزة ما يكفي للقياسات اللازمة في علم الطبيعة لان جميع
الاسطحة يمكن ان نصيرها مثلثات ومربعات مضبوطة متقنة ونصير
الاجسام الغليظة المصنعة اجساماً متساوية الاسطحة او اهراماً وبذلك لا نعسر
معرفة مساحة الجسم البشري برسم مثلثات كثيرة اغلبها متساوي

الفصل الثاني في عدم التداخل

عدم التداخل خاصة للمادة بها لا يمكن ان يشغل جسمان او جزءان من مادة
 حيز واحد في آن واحد وحينئذ قد خول سن السهم في الخشب انما هو في الخلو
 الحاصل من تبعيده اجزاء الخشب لا نفوذ في نفس الاجزاء ودخول الماء
 في الاسفنج والطباشير حلول في المسام الموجودة بين الاجزاء ولذا لو غمرت
 يد في آنية ماء اشوه ارتشاع سطح الماء ولو ملئت زجاجة ماء ولم يبق فيها
 فراغ الا محل السدادة وسدت سد المحكم ثم نفذ فيها سلك من حديد الى باطن
 الماء لا تكسرت الزجاجة وذلك لان السلك بحلوله في باطن الزجاجة يلجئ اجزاء
 الماء للتباعد كي يجده حيزا يحل فيه والماء يكاد ان لا يقبل الانضغاط فتكسر
 الزجاجة وبعض الممزوجات كالذبي من الذهب والفضة والذهب والرصاص
 او الفضة والنحاس او القصدير والرصاص وكالمزوج من الماء والاسيد سولفوريك
 اى الحمض الكبريتي في اعداد درجة ازال الكول فان كلا من هذه الممزوجات يشغل
 حيزا اقل من الحيز الذي يشغله كل من الممزوجين على حدته ولا يقال حينئذ ان
 الاجزاء تداخلت لاننا نقول انها تمازجت حتى نفذ اكثرها صلابة في مسام اقلها
 صلابة وبذلك امكن للعقل تصور كيفية التمازج ولا يتصور له وجود جزئين معا
 في حيز واحد وهذه الخاصة اعني عدم التداخل توجد ايضا في الغازات وان
 كانت كثيرة القبول للانضغاط جدا ولذلك اذا غمرنا قوس مملوء هوا في ماء لم
 يصعد الماء في ذلك الناقوس الا لحد منه فاذا وضع على سطح الماء سراج على قطعة
 من خشب القلين او غيره ثم وضع فوقها الناقوس امكن ان يستمر السراج متقدما
 في الناقوس اسفلا ارتفاع السطح الظاهر للماء وعلى هذا اسس ناقوس
 الغواصين وهو ناقوس كبير من خشب له قريات من زجاج كقريات الجهام وله
 حمار لقبول الهواء من اعلاه ليعوض به ما فقد بالتنفس من الهرة المنخفض
 في الناقوس ومعلق بجوافيه قطع من الرصاص ليحفظ على الوضع المطلوب
 والغواص يدخل رأسه في الناقوس وينزل به في الماء لا لتقاط اللواؤ او لبساطة
 اعمال اخرى في وسط الماء وقد استعمل الناقوس المذكور ابناء قنطرة في البوردو
 مدينة من اعمال فرنسا

الفصل الثالث في الحركة

الحركة هي الخاصة التي بها تنتقل الاجزاء المادية من حيز الى آخر والانتقال هو المسمى بالحركة والحركة لا تكون من نفس المادة بل لا بد لها من خارج عنها يسمى قوة وعلى حسب اتجاه هذه القوة يكون اتجاه الجسم فلو تجاذب جسمان قوتان متكافئتان متضادتان في الاتجاه لحفظتا في حالة التعادل وحيث كان السكون ضد الحركة فان ذكر تعريفهما فنقول الحركة حالة فيها يغيب الجسم حيزه من الفراغ الى حيز آخر في لحظات متواليه والسكون حالة يبقى فيها الجسم باجزائه المادية ساغلا لحيزه من الفراغ في لحظات متواليه ثم الحركة اما سريعة وبطيئة والسرعة ان يقطع الجسم بحركته مسافة معينة في زمن معين والغالب ان هذا الزمن يقدر بالثواني والمسافة تقاس بالمتر وكل من السرعة والحركة لا يحكم به الذهن بمجرد النظر بل لا بد من مقابلة الجسم المتحرك بالاجسام الساكنة فالسفينة الجارية في البحر لا تتحقق حركتها الا بمشاهدة التغير الذي يحصل بين السفينة والمرئيات الساكنة التي تمر بمرورها تلك السفينة وكذا الارض المتحركة على محورها فانه لا تتحقق حركتها الا بمشاهدة التغير الذي يحصل بينها وبين الكواكب الثابتة وبسبب هذه المقابلة سميت الحركة التي يشاهد فيها تغير محاذات الجسم المتحرك للاجسام الساكنة المحيطة به بالحركة القسرية ثم ان لفظ الحركة المطلق لا يقال الا للحركة الاجسام المتحركة في المسافة بدون ان تقابل باجسام اخر مع انها لا تعرف جسماله هذه الحركة ثم ان من الاجسام المتحركة بحركة مشتركة ماله حركة مخصوصة به وذلك كالانسان الماشي على وجه الارض وكالدحرجة التي يدحرجها راسكب السفينة السائرة في النهر الى جهة من جهات السفينة والحركة المخصوصة متى حصلت فلا تؤثر فيها المشتركة شيئا فان الجسم المثل على الارض والراكب على السفينة الجارية لو قذف كل منهما كرة الى جهة من الجهات بقوة واحدة لوصل كل من الكرتين الى محله بسرعة

وواغله وناطله جميعا * وعادله فهمم غر رحسان

ورنة بعده ابرك فمت * شهور الحول يعتدها البنان

وقد أورد العلامة المذكور أيضاً أسماء آخر للشهور لكنها لا تختلف عن

التسمية الاليجية لرنه علما على الشهر الحادى عشر بدلا من هواع (١)

وزيادة على ذلك فان الورا جمعنا هذه الاسماء فى كتب اللغة - بلعلمنا أن

الجاهلية كانوا يسمون المحرم بالمؤقر وصنبر بناجر وربيعا الاول بخوان

وربيع الثانى بصوان وجمادى الاولى بجنين أو ربا (٢) وجمادى

الثانية برنى أو باندرة ورجب بالاصم وشعبان بواغل أو وعى (٣)

أو عادل (٤) ورمضان بناتق أو ناتل وشوال بوعل أو وغل أو عادل

وذا القعدة مهواع أو رنة وذا الحجة ببرك

واذا تأملنا فى هذه الاسماء نجد أربع من ا تطابق طبيعة الفصول

الاربعة فى كلمة ناجر التى جعلها المسعودى علما على الشهر الرابع

خلاف البيرونى الذى أطلقها على الثانى تدل على شدة الحرارة وقد

استشهد البيرونى على ذلك ببيت قديم جدا وهو

(١) وهذه التسمية الثالثة مطبوعة فى الايات التالية

أردت شهور العربى جاهلية * خدتها على سرد المحرم تشتبك

فؤت - رياتى ومن بعده ناجر * وخوان مع صوان يتبع فى شرك

حمير ورى والاصم وعادل * وناتق مع وغل ورنة مع برک

(٢) وقد كان رباطق أيضا على الجمادين

(٣) وعى ككتف شعبان كما فى العاموس

(٤) عادل أو عادل

صرى آسن يزوى له المرء وجهه * وان ذاقه الظمان فى شهر نابجر
وبناء على ذلك فلا مشاحة فى أن شهر نابجرسمى كذلك فى صميم الحر
بحيث يلزم أن شهر المؤتمر ونابجر وخوان كانت عبارة عن فصل الصيف
وأما الثلاثة الأخرى (التي قلنا ان أسماءها تطابق طبيعة الفصول)
فهى (صوان وربا وبائدة) وتكون هى شهر فصل الخريف وذلك لان
طبيعة هذا الفصل تظهر من التأمل لكلمة ربا المشتقة من (ربب)
أى الماء الكثير أو من (الرباب) أى السحاب المتعلق الذى نراه كأنه
دون السحاب وقد يكون أبيض وقد يكون أسود

وأما الشهر السابع والثامن والتاسع (أى الاصم وواغل وناتل)
فيجب أن تكون شهور الشتاء حيث يستفاد ذلك من كلمة ناتل التى
معناها شخص يغترف الماء من نهر أو بئر أو عين ليسقى الأرض أو لغرض
آخر

وأما فصل الربيع فيتعين من معنى اسم أول الثلاثة الشهور الباقية
التي هى (عادل وهواع وبرك) فان لفظ عادل تدل على من يقسم بالعدل
أو الذى يسوى بين العدلين

وحينئذ نقول انه لوقوع هذا الشهر حين التسمية فى زمن الاعتدال
الربيعى حيث كان الليل والنهار متساوين صارت تسميته عادلا
وكذلك نرى علاقات بين بعض أسماء الشهور الجديدة التى هى محرم
وصفر الحزوين طبيعة الفصول الأربعة فان رمضان مثلا مأخوذ من
الرمضاء أى الحر الشديد وريبع ايدل على المطر والنباتات التى تظهر فى

واحدة من غير ان تؤثر في ما حركه الارض والسفينة شيئا وكذا حركه الارض
لا تؤثر في الحركة المخصوصة للاجسام التي عليها شيئا وأحيث فلا يتعرض
للعركة المشتركة التي للارض في شيء وما قيل في الحركة يقال مثله في السكون
فان السكون النسبي مشاهد كثيرا اذ من الاجسام ما هو ساكن بالنسبة
للاجسام المتحركة يقينا كما رأى السفينة فانه ساكن بالنسبة للسفينة متحرك
بالنسبة للبحر الجاري هو فيه وكالشجر فانه ساكن بالنسبة للارض متحرك
بالنسبة للشمس فان الارض هي التي تدور حول الشمس واما السكون المطلق
فلا ندلم وجوده في العالم فان جميع الاماكن وجميع الكرات السماوية مشاهد
تتحرك كلها ولا يعرف السكون المطلق الا للفراخ اذ لم يأتى هذا غاية ما في الباب
غير ان طريق مشاهدة الحركات والسكنات قد وقع في الشك واذهب في ذلك
فان الانسان الجالس في دقة سفينة سائرة اذا كان مسدودا عليه يترأاه
انه ساكن وكذلك بالنسبة للاشياء المحيطة به فاذا فتح ثوبا غير ارشاهد
منه المراتبات الظاهرة يتوهم ان الاشياء متحركة ولا يتقطع عنه هذا
التوهم الا بعد رؤية كثير من المراتبات الظاهرة ساكنا وتحقق ذلك واعلم
ان الحركة يقال لها سرية او بطيئة على حسب كون المسافة التي يقطعها
الجسم في زمان معين كبيرة او صغيرة ويقال لها مزدوجة السرعة ان قطع
الجسم في ثانية مسافة ضعف المسافة التي قطعها في ثانية قبلها ويقال انها
مستقيمة اذا كانت على خط مستقيم ومنحنية اذا كانت على خط منحنى
واستدارية اذا كانت ترسم في سيرها هيئة دائرة ومستوية السرعة او البطيئة
اذا قطع الجسم في مدة حركته مسافات متساوية في ازمان متساوية ومختلفة
اذا اختلفت المسافات وتساوت الازمان

تنبه قد استعملوا الآن في اللغة الفرنسية لفظة اينيرسى ومعناها الحالة
المرآتية للجسم اعني التي وجد عليها الجسم الساكن مستمر على سكونه حتى
تأنيبه قوة تحركه والجسم المتحرك مستمر متحركا بحركة مستوية حتى تأنيبه قوة
تقطع حركته فالمادة ليس لها حركة من ذاتها ان كانت ساكنة ولا سكون

لها من ذاتها ان كانت متحركة والا لكان لها قدرة وارادة وحينئذ فالجسم اذا تحرك بحركة لا يقف عنها الا اذا عرض له ما يوقفه فاذا تحرك في الفراغ فبحركة استمر عليها الى ما لانهاية لانه لا شيء يعرض له فيه فيوقفه فكل من الارض والكواكب كالمريخ وزحل دائما يتحرك بحركة مستوية مستمرة عليها

الفصل الرابع في الثقل

الثقل هو القوة التي تلجئ الاجزاء المادية الى قربها من الارض اذا كانت بعيدة عنها وتتركها ملازمة لها حتى تأتيها قوة تبعد عنها والزنة هي مقادير الاجزاء المادية التي تتركب منها الجسم ومن الثقل ايضا الجذب الذي هو قوة تلجئ كل الاجسام و اجزاءها الصغيرة اقربها من بعضها لكنه في تقريب الاجزاء يسمى باقوة التماسكية اذ الميل على ما ذكرنا ذلك في علم الكيمياء واعلم ان الاجسام التي تظهر فيها اقوة انشاكل صغيرة جدا با نسبة للارض فانه محيطها تسعة آلاف فرسخ فرنساوي ولا تبعد عنها الاجسام الا بمسافة قليلة لتكون الارض تجذبها الى انظر الى كبره اعنها وهذا الجذب هو المانع للاجسام من نشأت الاجزاء الصغيرة المنفصلة من الارض وهذه القوة تسمى بالجاذبة الى المركز وصعود بعض الاجسام كال دخان والبالون اعني اقبة الهوائية فمما هو بسبب خفتها عن ثقل الهواء المساوي لثقلها فانه اذا اجتمع جسمان علا خفهما فوق الاخر كما يشاهد في خشب القلين اذا غمس في الماء فانه يطفو على سطحه وكما في دخان الشمعة الصاعدة في الآلة المفرغة فانه بأخذ في التنازل كلما تجرد فيها الفراغ لان الهواء لم يوازنه ولم يمانعه ثم ان سرعة سقوط الاجسام في الهواء ليست على حسب مقادير زنتها فاذا كان جسمان وزن احدهما كوزن الاخرست مرات لا يسقط بسرعة ضعف سرعة الاخرست مرات فلو كان هناك كرتان احدهما من زجاج والاخرى من مشاة منقوخة وكان وزن التي من الزجاج مثل زنة التي من المشاة تسع عشرة مرة والقيتاس من اعلا منارة فان وصلت الاولى الى الارض في ست نوافي وصلت الثانية في ثمان

عشرة ثانية فتكون نسبة احدى السرعتين الى الاخرى كنسبة الواحد
لثلاثة مع ان نسبة الوزن بين الكرتين كنسبة الواحد لتسعة عشر ولو سقطتا
في فراغ لسهطتا بسرعة واحدة لان سقوط جميع الاجسام في الفراغ يكون
بسرعة واحدة وان اختلف الثقل والذي يثبت ذلك ان يوضع في انبوبة واسعة
طولها ستة اقدام مسدودة الطرفين بسدادتين من نحاس ينطبقان على
الطرفين باستحكام قطعة من ورق واخرى من رصاص واخرى من قماش
واخرى من وبريش ثم يستفرغ منها الهواء من فتحة في احدى السدادتين
فاذا جعلت اعلا الانبوبة اسفلها مرات عديدة متوالية شاهدت في كل انقلاب
سقوط الاجسام التي فيها بسرعة واحدة فاذا دخل في الانبوبة بعض هواء
كان الرصاص اسرع الاربعة سقوطا ويزيد الاختلاف كلما ازداد دخول
الهواء وسنتكلم في باب الديناميك اي نوايس القوى على سقوط الاجسام
تفصيلا وانما نكلم هنا كلاما عاما فنقول الاجسام منها ما هو ثقيل ومنها ما هو
خفيف فالاول ما كان كثير المادة صغير الحجم والثاني ما كان قليل المادة كبير
الحجم كالاسفنج والزغب والقطن والفرق في هذه انما هو في الزنة الظاهرية اعني
النوعية لافي الزنة الحقيقية فان زنة الرطل من الاسفنج او الزغب كزنة الرطل من
الرصاص والزنة النوعية زنة كل جسم على حدته في حجم معين وقد جعلوا
الماء المقطر معيار المعرفة الزنة النوعية من الاجسام الصلبة والسائلة وجعلوا
الهواء معيار الزنة الاجسام الغازية ولما كان في تعيين الوزن النوعي للاجسام
الصلبة عسرا لانه يجوح لان تجهز من جميع الاجسام قطع مكعبة بحيث
تماثلها مماثلة تامة حتى يتمكن من وزنها ولا شك ان هذا عمل شاق وشدني
زمن طويلا اخترعوا طريقة سهلة لذلك وهي ان يؤخذ ورق له سادة محكمة
من نوعه ويملا ماء مقطرا حتى تمس السدادة سطح الماء فيسد بها ثم يؤزن الدورق
مع الجسم لكن خارجا عنه ويعرف مقدارهما وبعد ذلك تؤزن السدادة ويوضع
فيه الجسم المراد معرفة زنته النوعية فيخرج من الدورق ما يعادل حجم ذلك
الجسم ثم يسد ثانيا ويحفظ ظاهرا جيدا ويؤزن ثانيا فتقص زنة الماء الذي

خرج ثم يخرج ذلك الجسم وينشف ويوزن وحده لتقابل زنته بزنة الماء الذي
 اخرجته من الدورق حين وضع فيه فان كان العمل في الذهب وجدته زنة
 الذهب كزنة الماء الخارج تسع عشرة مرة فيعلم ان الوزن النوعي للذهب تسع
 عشرة لان الماء معدود بواحد كما مر وبهذه الطريقة يمكن معرفة الجسم المجهول
 حقيقة بمعرفة وزنه النوعي فلورأياً ناقطة من معدن وجهلنا المعدن الذي هي
 منه ووزناها بالوزن النوعي فوجدناها بالاجرام ٦١,٧٥ اعني واحد وستين
 اجراماً وخمسة وسبعين جزأً من مائة من اجرام ووجدنا الماء الذي اخرجته
 ٣,٢٥ اعني ثلاث اجرامات وخمسة وعشرين جزأً من مائة من الاجرام عرفنا
 انها من معدن الذهب لاننا اذا قسمنا زنتها على زنة الماء كان الخارج بالقسمة
 تسع عشرة وهي الزنة النوعية للذهب فلو كانت القطعة من النحاس وكان
 وزنها ٦١,٧٥ لخرجت من الماء ٦,٩٤ اعني ستاً من الاجرام وتسع مائة
 واثنين واربعين من الف من الاجرام تقريباً فاذا قسمت زنتها على زنة
 الماء كان الخارج بالقسمة ٨,٨٩٥ اعني ثمانية من الاجرام وثمان مائة وخمسة
 وتسعين من الف من الاجرام وهذه هي زنة النحاس النوعية وبمثل هذه
 الطريقة عين ارشيدس كمية النحاس المخلوط بذهب التاج عند ما سأل
 الملك هيرون عن هذا المشكل وطلب منه بيانه من غير ان يفسد التاج فكث
 زمن ساطو بلا يفكر في واسطة بها يمكنه الجواب عن هذا المشكل فكان ذات يوم
 في الحمام ونزل في الماء فادرك خفة جسمه فيه ونظر الى مقدار الماء الذي سال
 من دخول جسمه فيه وتفكر في ذلك فاستنبط منه قاعدة بها حل ذلك المشكل
 الذي سأل عنه الملك فصاح من الفرح قائلاً وجدته وجدته والقاعدة المذكورة
 على ما يأتي في باب السوايل ان الجسم الموزون في الهواء اذا وزن في الماء فقد
 من زنته بقدر زنة حجم الماء الخارج وحجم الماء الخارج يساوي حجم الجسم
 فارشيدس وزن قطعة من الذهب النقي في الهواء ثم في الماء وقطعة من النحاس
 النقي كذلك وعرف الزنة النوعية لهذين المعدنين ثم وزن التاج بهذه الكيفية
 فاذا فرغ من هذا التاج يشتمل على ١٢٣,٥٠ اجراماً من الذهب وعلى

٦١,٧٥ ابراما من النحاس فيكون ثلثاه من الذهب وثلثه من النحاس ويكون وزنه في الهواء ١٨٥,٢٥ وقد تقدم ان ٦١,٧٥ من الذهب يخرج من الماء ٣,٢٥ وان مثل هذه الكمية من النحاس يخرج من الماء ٦,٩٤٢ ابراما فالكمية الخارجة من الماء ١٣,٤٤٢ حاصلة من ضم ماخرج بالنحاس لضعف ماخرج بالذهب ويرسم هكذا $٦,٩٤٢ \times ٢ = ١٣,٤٤٢$ ويقال في النطق بهذا الرسم ستة ابرامات وتسعمائة واثنتان واربعون جزءا زائدة ثلاث ابرامات وخمسة وعشرين جزءا مضروبة هذه الزيادة في اثنين تساوي جملة ذلك ثلاثة عشر ابراما واربعماية واثنتين واربعين جزءا فاذا قسمت الماية والخمسة والثمانون والخمسة والعشرون جزءا التي هي الوزن النوعي للذهب والنحاس على ماخرج من الماء وهو الثلاثة عشر الصحيحة والاربعمماية والاثنان والاربعون الكسور كان خارج القسمة ثلاثة عشر صحيحة وسبعماية هو واحد او ثمانين كسورا وهي الزنة النوعية للتاج فلو كان ذهب التاج غير مخلوط لكان خارج القسمة تسعة عشر وحينئذ فالفرق الحاصل بين الثلاثة عشر والتسعة عشر يدل على كمية النحاس الموجودة في التاج لان ثلث التسعة عشر هو ستة وكسور وهذه الطريقة الحسائية تكفي لاثبات هذه الكيفية تنبيه ينبغي ان يكون هذا العمل بماء مقطر تقطيرا جيدا وتكون درجة حرارته في جميع مدة العمل واحدة وطريقة الدورق يمكن ان يتحصل بها الزنة النوعية للجسام المسحوقة ايضا لكنه كثيرا ما يتخلل اجزاء المسحوق بعض هواء فيحصل في الوزن خلل ولو قليلا فان كان الجسم المراد معرفة زنته النوعية مماذيب في الماء استعمل له سائل اخر كالزيت المعتاد او الزيت الجري شيرانه ينبغي ان تعرف الزنة النوعية لذلك السائل اولا وان كان الجسم المراد معرفة زنته النوعية اخف من الماء كنخشب القطين ونخاع السفنوك امكن معرفة زنته النوعية بالدورق ايضا بان يدخل الجسم في الدورق ويسد عليه بالسدادة ويفعل به مثل ما مر

الفصل الخامس في التجزى

التجزى خاصة للاجسام بها يتمكن من فصلها الى اجزاء في نهاية الدقة
 والاجزاء التي لا يمكن تجزئتها الى العقل تسمى جواهر فردة ولا شك في انه
 يمكن تجزئة الاجسام تجزئة ديخانكيه الى اجزاء دقيقة جدا فيمكن احالتها الى
 مسحوق ناعم جدا بحيث لا تدرك اجزأه باللمس ولا في ان الجواهر الراجمية
 تتطاير منها اجزاء دقيقة جدا تؤثر في حاسة الشم منها ويمكن الحكم على كميتها
 وزدتها فاننا اذا تأملنا في المسك مثلاً رأينا ان القمحة منه تبقى اجزأها
 الراجمية مدة سنين في محل يتجدد هواؤه في اليوم مرات كثيرة من غير ان يظهر
 في زنتها نقص واذا حملنا مقدار ايسير من اللعل في قليل من الماء ثم اضفنا له
 مقدارا عظيما من الماء فدام الماء متلوننا يوجد فيه عدد كثير من اجزاء اللعل
 تشاهد بالبصر واعلم انه يمكن تقسيم الاجزاء الى عدد خارق للعادة مع بقاءها
 متصلة كما يظهر ذلك فيما لو اخذنا سلك من فضة فيه غلظ ما وغطى بصفحة من
 الذهب وزنها اوقية ثم سحب في مسحب حتى صار سلكا دقيقا كالشعرة
 مغطى بالذهب من كل جهة طوله مائة فرسخ واحد عشر فرسخا اعنى
 ٢٢٢٠٠٠ متر واذا ارقق بالمصفاح الذي هو آلة الترقيق كان ذا سطحين
 مغطين بالذهب عرض كل منهما ربع خط ويكن فصله بالطول الى
 صفيحتين كل واحدة منهما ذات سطحين فينشأ من ذلك اربع صفايح من
 الذهب طول كل صفيحة منها ٢٢٢٠٠ متر ويمكن بعد ذلك فصل كل جزء
 من الف جزء من متر الى ثمانية اجزاء تحس بالبصر فيتحصل من ذلك اكثر
 من اربعة عشر بليوناً من اجزاء تحس بالبصر وكل ذلك من اوقية من الذهب
 لو جمع كتلة السكبان مكعبا كل من جوانبه نحو خمسة خطوط وثلاث
 او ثلثا عشر جزءاً من الف جزء من متر تقريبا وقد سحب المعلم فولاستون
 الانجليزى سلكا من البلاتين حتى صار لا يكاد ينظر بالبصر وحده وذلك انه
 وضعه في مركز قالب اسطواني ثم ملا القالب فضة مذابة وبعد ان بردت
 ادخلها مع السلك في المسحب وسحبها حتى صار سلكا واحدا في غاية الدقة
 ثم ازال الفضة عن سلك البلاتين بغير ما في حادض النيتريك الذي لا يؤثر

في البلائين فوجد السلك دقيقا جدا قطره جزؤ من الف وماتى جزء من ميللى
ميترف كان غلظ ماية وخمسين منه لا يجاوز غلظ فتله من الابرسم البسيط

الفصل السادس في المسام

المسام التى هى خاصة من خواص الاجسام عبارة عن الاخيلية التى تكون
بين اجزائها سواء كانت كبيرة كما فى الاسفنج او صغيرة مثل تلك الاخيلية تكون
فى الاجسام النامية الحيوانية والنباتية مملوءة بالسوائل وفى غير النامية
مملوءة بالعازات ولذا يشاهد عند وضع نحو السكر والاسفنج فى الماء وجود فقاع
على سطح الماء وما ذاك إلا من صعود الهواء الذى كان منحصرا فى المسام *
واختلاف المسام بالأكبر والصغر والكثرة والقلّة هو السبب فى اختلاف زنة
الاجسام المتساوية فى الحجم الظاهرى الذى هو المادة مع المسام فى الحالة
الطبيعية واما الحجم الحقيقى فهو كمية مادة الجسم بقطع النظر عن المسام *
والكثافة تراكم الاجزاء المادية للجسم فى حجم ولذا كان المكعب من القصدير
اكثر من مكعب مماثل له من خشب الفلين وتفاوت زنتهما يكون على
حسب كمية اجزئهما والحرارة لا تعدد الاجسام الا من مسامها فتبعد اجزاء
الجسم عن بعضها والاجسام كلها ذات مسام والمعادن اكثرها اندماجا
ومع ذلك ينفذ الماء فى مسامها ولذا واخذت كرة مخوفة من الذهب وملئت
ماء وسدت بيرة سد محكم كما ثم ضغطت او طرق عليها بقوة لنفذ الماء من مسامها *
ومن الاجسام ما يمتص بعض السوائل دون بعض فان الخشب يمتص الماء
بسهولة اكثر من النعشم وعكسه الرخام فانه يمتص الزيوت والشحوم اكثر من
الماء والذي يمتص الماء منه ما يتغير منظره بعد امتصاصه اياه ونشرب به كالجر
اليماني المسمى باليونانية ايدرو فان وهو اسم مركب من كلمتين معناهما
يشف الماء فان هذا الحجر اذا كان جافا على حالته الطبيعية كان ابيض لبنيا
فيه بعض شفوفة وكان فيه صلابة بحيث لو دح عليه لسقط منه الشوائب فاذا
غمر فى الماء صعد الهواء المنحصر فى مسامه ووجد فوق الماء من ذلك فقاع
تجبرى على سطحه صفوفاستعددة ونفذ الماء لباطنه وزادت شفوفته حتى

يصير شفا فلو يرد وزنه نحو السدس فاذا جفف وصعد الماء الذي فيه تجار انما
الى حاتم الاصمية ولو تكرر عليه هذا العمل مرات كثيرة ركذا جلود الحيوان
آدميا كان او غير ذاذ اوضع فيها الرقيق وربطت وضغط عليها فانه يشاهد نفوذ
الرقيق وسقوطه من مسام الجلد على هيئة المطر الرذاذ الدقيق جدا
لكن يظهر ذلك بالاكثر فيما اذا كان الجلد مجردا من البشرة التي هي ضيقة
المسام جدا سيما بعد جفافها لان ذلك يسهل نفوذ الرقيق من مسام الجلد
ومن المسام يحصل التنفيس الجلدي والعرق الغير المحسوس لانه قد ثبت
بالجربة ان الجسم يفقد بهما خمسة اثمان الغذاء الذي يدخل فيه ولا غرابه
في فقد هذا المقدار بواسطة المسام لانه قد شوهد بالنظر بالمعظمة في خط من
الجسم البشري اكثر من مائة من المسام فيكون في القيروط اكثر من اربع
وفي الاقدام اكثر من اثني عشر الفا فيكون في القدم المربع مائة واربعة واربعون
مليون تقريبا حاصله من ضرب الاثني عشر افا في نفسها ومن حيث ان
مساحة سطح الجسم البشري المتوسط اربعة عشر قدما مربعا وفي القدم مائة
واربعة واربعون مليون فانا تكون المسام الموجودة في الجسم المذكور بليونين
وسنة عشر مليون فاحاصله من ضرب المائة والاربعة والاربعين في اربعة عشر
ويرسم هكذا $144000000 \times 14 = 2016000000$ ركذا
اذا وضعت بيضة قاربت الفساد في كأس فيه ماء وعمر من لفعل الالة المفرغة
فانه كلما اخذ الفراغ في التمام شوهد صعود فقاقع الهواء من مسام البشرة
ماردة في الماء والفساد المذكور انما يسرع للبيضة من الهواء الخارج فلوسدت
مسامها بانواع من الطلاء كالذي يصنع من الصمغ المحلول في العرق ارغمرت
في الماء المشبهون بالجير مدة ثم اخرجت حتى جفت لمكثت زمن اطول بلايل
سنتين عديدة في حالة الجودة والفعم من حيث انه كثير المسام يمتص الغازات
بسبب ذلك وهذا الامتصاص يقل كلما علت درجة الحرارة وفحم خشب البقس
يشرب الغازات اكثر من غيره في الدرجة المعتادة للحرارة اعني التي من ١٢
الى ١٥ درجة يشرب من الغازات النوشاذرى قدر حجمه تسعين مرة ومن

حامض الايدروكلوريك قدوة خمسة وثمانين ومن الاوكسجين ٢٥ و ٩ ومن
الازوت ٧٥ ومن الايدروجين ١٧٥ ومن الهواء ٧٥٠ هذا وقد قيل ان
السوائل مسام لكنه لم يتحقق وجودها بآلة من آلات الابصار وما أخذ هذا
القول ما قيل من انها تتمدد بالحرارة وتتقبض بالبرودة فلو اخذت زجاجة طويلة
العنق ضيقة وملاً ثلثها من الاسيد سولفوريك اى حامض الكبريتيك وثلثها ماء
من الماء وخضت معدة فيها درجة الحرارة وبعبرودتها يشغل حجم السائلين
المختلطين حيز اقل من الذى شغلاه قبل الامتزاج ومثل هذا يحصل فى الخلوط
من الماء والاكحول المركز والخاصة التى بها تمتص السوائل بعض الغازات
تسبب لوجود المسام ايضا لان الماء يشرب من الغازات النوشادرى قدر حجمه
اربعمائة وثلثين مرة ومن غاز حمض الايدروكلوريك اربعمائة واربعه وستين
وقيل ان الغازات كلها ذات مسام لانه يمكن ضغطها فتقل الاخلية الكائنة
بين اجزائها طبيعياً

الفصل السابع فى الانضغاط

قابلية الانضغاط خاصة للاجسام فى حالتها الطبيعية بها يمكن ان نصير
بواسطة درجة كذا وكذا من قوة الضغط فى حجم اصغر مما كان لها قبل
وبواسطة ذلك تقرب الاجزاء ويضيق اتساع المسام وحينئذ فالانضغاط
مما يثبت وجود المسام وان كان هنالك اجسام كثيرة المسام لا تقبل الانضغاط
كخجر القيشور وهو تجر اجزائه شدة جدا فانه ينكسر ولا ينضغط ومن تلك
الاجسام ما فيه قابلية الانضغاط فى بعض الاحوال لكنها قليلة جدا كالرغام
فانه ينكسر باصدامة واذ ادهنت رخامة بطبقة رقيقة جدا من الشمع
وسقطت عليها كرة من الرغام ايضا شوهد فى محل الصدمة نكتة مستديرة وكلما
كان محل السقوط اعلا كانت النكتة اوسع ووجه اثبات ذلك قابلية الانضغاط
للرغام ان الجسم الكروى لا يلامس السطح الا بنقطة صغيرة جدا حيث ظهر
فى النكتة اتساع سطحى علم منه تفرطح الرغام وانضغاطه وبما ذكرنى الرغام

بأنى مثله فى الزجاج واما السوائل فتكاد ان لاتنضغط ولواشدت عليها
قوة الضغط ولذلك استمر اعتبارها غير قابلة للانضغاط زمنا طويلا حتى
صنع من منققرنين ارباب ديوان العلوم بمدينة فيرنسا كرة من فضة رقيقة
السلك وملؤها بالماء البارد وسد عليها سدا محكما بمرمة ثم طرقوا عليها من
كل جانب بمطارق فكان يشاهد فى كل مرة من مرات الطرق نضح الماء من
مسام الفضة على هيئة الرذاذ فاستنجدوا من ذلك ان الماء لا يقبل الانضغاط
بل اذا ضغط عليه نضح ولكن لا مانع من كون الماء انضغط فى تلك الحالة
انضغاطا خفيفا لم يشعر به ثم بعد ذلك اثبت المعلم كانتون الطبيعى قبوله
للانضغاط بتجريبية عملها وذلك انه اخذ كرة من الزجاج فيها انبوبة طويلة
ووضع فيها الماء حتى امتلأت هى وجزء عظيم من الانبوبة وغلا الماء على
مصباح نقاش ليطرده الهواء الذى فيه ثم سد الانبوبة بسرعة سدا محكما
بازابة طرفها بعد ان اخلاها من الهواء بالكيفية ثم علم على حد الماء بعلامة
وكسر الطرف الفارغ من الانبوبة فدخل الهواء بشدة واحدة وضغط على
الماء فانخفض سطحه عن تلك العلامة ثم عمل تجربة اخرى فاخذ كرة انبوتها
مدرجة وملاءها ماء كما مر ووضعها معلمة تحت ناقوس الالة المفرغة
واستفرغ منها الهواء ما امكن ثم رد لها الهواء دفعة واحدة فشاهد هبوط
سطح الماء ولاية فى هذه التجربة يمكن ان الكرة تمددت قليلا بدخول الهواء
فى باطنها دفعة واحدة لانتحول فحشونها عند ترجيع الهواء فى الناقوس
ان الضغط على الكرة من الخارج وعلى الماء من الداخل متماثل فلا يمكن لين
الزجاجة ولا تمددها وقديين المعلم الطبيعى اريستيدس الديناماركي وباركينس
ان الضغط الذى يقبله الماء خمسة واربعون جزءا من مليون من حجمه الاصلى
لكل ضغط مساو لضغط جو واحد والضغط الذى يقبله الزئبق لا يزيد عن جزء
من اثنين من حجمه الاصلى لكل جو الا قليلا والضغط الذى يقبله الاكوكول
عشر ون جزءا من مليون من حجمه والضغط الذى يقبله الاثير سوا فوريك اى
الكبرى فى اعلى درجة ستون جزءا من مليون من حجمه وقد اخترع اريستيدس

المذكورة لهذه التجربة جهازاً من جملته ميزوميتر اى مقياس الضغط وهو
 زجاجة ثخينة الجدران لها انبوبة تأتى صورتها فى الشكل السادس مستطيلة
 فى نقطة ب وينتهى اعلاها من ث الى ث بانبوبة شعرية تنتهى من اعلا بمقعد ذ
 فيلاً جميع ذلك ماء مطرا خالياً من الهواء بتسخينه ويضع الزجاجة على صفيحة
 معدنية معدة لذلك فيمد درجات مقسمة اقساماً على طول الانبوبة من ث الى ث
 لتدل على عدد درجات الانضغاط اى الواقع على الماء فى هذا الامتحان وعلى
 الصفيحة المذكورة ترموميتر صغير يستدل به على درجة حرارة السائل وعليها
 ايضا انبوبة اخرى فى نقطة د مسدودة من اعلاها لتدل على مقدار القوة
 الضاغطة بواسطة نقصان حجم الهواء الذى فى جوفها ويعرف ذلك من خطوط
 درجية مرسومة على الصفيحة خلف الانبوبة وكيفية العمل ان يوضع الجهاز
 كله فى اسطوانة  وهى اسطوانة ثخينة من زجاج متينة جداً تأتى صورتها
 فى شكل ٧ وتلأ الاسطوانة ماء من نقطة ص ثم تسد بمنقبة ض فيخرج
 الهواء من فتحة ط التى تسد بتريل مكبس ع وهو مكبس يسير على حسب
 حركة البرمة باداره عارضة ف فاذا وصل المكبس الى الماء حصل الضغط على
 السائل المحصر فى الاسطوانة والانبوبة الاولى التى فى اعلاها قليل من الزئبق
 فى آن واحد ولا ينزل الزئبق اسفل السائل لان الانبوبة شعرية كما ذكرنا وانما
 يكبس الزئبق على الماء الا حصول الانضغاط ومقدار انضغاط الماء يعرف
 من الدرجات المرسومة على الصفيحة ومعرفة الانضغاط فى الغازات
 سهل فيمكننى لذلك ان تؤخذ طلونية احد طرفيها مسدودة والثانى فيه مكبس
 محكم فيه بحيث يبقى ملامساً لجدران الطلونية حال انزاله فى جوفها
 ملامسة تامة فاذا اكبس على هذا المكبس نزل وضغط الغاز والهواء المنحصر
 فيه واذا ضغط كل من الهواء والاوكسيجين والكلور بسمرة بقوة عظيمة فى الالة
 المسماة بالزند الهواء اى انبعث منها سريراً فاذا وضعت قطعة من الصوان
 فى طرف المكبس او على القطعة السبادة لا سفلى الانبوبة المعدنية التى يتحرك
 فيها المكبس اشتعلت

الفصل الثامن في المرونة وفيه سبعة مباحث

المبحث الاول في المرونة

المرونة خاصة بهاتميل الاجسام الى العود لحالتها الاصلية اذا انقطع عنها
تأثير القوة التي احالتها عن تلك الحالة يجذب او مصادمة اولي او ضغط او ثني
وتنحو ذلك فمن ذلك التوتر الحافي للقوس فانه اذا انقطع رجع القوس الى تمدده
والدس ووجهة التي من العاج اذا سقطت على سطح صلب جدا كالرخام فانه
يحمص فيهما سطح على حسب اتجاه محورها العام ودي وانفراش على حسب
محورها الاثني وبالجملة فاكثرا الاجسام مرونة هواسر عها عودا الى حالتها *
وقد تكتسب المرونة في الاجسام من الصناعة فان الفخاس اذا طرق عليه
وهو باردا اكتسب مرونة اكثر مما اذا طرق عليه وهو مسخن وكذا الحديد
المتحد بالفحم لعني الذي صار فولاذا فانه اذا سقى صار مرنا جدا وسهل الكسر
وسقيه يكون بغمرة في سائل بارد ليبرد بسرعة وتزول مرونته بتسخينه حتى
يحمو ثم تركه ليبرد بنفسه تدريجا وتزول ايضا بتوالي الضرب بقوة شديدة
بعرض صفائح منه بكل العرض في آن واحد على سطح مستو من نحو
خشب او سطح ماء كما يفعل اهل السويد بالسيوف عند امتحانها فانهم يجربون
سيوف العساكر بالضرب بكل عرضها كما ذكرتم ان متتابعة ثم يتأملون
في مرونتها لوحدوه فانه من المرونة ان تتراكم هو لازم طر حوه ومما له دخل
في زيادة مرونة الاجسام ايضا ان كالهها كما يظهر فيما لو مقطعت حلقة على
سطح من حجر او رخام فانها تنقر اكثر مما لو كان الساقط قرصا مما فلا لها
في المادة والوزن وكذا الكرة المجوفة فانها تنقر اكثر من كرة مصمتة مساوية
لها في الوزن فلذن تكون الحلقة والكرة المجوفة اكثر مرونة من القرص والكرة
المصمتة ثم ان الاجسام الكثيرة المرونة لا تعود الى شكلها الاولي بسرعة دفعة
بل بعد ارتجاجات متعاقبة تأخذ في التناقص حتى تزول بالكلية كما يشاهد
ذلك فيما لو اخذت نهاية ماسك او جفت كبير وقربت شعبناه من بعضها ثم تركنا

دفعته واحدة وفيما لو اثبت مقبض سيف في نحو حفرة اوبين شعبي منجلة
وامليت دبابة قسرا ثم تركت فان رجوع كل مما ذكر حالته لا يحصل الا بعد
اهتزازات كثيرة ومثل ذلك يشاهد في الاجسام السلسلة جدا كالاونار
والجلود والسلوك المعدنية الرفيعة اذا كانت متوترة كما في الات الطرب ذوات
الاونار وفي الطبول والأكوبة المشهورة بالدبكة والرطوبة في ذلك كله تكون
سببا لفقد بعض المرونة سيما للجلود والمعادن اذا سخنت تفقد معظم مرونتها
والشحيم والشمع لا يظهر فيهما بعض مرونة الا اذا كانا تحت الصغر بدرجات
وبالجملته فالاجسام اذا استمرت زمنا طويلا متأثر من قوت توجيهها لان تبدل
مرونتها فانها تفقد مرونتها تدريجيا ما عدا بعض اجسام كالمرور والوزن
الساعة وغيرها مما يكون من القوي لا فان فقد المرونة فيها يكون اقل منه
في غيرها من الاجسام

والسوائل تطهر في المرونة ايضا فان الماء حتى انتطع عنه الضعطر جع الى حجمه
الاصلي واذا سقط على الارض تقزت منه اجزاء وكذا الزيت اذا وقع على لوح
مرتفع الخوافي فان اكره الصغيرة تذهب صاعدة لحواف ذلك اللوح ثم تقز
منها والغازات تظهر فيها المرونة التامة فلا تنقص مرونتها كما شوهد بالتجربة
خصوصا بالضغط عليها فاذا صدمت مشاة مملوءة هواء فانها تقز كثيرا

البسمة الخليل في سندقية الهواء

هي سندقية ممتلئة بحجوة جميع اجزائها معدنية حتى قنصاها وفي محل
الزند صمام ينفتح من الخارج الى الداخل ويدخل الهواء في الكعب بواسطة
طولبنة مثبتة بمرمة وفي جانبها من الاسفل صمام صغير ينفتح من الظاهر
الى الباطن لا يأخذ الهواء حين يجذب المكبس فاذا امتلأ الكعب من الهواء
فكبت برمة الطولبنة وركب بدلها الماسورة فاذا اريد اطلاق تلك البسمة تبتدئ
حركة الغماز فينفتح صمام الكعب ثم ينسد في لحظة فيخرج من الهواء
المنضغط في الكعب مقدار صغير بقوة شديدة فتسقط الرصاصة الى وقعت

في الماسورة من ذلك الهواء الخارج بقوته وعلى حسب مقدار الهواء المنضغط في الكعب يكون عدد طلقات البندقية من غير حاجة الى ادخال هواء ثانيا

المبحث الثالث في نافورة الضغط

مرسوم صورتها في الشكل (٨) وهي اناء ذو جدران متينة ضخينة يوضع فيه ماء الى ب وفيه انبوبة معدنية تثبت بثبوت بقوة في حلقوم الاناء تنزل الى قرب اسفله وتحمل حنفية د التي تخدم لسد الانبوبة وفتحها ولها طولوبة كالتي تملأهم ببندقية الهواء تثبت ببرمة في ث وهذه الطولوبة تخدم لدفع الهواء فيتراكم في مسافة ف بعد مجاوزته للماء وهناك الانبوبة معدنية مستدقة من اعلا ارمقسومة الى شعبتين صغيرتين او ثلاث تثبت ببرمة في محل الطولوبة بعد سد حنفية د في اريد اعمال اناء الضغط فتحت الحنفية ومتى اريد ايقافه سدت وما دام بمقدار الهواء المتراكم في مسافة ف ف كافيا لان يضغط على الماء اندفع الماء في الانبوبة الى انتهائيتها وانبثق الى الخارج

المبحث الرابع في نافورة بهيرون

هي كنافورة الضغط غير انه كيفها بانكيفية بها ينضغط الهواء من نفس تركيب الالة وهيرون هذا كان موجودا قبل الاسلام بنحو سبعة قرون وصورة هذه النافورة مرسومة في الشكل (٩) وهي من جنس الخزف ولها ثلاث طبقات سفلى وهي طبقة ب وتحتوي على الهواء وعليا وهي طبقة ف وتستطرق اليها السفلى بواسطة انبوبة د ووسطى وهي طبقة م وتستطرق اليها السفلى بواسطة الانبوبة التي عن يسار م فتملأ الطبقة الوسطى ماء بالانبوبة الصغيرة ص وتسد سد الحنك الحاجة ثم يصب الماء في طبقة ف فينزل في فضاء من انبوبة د فينضغط الهواء فيه وينفذ في طبقة م بالانبوبة التي عن اليسار ويضغط على الماء فيندفع في الانبوبة التي في الوسط وهي انبوبة مستدقة من اعلا ينبثق منها الماء الى الخارج والمادة ان يكون لهذه الانبوبة حنفية لابقاف

اتباق الماء متى اريد

المبحث الخامس في اللعبة

تأتى صورتها في الشكل (١٠) وهى موصلة على مرونة الهواء وحقيقة انها اناء طويل مملوء كله ماء وفي الماء المذكور صورة صغيرة من منقوشة بالمينا معلقة اسفل كرة صغيرة من زجاج فريقة الجدران مئة وبة من اسفلها بنقب صغير ورنتها كرنه الصورة لاجل ان تتمكن من ضبط الصورة على سطح الماء وعلى فم الاناء قطعة من ورق غزال تسده سدا محكما فاذا ضغط على تلك القطعة بالاصبع دخل في الكرة قليل من الماء فثقل وتنزل الى الاسفل وتدفع معها الصورة فاذا انقطع الضغط خرج الماء من جوف الكرة ورجع الهواء الذي فيها الى حجمه الاول فتخفف وتصعد وتجذب معها الصورة فاذا امسك شخص الاناء وكبس عليه من اعلا باصبعه من غير ان يشعر به الحاضرون ظهر لهم انه فعل امر اخر قال العادة وزعموا انه اما كرامة او استخدام بلخي

المبحث السادس في المنفاخ

هو آلة لجمع الهواء ثم اخراجه بقوة بسبب الضغط الذي يقع على الهواء في تلك الالة ومهما كان شكله فدخول الهواء في باطنه يكون بانفتاح صمام فيه الى الباطن وينطبق ذلك الصمام حين الكبس على المنفاخ لاجراج الهواء المجتمع بقوة

المبحث السابع في الالة المفرغة

هى الة المعدة لعمل الفراغ بطرد الهواء وتركها موصلة على مرونة الهواء ايضا والذي اخترعها من فخورين او توديعريك الاولان ديزى عامل ما جندى بورج اى حاكم هذه البلدة ثم تنوعت بعده الى اشكال كثيرة والذي هى عليه الان انها مركبة من اسطوانتين فيهما مكبسان يتحركان على التعاقب احدهما الى اعلا والشافى الى اسفل وفي اسفل كل من المكبسين صمام خفيف جدا

يفتح من اسفل الى اعلا وهذه الالة مرسومة في الشكل (١١) لكن بمكبس
 واحد وهي مركبة من ساقب الذي في طرفيه انفتاحان بفتحات
 وبسدات على التعاقب فتحة في العليا للاسطوانة وفتحة في السفلى للقناة من
 يس من التي يستخرج منها هواء الاناء الذي يراد تفرغه من الهواء والانفتاح
 العلوى يمنع ايضا خروج الساق من الفتحة العليا فاذا مر الساق المذكور
 ملاصقا بشده لمكبس من رفعه وخفضه في حركته وسد وفتح فتحتي في وقناة
 من س من التي طرفها فتحة في سائرة في اسفل الالة حتى تنفتح في السطح
 المستوى وحيث تنتهي فيه بارتفاع به حلزون برمة يوفق عليه نحو مشاة
 تركب على اسطوانة محوطة من نحاس والسطح المستوي وقرص من زجاج
 مستوى السطح بمكبس بعض خطوط عليه طلاء فيه مصطكي ومثبت جيدا
 على صفيحة متينة يوضع عليه الناقوس الذي يراد تفرغه من الهواء وينبغي
 في حافة الناقوس ان تكون مستوية جدا ليستحكم وضعه على السطح حتى
 لا ينفذ الهواء من بينهما ويدخل في الناقوس ولذا ينبغي ان تدهن حافة
 الناقوس المذكورة بدهان يسهل الاستحكام ويمنع دخول الهواء ويوجد
 قبل محل ملتقي قنوات كل من الاسطوانتين بقليل في نقطة د مفتاح صورته
 في الشكل (١٢) فيه ثقبان احدهما بحسب عرض المفتاح في نقطة ل
 يجعل استطرافا بين القناة والاسطوانتين وثانيهما منحنى في د يسد ويفتح
 بالزيادة وهو في طول المفتاح ومنفعة رجوع الهواء تحت ناقوس الذي
 لا جنفية له اذا رفع الساق النحاسي السادله ولتحصيل ذلك يبرم الساق
 الحام المذكور جهة الناقوس ثم يرفع ويوجد ايضا على جانب كل من
 المكبسين الذين يرتفع احدهما حال انخفاض الاخر اسراس تدخل بين
 اسراس الطائرة تحريك بواسطة مقبضين وبحركتها يتحرك المكبسان كما في الشكل
 (١٣) وهذه الطائرة مثبتة في الرأس الراكب على الاسطوانتين الضام
 لهما في كيفية عمل الفراغ ان يرفع المكبس من الاسطوانة التي هو نازل فيها جدا
 الى الاعلا فينجذب الهواء من ناقوس الى الاسطوانة لوجود الفراغ

الذي عمله فيها المكبس برفعه منها ثم ينزل فيها ثانياً فيجذب معه ساق
 من المرسوم في الشكل (١١) الساد للفتحة ق ويمنع رجوع الهواء الذي
 انجذب الى الاسطوانة وهذا الهواء بانضغاطه يرفع صمام المكبس ويدخل
 في الاسطوانة ويخرج منها من فتحة ف وفي كل مرة من صعود المكبس ينزوله
 ينجد ذلك واعلم انه لا يحصل فراغ تام تحت الناقوس اصلاً لان اذا ارضنا ان
 سعة الاسطوانة عشرة سعة كل من الناقوس والقنائه كان المنجذب في كل مرة
 عشر الهواء الذي في الناقوس واذا كان المستخرج في كل مرة عشر الباقي فلا بد
 وان يبقى شيء ولكنه لقلته لا يعتبر فهو كاشيء والآلة المفرغة المصورة في الشكل
 (١١) لها عند نقطة م ثوبه حلزون برمة يوضع عليها جهاز صغير
 يسمى مخبراً منفعته الدلالة على قوة انتشار الهواء الكائن في الناقوس
 او القابلة في انشاء العمل وهذا المخبر موصوف في الشكل (١٤) وهو ناقوس
 مستطيل يستطرق بقناة الآلة محتوية على الباروميتر المصور بالشكل (١٥)
 المسمى بالباروميتر الابر الذي ارتفاعه من فوق سطح عامود الزئبق ز
 الى قمة الأنبوبة ر سبعة قراريط وفي هذه الحالة لا يكون علو عامود الزئبق
 الا كربع علو العامود المعتاد لتجمل ثقل الهواء وحينئذ فلا يصعد الزئبق الى آ
 المرسومة في الشكل (١٥) الا اذا صار ضغط الهواء الباقي في القابلة ربع
 الضغط الجوي وفي الشكل (١٤) حنفية ي يحصل بها استطراق بين
 المخبر والقناة يفتح يغضب الحاجة والباروميتر المذكور اعني المصدر
 في الشكل (١٥) في نقطة ش منه اخذناق لطيف معد لمنع رجوع الزئبق
 بشدة ولولا هذا المنع لكسر الزئبق قمة الأنبوبة حال رجوع الهواء الرافع له
 دفعة واحدة

الفصل التاسع في التمدد

هو خاصة بها اعظم حجم الجسم اذا ارتفعت درجة حرارته فاذا برد ضمور وهزل
 والتمدد والضمور في الاجسام الصلبة يكونان بقرة شديدة ولذا ترى ان

المصبغات من الحديد وهي التي توضع في وسط الكوانين متى تمددت من حرارة النار ومست جدران الكوانين تباعد بناتلك الجدران وان القضيبي من الحديد اذا وضع بين جدارين وهو بارد ثم حى بالنار ابعدهما واذا وضع وهو محى لم يرد بينهما وان عظما وكذا الطارات من الحديد التي تحيط بهج العربانات فانها توضع عليها وهي محما لتشد دائرتها اذا بردت وبذلك تصير امتن هالو وضعت باردة وبالمثل في اريد ضم قطعتين من الحديد او غيره من المعادن لبعضهما لزم ان تترك بينهما مسافة لئلا يمتددا اذا حصل فيهما حرارة والا حصل بينهما تلف او فساد في الامم تغير طول الحرارة والبرودة

الباب الثالث في احوال الانقسام

لا شك في اننا شاهد الانقسام على ثلاثة احوال مختلفة الجوده والميوعة والغازية اي الهوائية والجسم مكون من جواهر فردة والمراد منها الاجزاء الاخيرة في الانقسام اعني التي هي نهايتها ما يمكن ان يتصور في العقل عدم انقسامه والحزيمات بالتصغير كثيرا ما تستعمل بمعنى الجواهر الفردة وكثيرا ما نتغير احوال الاجسام التي تكون لها بسبب ما يطرأ عليها من الحرارة والبرودة وغيرهما الا ترى ان الكبيريت الذي هو صلب في الحالة الاعتمادية اذا طرأت عليه الحرارة ذاب ثم استحال بخارا والماء الذي هو سائل اذا طرأ عليه البرد الشديد يجمد فغازي من السولفوروز والكورولون وشار والسيانوجين والايدرسولفورين يشوهها اذا ضغطت عايمها تصير سائلة واما السيل الكهربياء ويسمى السيل الغير القابل للوزن ولا للحصر لكونه لا يمكن وزنه ولا حصره في اثناء كبتية الاجسام فليس له حالة من الاحوال الثلاثة لكونه ليس مثل بقية الاجسام فان المفهوم من لفظ سيل كهربياء الضوء والحرارة الاذان هما كيفية انهما يظهر الكهربياء وقية الكهربياء بالاجسام كقيام الحياة بالاجسام الالية فقد شبهوها بالحياة من هذه الحيثية والذي اراه ان تشبيههم لها بالحياة من حيث ان كلا منهما ليس بجسم

ثم ان الاجسام الصلبة هي التي تماسكت اجزاؤها ببعضها بحيث لا يمكن فصل
اجزائها عن بعضها وتغيير اوضاعها النسبية الابقوة او مشقة ولا يمكن توضيح
لسبب الذي يكون به بعض الاجسام صلبا وبعضها سائلا وبعضها غازيا
كما لا يمكن الافصاح عن علل اختلاف درجة الصلابة في الاجسام والاجسام
السائلة هي التي تتابع اجزاؤها الدقيقة وتلو بعضها بعضها وبذلك يمكنها
ان تسيل وتسفل في مسام كثير من الاجسام وتترق من الاواني ذرات المتألفة
على هيئة سعابيب والقوة الخاذبة في هذه الاجسام ضعيفة فلا تمنع تحرك
اجزائها الدقيقة على بعضها والرباط لها ببعضها تماسك يظهر متدبدا في اذاريه
فصل قطرة من الرقيق الى جزئين بالضغط عليها بقرص مضبوطة وفيما اذا علمت
لوح من زجاج مستوى السطح تعلية ما فتيما في احد اعانتي ميزان وعودل
بصنج في العائلي الاخر ثم مس ذلك اللوح سطح ماء فانه يحتاج في فصل اللوح
عن الماء الى زياده صنج وما ذال الالباء طبقة خفيفة من الماء ملتصقة بسطح
اللوح والصنج التي زيدت انفصله عن الماء هي مقدار نفوذ التي اضطر لاستعمالها
قهر تماسك الماء الذي انفصل عن كتلته وانتصق بذلك السطح والسوائل متى
كانت في حالتها الاعتيادية ومجانبة عن تأثير الاجسام البادية فيها كانت
كرية الشكل فلو وضعت قطرات صغيرة جدا من الزبيقي على جسم مندى بالماء
كانت كرية الشكل وكذا لو انضم ثنتان منها فان مجموعهما يصير كريا ولذلك
كانت عملية رش الصيد ان يذاب الرص في ماء ثم يلقى من علو كاف لان تيبس
قبل وصوله الى الارش فينزل حوبا صغيرا كرية الشكل ودرجة السيولة
في الاجسام مختلفة وبهذا الاختلاف تتغير رواع القوام في الاجسام فقوام
الزيتية غير قوام الشراية وهكذا والخواصة هي بالتوسط بين السيولة والصلابة
وكل من لفظ السائل والصلب والرخو ونحوها مجمل لا يفي بالادلة على جميع
الدرجات الممكن وجودها منه ومن خواص الاجسام العازية وتسمى ايضا
بالسوايل المرنة الانتشار دائما اعني تباعد اجزائها عن بعضها فهي دائما
متباعدة لان تشغل مسافة اكثر مما تكون فيها فينتج من ذلك ان الغاز

المنطلق لا يتقاد لقوة الجذب حقيقة * ثم ان الغاز يظهر لنا بحالتين مختلفتين
حالة الغازية وحالة البخارية فحالة البخارية ان تستحيل السوائل والحوامد
الى اجخرة بواسطة الحرارة وذلك لانه بالحرارة تتباعد اجزائها وتضعد بخارا
مكافي الماء والاصكول واليود وغيرها . وهذه يمكن عودها الى حالتها
الاولية من السيولة او الجمودة . وحالة الغازية لا يمكن احالة الجسم المستحيل
اليها الا الى السيولة بواسطة البرد الشديد والضغط القوى * والسوائل الغير
القابلة للوزن هي الكهر بائية والضوء وعنصر الحرارة وسند ذكر كلام من هذه
الثلاثة في محله .

الباب الرابع في الاستاتيكا

هو فرع من فروع علم الطبيعة غاية تعيين نوااميس الموازنة للاجسام كما ان
الديناميك اي تحرك الاجسام فرع من فروعها غاية تعيين نوااميس تحرك
الاجسام اذ لم تتم شروط الموازنة . واما الميكانيكا اي علم تركيب الالات بشمل
الاثنين لانه يبحث عن تطبيق نوااميس الموازنة ونوااميس الحركة على تركيب
الالات فالجسم يكون في الموازنة متى قاوم بعض القوى المؤثرة فيه البعض
الاخر فافناها او فذيت من مقاوم اخر فلو على جسم في طرف خيط لكان
في الموازنة لان احدي القوتين التي هي الخيط ونقطة التعليق لما قاومت
الآخر التي هي الثقل الطالبة لسقوط الجسم افنتها وصيرتها كالاتي فلو
تخل الخيط او نقطة التعليق عن الجسم لسقط * والقوة وتسمى بالقوة ايضا
عنف او سبب يؤثر في الجسم فيطلب ان يقوده اذ يحوله لجهة التجاهه فان اثر
في الجسم قوتان متساويتان في التجاه واحد كانت لقوه الناتجة عنهما
مزدوجة فلو كان كل من قوتي ب ان على انفراد يقود جسم ج لان يقطع
في ثمانية عشر من قدم ما من المسافة لاجبته ان سروره لان يقطع في اثنا عشر
المربعين قدم ما لواتر اثنيه معا بالتجاه واحد فان لم يكن الاتجاه واحدا كانتا
متضادتين وترسهما في حالة الموازنة فاذا رسمت القوي بخطوط رسمت

القوة المزدوجة بخط طوله طول القوتين الأوليين وان رسمت باعداد رسمت
 القوة المزدوجة بعدد مضاعف ومهما كان عدد القوى المؤثرة في نقطة مادية
 ومهما كان اتجاهها فلا تؤثر في الجسم الا حركه واحدة باتجاه واحد فينتج من
 ذلك ان قوة واحدة تقوم بمقام تلك القوى والقوة المذكورة تسمى بناتج القوى
 فاذا كانت سفينة تسير بقوة تيار الماء والمجذيف والهواء وبذلك يجذبها
 بجبل متين وجهدها كافي نحو الخط الذي كانت جارية عليه نشأ عن الجذب
 بالجبل المذكور النتيجة بعينها وحصل ناتج القوى التي كانت مسيرة لها *
 وكل قوة من القوى المعبره بحسب الناتج الممكن قياسه مقامها تسمى
 مركبة على صيغة اسم العامل واذا اعتبرت كلها تسمى بمجموع القوى ومتى
 وجد الناتج استفيد منه الواسطة التي بها تتعين شروط الموازنة وبحسب تلك
 الواسطة يكون وضع قوه مساوية ومضادة لذلك الناتج في المثال لجذبت
 السفينة بجبل متين وقوه واحدة لا تجاهد مضاد للاتجاه الذي صورنا به الناتج لما
 امكنها ان تتقدم او تتأخر بل تبقى في حالة الموازنة وانما قلنا في حالة الموازنة
 ولم نقل في حالة السكون لان بينهما فرقا فان الجسم في حالة الموازنة وان كان
 معدوم الحركه الا ان له ميلا اليها بدليل انه يكفي لتحركه ادنى نقص يحصل
 في احدى القوتين الموجبتين لوضعه في الموازنه بخلاف حالة السكون فانه فيها
 معدوم الحركه بالكلية والميل اليها معا ولذا يحتاج الى قوه تامه تحوله عنها

وانتدكلم الان على كيفية تعيين الناتج من مجموع قوى وتخصصها من رسمها
 فنقول ان للجسم او النقطة المادية بالنظر لذلك خمسة احوال * الاول ان يكون
 المؤثر فيه قوتين متساويتين متقابلتين في الاتجاه وفي هذا يبقى في حالة الموازنة *
 الثاني ان تكون القوتان غير متساويتين والاتجاه متضادا وفي هذه يكون
 الجسم في اتجاه اقواهما وشده تكون مساوية للفرق الحاصل بينهما ففي
 الشكل (١٦) نقطة ب متأثرة من قوتي س س فاذا كانت قوة س بفروضة
 بستة وقوة س بفروضة بثلاثة عشر كانت قوه س مقاومة لستة من قوه
 س فتفقد منها هذا المقدار ويبقى الجسم متأثر بستة في اتجاه س وهو

الناتج * الثالث ان يكون المؤثر فيه القوتين المذكورتين لكن الاتجاه واحدا
 وفي هذه يكون الناتج في جهتهما وشدة معادلة لمجموعهما * الرابع ان يكون
 المؤثر فيه جملة قوى متوازية بعضهم في اتجاه وبعضها في اتجاه اخر وفي هذه
 يكون الناتج مساويا لفرق القوى المضادة واتجاهها في جهة اقواها اجتماعا
 * الخامس ان تكون القوى غير متوازية وغير متضادة فاذا اثر منها قوتان
 في جسم كونا في سيرهما زاوية لان كل واحدة منهما تتجه في تحرك الجسم الى
 جهتها را بطال الاخرى فلا تأتي للجسم تبعيته لاحدهما بل يلتزم ان يتبع
 خطا متوسطا هو الناتج وطوله واتجاهه يكونان خطا زاويا للمربع مستطيل
 متوازي الاضلاع مبني على الخطين المستقيمين القائمين باتجاههما وطولهما
 مقام القوتين المركبتين بكسر الكاف كما في الشكل (١٧) فان نقطة
 ب فيه متأثرة بقوة تتجه منها الى ت وب قوة اضعف منها تتجه من ب الى
 ن ومن حيث ان هذه النقطة لا يمكنها الانقياد لواحده دون الاخرى تمت
 خطا زاويا من ب الى ف ما تلا قليلا نحو قوة ت لكونها اشد من قوه ن
 وانحط الزاوي للمربع المستطيل المتوازي الاضلاع المتكون من رسم خط ن
 ف موازيا لخط ب ت وخط ف ت موازيا لخط ن ب هو الخط الذاهب من
 ب الى ف قاسما للمربع المذكور الى مثلثين متساويين زر وهو الذي يمين
 طول المسافة التي يقطعها الجسم والاتجاه الذي يتبعه تبيننا تاما فاذا
 اثر قوتان ب ن وحدها في الجسم ذهب الى نقطة ن ثم اذا اثرت بعدها
 قوتان ب ن وحدها فيه ذهب بحسب اتجاهها الى نقطة ف لان خط ن ف
 هو عين خط ب ن ويحصل مسئل ذلك فيما لاثرت في الجسم قوتان معافاته
 يصل الى نقطة لا تتغير غير انه يتجه باتجاه متوسطا لان كلتا القوتين تجذبه
 الى جهتها فاذا اريد حفظ جسم ب في الموازنه كفي لذلك قوة مساوية للناتج
 في الاتجاه واحد اعني من ب الى ج
 وهذه الطريقة يعرف الناتج العام لاي عدد من القوى مؤثر في جسم فاذا
 فرضنا ان نقطة س متأثرة من اربع قوى س ا وس ب وس د وس ه

فالنسبة الاولى عن ناتج قوتين متجاورتين من هذه القوى ثم تاخذ هذا الناتج
ونبحث به مع قوة اخرى عن ناتج اخر وهكذا وطريق ذلك كما مر ان يرسم مربع
متوازي الاضلاع مبنى على قوى S و S' فيحصل الناتج الذي هو
الخط الزاوى S'' وهذا الناتج قام مقام القوتان الاوليان فيقطع النظر عنهما
ويعتبر هذا الناتج وحده فينبى عليه وعلى S' مربع متوازي الاضلاع جديد
يكون ناتجه الخط الزاوى S''' والخط الراوى المذكر اذا رسم عليه وعلى
خط S'' مربع متوازي الاضلاع حصل الناتج المنفرد المشترك S''''
والجسم المتأثر من جميع هذه القوى لا ينتاد الا الى نقطة C والناتج دائما
يتحصل منه اتساق وقوة شديدة تكفي لحفظ الجسم في الموازنة وهذه القوة تكون
من S الى C والخط يكون طول الناتج المشترك الذي هو S وفي اتجاهه
وهو الحافظ للجسم S المتأثر بالقوى الاربع في الموازنة هذا كله فيما اذا كان
المتأثر جسما واحدا فاذا كان هنالك جسمان صلبان متصلان ببعضهما
على وضع لا يتغير وتأثر بقوى كذا او كذا فلتعين اوله انواتج لكل من الجسمين
بالطريقة المذكورة انفا ثم تبطل القوى اربعة بحث عن توازجهما الاخيرة
المنفردة كما مر ثم ان القوى المؤثرة في الجسمين المذكورين اولى نقطتين ماديتين
متصلتين على وضع لا يتغير اما متوازية غير مساوية كما في الشكل (١٩)
فان B افيد هما النقطتان المتصلتان بالخط المار من احدهما الى الاخرى
وخطى AD و B هما القوتان المتوازيتان وخط S هو الزعيم رة
طول المبرزين المتجهتين معا وانما وضعت نقطة S بقرب A لتكبر
المسافة من S الى B على نسبة المسافة من A الى D والمسافة من S
الى D على نسبة المسافة من B الى H وبفالي ذلك نسبة AS الى BH
كلية S الى D ويرسم بالشكل الجبري هكذا $AS : B : H : S$
: AD ولا اجل تحصيل موازنة قوى AD و BH يجعل على نقطة S قوة مساوية
لقوة S ف مضادة لها في الاتجاه فيخرجت هذه القوة الى خارج الجسم فاما
العمل والناتج واحدا كما في الشكل (٢٠) فان قوة S ع فيه موجبة لوضع

الجسمين في الموازنة * واما متوازنة غير متساوية ومتضادة في الاتجاه
 كما في الشكل (٢١) فان جسمي A و B فيه متأثران بقوتين متوازيتين غير
 متساويتين واتجاههما D و E متضاد والنتائج مساوية لفرجهما وينتج
 جهة اقواهما حتى ينتهي في نقطة بعيدة عن الخط الواصل للجسمين من جهة
 اقوى القوتين وهو في هذا الشكل S ف وطوله هو الفرق بين خط A و خط
 B ومسافة بعده من B تكون على حسب طوله المقابل لطول B والموازنة
 تحصل بقوة مضادة للنتائج مضادة كلية وشدهما واحدة واعلم ان النتائج
 في القوتين المؤثرتين في الجسمين المتصلين اذا كانتا متضادتين في الاتجاه
 لا يتأني تحصيله اعني انه لا يمكن استعواضها بقوة منفردة تكون هي
 النتائج وتحصل الموازنة في هذه الحالة بمعارضتهما بقوتين متضادتين
 متوازيتين والقوتان المذكورتان يسميان بالزوج وقد يكونان النتائج الاخير
 فيما ذالم يمكن ارجاع القوى ذات العدد الكثير لنتائج واحد وحينئذ فيعلم
 انه ليس هنالك نتائج وحيد مشتملة ومتى اثر الزوج في جسمين حول الى خط
 لتحصل الموازنة كما في الشكلين (٢٢) و (٢٣) فان الاول منهما مرسوم
 فيه ان قوتي B و D ن مؤثرتان في نقطة D و الثاني مرسوم فيه تحويل
 الخط الذاهب من D الى Z ووصله بخطي القوتين حتى صار الكل خطا واحدا
 * واما غير متوازنة واثر في جسمين متصلين على وضع لا يتغير كما في الشكل
 (٢٤) فان قوتي B و C اذ فيه مؤثرتان في جسمي B و A والنتائج في هذه يوجد
 يتطوّل اتجاهاً في القوتين حتى يتلاقيا في رسم المربع المتوازي الاضلاع
 مفروضان القوتين انتهتا بالفعل في نقطة ملتقاها W فتجعل القوتان
 هنالك وتذهب قوة B من W الى H وقوة A من W الى D فيرسم
 المربع المذكور متصل زاوية التماس الى S والخط الزاوي الذي هو WS
 يقاطع خط B في S وهي النقطة الموضوع فيها النتائج وينبغي
 ان يكون طوله من S الى W كاطول من W الى S وتحصل
 موازنة قوتي B و C اذ يجعل قوة مضادة للنتائج بشدة واتجاه واحد

مبتدأة من نقطة س فقد بان ان ماذ كرهنا من تطبيق القوى على
الاجسام لتحركها والاستقصاء عن نواتجها واسطة كافية في الاستعمال
وفي تحصيل القوة الكافية للموازنة ومنه يكتسب الانسان معرفة القوى
وكيف ينوعها على حسب مراد وكيفية القوى التي بها تحريك الكتل العظيمة
ويمكن ان يعوضها بعدد اقل والنقطة التي ينبغي تطبيق القوى عليها لتحركها
واقصرنا على ما مست اليه الحاجة هنا ولم نكثر من الامثلة لان ما زاد على
ذلك محله علم الهندسة

الفصل الاول في مركز الثقل

قد ذكرنا تأثير القوى في نقطة مادية او نقط كثيرة متصلة ببعضها على وضع
لا يتغير والا نذكر ان الجسم الصلب يعتبر منضما من نقط كثيرة مادية متصلة
ببعضها على وضع لا يتغير وقلنا لا يتغير احترازا عما اذا كانت القوى قوية تفرق
اجزاء الجسم باكسر ونحوه فان تأثيرها حينئذ في جزء من اجزاء الجسم
لا يوجب تحريك الجسم كله ولا سكونه وهذا خلاف المفروض بل المفروض ان
اقوى ضعيفة عن تفريق الجسم فيكفي لتحريك الجسم كله او سكونه تأثير قوة
في نقطة مادية منه وحينئذ فيعرف الثقل بانه خاصية في الجسم بها يجذب
كل جزء من اجزائه الى الارض فهو عبارة عن جملة قوى صغيرة متوازية يمكن
تصويرها ناتجا واحدا يمر من نقطة تكون دائما واحدة كيفما كان وضع الجسم
وهي المسماة بمركز الثقل فاذا علق الجسم من هذه النقطة او انتهى اليها
تطويل خط التعليق كان في حالة السكون فلو كانت جميع الاجسام منتظمة
الشكل متمثلة للمادة لكان مركزها الثقل في مركز شكلها لكنها لا تكون دائما
كذلك ومركز الثقل اعني النقطة التي يمر منها ناتج قوى الثقل المؤثر في كل من
من الاجزاء لا يتغير وان تغيرت اوضاع الجسم لان الذي يتغير حينئذ اتجاه
القوى المتوازية لا التوازي واذا كان كذلك فقد يكون الجسم في الموازنة وان
لم يكن مركزا على سطح صلب اي نقطة ارتسكاز الامن نقطة واحدة وهذا

في الاجسام الثامة الكروية التي من طبيعة واحدة ونقطة الارتكاز توجد
 حقيقة في اتجاه الخط القمى المار على مركز الثقل فالجسم البيضى المرسوم
 في الشكل (٢٥) الموضوع وضعاً افقياً المنجذب بقوة الثقل التي في جميع
 اجزائه وكلها متوازية لا يتغير مركز ثقله ولن تغير وضعه كالمرسوم في الشكل
 (٢٦) والمرسوم في الشكل (٢٧) لانا اذا اخذنا قوتى النقطتين الطرفيتين
 ا ب و ب س وجدنا الناتج الذى هو د معادلاً لمجموعهما في الاوضاع
 الثلاثة المرسومة في الاشكال الثلاثة (٢٥) و (٢٦) و (٢٧) ووجدنا مركز
 الثقل الذى هو د دائماً في النقطة بعينها لا يتغير فظهر ما ذكرناه من ان مركز
 الثقل اعنى مركز القوى المتوازية للثقل لا يتغير وان تغيرت اوضاع الجسم
 ومن ان هذه القوى تصور بناتج مفرد يمر من مركز الثقل واعلم ان موازنة الجسم
 البيضى لا تكون الا في الوضعين اللذين يمر فيهما الخط القمى لمركز الثقل نازلاً
 في نقطة ملاصقة الجسم للسطح واحد الوضعين هو ان يكون الجسم موضوعاً
 وضعاً افقياً فيكون مركز الثقل فيه قريباً جداً من نقطة الملامسة فلو حرك
 مال ثم اخذ مركز ثقله في الرجوع الى وضعه الاول فبعد ان يرتفع عند ميلان
 الجسم ينزل حالاً فيرجع الجسم الى الموازنة وهذه الموازنة تسمى بالمستمرة
 او الثابتة والثاني ان يكون الجسم البيضى المذكور موضوعاً على احدى
 ذبائبيه فمركز ثقله وان كان عالياً الى بعيد عن نقطة الملامسة تحصل الموازنة
 غيرانه لا يطول امدها لان ادنى تغيير في وضع الجسم يسبب نزوله ولذا
 لا يمكن حفظ الميضية على احدى ذبائبيه وهذه الموازنة تسمى بالبرهية او غير
 الثابتة فمركز الثقل في الموازنة الثابتة يكون انزل ما يكون وفي غير الثابتة
 يكون اعلى ما يكون وكلما كان مركز الثقل انزل كان الجسم $\equiv$ ثباتاً
 في الوضع وهذه القاعدة نافذة في وضع الابنية التي يراد ثباتها ومثانها ولذلك
 كانت الاهرام امن الابنية والاحسام الثقيلة تكون في الموازنة اذا ارتكز
 الجسم على سطح صلب وكان الخط القمى منه ماراً من مركز ثقله ساقطاً على
 نقطة من السطح المغطى لقاعدة ذلك الجسم فالعامودان المرسومان

في الشكلين (٢٨) و (٢٩) منتصبان بسبب ان الخط القمى فيهما هو س م
 نازل من مركز الثقل م ساقط على سطح وب المغطى بقاعدتهما وذلك
 لسريان مقاومة السطح سريانا كليا الى مركز الثقل بسبب اتصال مادة
 كل من العمودين ببعضهما فان لم يكن ذلك السريان موجودا بان خرج الخط
 القمى لمركز الثقل عن السطح المغطى بقاعدة العمود كما هو مرسوم في الشكل
 (٣٠) لم توجد الموازنة لكون العمود يسقط من مركز ثقله قاطعا للخط المنحني
 م ط فعلم من ذلك انه يمكن بناء منساره مائلا في غاية المتانة لان المدار في ذلك
 على ان لا يخرج الخط القمى المار من مركز الثقل عن قطر القاعدة وفي الايطاليا
 برجان مشيدين احدهما في مدينة بيزا والثاني في مدينة بولونيا مائلان
 كأنهما امتداعيان للسقوط على المارين تحتهما * والجسم المنتظم الذي اجزائه
 غير متماثلة لا يكون مركز ثقله مركز الشكله فلو فرضنا ان قرصا نصفه من
 خشب ونصفه من رصاص كان مركز ثقله في النصف الاثقل ويعرف بمحل
 نقطة مركز الثقل حينئذ يفرض مثلث مرسوم في الشكل (٣١) يعلق من
 زاوية آ ويرسم على سطحه بالزيج خط ه ر ثم يعلق من زاوية س كما هو
 مرسوم في الشكل (٣٢) ويرسم على سطحه بالزيج خط ه ف فتكون نقطة
 تقاطع الخطين المذكورين التي هي م مركز الثقل والجسم الغير المستوي
 السطح يعمل فيه مثل ذلك لكن تكون العملية في جهتين من الجسم فمن رسم
 الخطين بالزيج تتعين نقطة التقاطع في الوجهين والخط الازاهب في باطن الجسم
 المار من نقطتي التقاطع يسمى محور الثقل ووسط هذا الخط هو مركز الثقل
 والاجسام المنصرفة بعضها اتصالا كليا قد يتحول فيها مركز الثقل عن محله على
 حسب تغير محلها فحسما ا ب في الشكل (٣٣) المتماثلان في الاجزاء والكتلة
 المتصلان ببعضهما بواسطة خط يوجد مركز الثقل المشترك في نقطة ه التي
 هي وسط مسافتها فلو قرب جسم ب الى نقطة م لكان مركز الثقل نقطة
 و التي هي وسط جديد لمسافتها والانسلاخ اذا وقف ضامار جلبيه سادلا
 ذراعيه بجانبه يكون مركز الثقل لجسمه في الحوض امام الفقرة الاخيرة

القطنية وهذه الموازنة تزول بإدنى وزن يحصل له فيقع ساقطاً على الأرض
والذى يمنع سقوطه هو ثقله بقدميه وتوسيع قاعدة تمكّنه من الأرض وإذا
كان حاملاً على ظهره أو بيديه شيئاً ثقيلاً انحنى بقدر ما يحتاج إليه في معادلة
الشيء المحمول لكنلة جسمه ومركز الثقل حينئذ يتغير مثله على حسب الوضع
الذى يكون عليه الجسم ولذلك يمكن إيقاع الموازنة في هيكل إنسان واقف
على قدم من قدميه على سنابرة غير محدود جد الوضع قضيبين من معدن
في كل منهما كرة من رصاص أسفل نقطة الارتكاز كما هو موصوف في الشكل
(٣٤) فمركز الثقل يكون نازلاً جداً والهيكل حافظ للموازنة حتى لو حركت
حركات خفيفة لا يسهق

الفصل الثامن في الآلات البسيطة

الآلات عدة لتوصيل تأثير القوى للأجسام حتى تحركها أو تنهيتها للحركة
في اتجاه يراد توجيهه إليه وهي إما بسيطة أو مركبة والاولى اصول الثمانية في
تركيب بعض الاولى تكون الثمانية ولا تتكلم هنا لاعتنا الاولى لكون خواص
الثانية توجد فيها وقبل ان نتكلم عليها نعرف كلاماً من القوة والمقاومة ونقطة
الارتكاز فالقوة هي القدرة التي يراد بها تحريك الجسم بواسطة الآلة والمقاومة
الجسم الذي يراد تحريكه ونقطة الارتكاز وتسمى بالنقطة الشاسطة جزئاً من
الجسم أو الجهاز لا يتحول عن محله كيفية ما كانت شدة واتجاه القوة المراد
استعمالها كالمحور الذي يثبت عليه باع الميزان ولا بد في شرح تحريك الآلات من
ان يقطع النظر عن محركات قطع الآلات في بعضها ومن ان تفرس الحبال عديمة
الوزن تامة السلسلة واصول الآلات البسيطة ثلاثة الرافعة والبكرة
والسطح المائل

الفصل الثالث في الرافعة

الرافعة قضيب طويل متين يستقيم أو منحنى فيه مانع يسمى مركز التحريك
أو نقطة الارتكاز في باب بيان حركة الرافعة يقطع النظر عن الزنة والجسم

ونفرض غير قابلة للانثناء والشرط الذي لا بد منه لها هو وجود نقطة ثابتة
هي نقطة الارتكاز وأنواع الرافعة باعتبار تغير محل كل من النقطة والمقاومة
والقوة ثلاثة * النوع الأول أن تكون القوة في أحد الطرفين والمقاومة في الثاني
ونقطة الارتكاز بينهما كما هو مرسوم في الشكل (٣٥) فإن نقطة الارتكاز
أبين المقاومة ج والقوة و المصورة بوزنه قبل أن * النوع الثاني أن تكون نقطة
الارتكاز آ في أحد الطرفين كما في الشكل (٣٦) والمقاومة ح في الوسط
والقوة المصورة بوزنه القاب معلقة بخيط مار في بكرة د في الطرف الثاني *
والنوع الثالث أن تكون نقطة الارتكاز آ في أحد الطرفين، كما في الشكل
(٣٧) والمقاومة ج في الطرف الثاني والقوة و المصورة بوزنه المعلقة
بخيط مار في بكرة لترفع بها الرافعة من أسفل إلى أعلى في الوسط وذراع الرافعة
هما الجران الممتدان من النقطة الثابتة إلى النقطتين الموضوع فيهما القوتان
ولذلك يقال ذراع القوة ذراع المقاومة وكثير من الآلات المستعملة
في المنافع الاعتمادية ما هو من الروافع فإن المقراض رافعتان من النوع
الأول فالقوة هي الأصابع ونقطة الارتكاز هي المسمار الذي في الوسط
والمقاومة هي الجسم المقروض ومثل المقراض الكائنات والجفوت ذوات
الحلق ومنجولة فرم الدخان رافعة من النوع الثاني فالقوة هي اليد التي يقبض
بها على مقبضها والمقاومة ندخان المفروم ونقطة الارتكاز الطرف المثبت
بالمسمار وأما جفوت التشریح والملاقيط فرافعة من النوع الثالث ومضى كان
كل من زنة الوزنة والقوة المستعملة مناسبة لطول الرافعة كانت الرافعة
في الموازنة ويستدل على ذلك بضرب كل من القوة والمقاومة في طول ذراع
الرافعة إذا كان الحاصلان متساويين ولنبين ذلك في الرافعة التي من النوع
الأول المرسوم صورته في الشكل (٣٥) فنقول إن كتلة ج إذا كانت
خمس أ أطال كان طول الذراع ميرا واحد أو زنت الخمسة أ طبال برطل
واحد يجعل في طرف الذراع الثاني الذي يلزم أن يكون طوله خمسة أمتار
لأننا إذا ضربنا خمسة في واحد أو واحد في خمسة كان الحاصل لكل ذراع خمسة

فينتج من ذلك انه بتطويل ذراع القوة توازن الكتلة الثقيلة بجسم صغير
 فاذا كانت كتلة ج مائة اقة وطول ذراع ج قيراطا واحدا رفعت الماية اقة
 بقوة وزن اقة واحدة اذا كان طول ذراع آو مائة قيراط وبسوة وزن اقة وتلثا
 اذا وضعت في نقطة خمسة وسبعين من لذراع المذكور وبسوة وزن اقتين
 اذا وضعت في نقطة خمسين وبسوة وزن اربع اقي اذا وضعت في نقطة خمس
 وعشرين غير انه اذا كان العمل في كتل كبيرة ما يكتسب من القوة فقد من
 السرعة وقد علم من ذلك ان الانسان يكتسب قوة عظيمة بواسطة الرافعة ولذا
 قال ارشميدس اعطني نقطة ارتكازا وانا نقل الارض ونقطة الارتكاز انما
 تحمل زنة الرافعة زنة الاجسام التي في الموازنة وان اكتسب بتطويل الذراع
 من اقوى ما اكتسب وقد خص استعمال الرافعة التي من النوع الثالث بما
 اذا اريد احداث مرعة عظيمة في الحركة كما في المدراس الذي يضع السنان قدمه
 عليه لادرافع المسن فار المدراس المذكور رفعته من النوع الثالث فالطرف
 المثبت منه هو نقطة الارتكاز والطرف الثاني هو المقامومة والقدم الذي بين
 الطرفين هو القوة ويلزم في هذا النوع بذل قوة عظيمة هذا وقد فرضنا الروافع
 في كل ما سبق بدون ثقل لكن عند العمل ينبغي ان يحسب ثقلها التحصيل
 الموازنة واختيار نقط وضع القوى وتوزيع نقط تأثير القوى وهذا من المهم جدا
 سيما اذا كان ذراعا الرافعة غير متساويين لانه يكون احدهما اثقل من الاخر
 وقد فرضنا ايضا في جميع احوال استعمال الروافع ان تأثير القوة بالنسبة
 للرافعة دائما يكون على خط عامودي لانه في غير هذه الحالة تنفذ القوة
 جزا عظيما من جهدها فانا اذا صورنا قوتين بخطين متساويين وتحصل منهما
 مع الرافعة زاويتان مختلفتان قل تأثيرهما دهما عن الخط العامودي
 في الرافعة في الشكل (٣٨) رافعة ا ب خط معلق في نقطة س وفي كل
 من طرفيها حمل مربوط فيه وزننا د ه المتساويان في الوزن الحافظتان
 للرافعة في الموازنة فاذ لو وضعت ه مثلا على بكرة ل ا وبكرة ل
 فقدت الموازنة وكذا لو وضعت د على بكرة ح وكما قلت

شدة القوة كلما زاغ اتجاهاها عن الخط العام ودى بالنسبة لذراع الرافعة * هذا
 وفي تركيب بنية الحيوانات امثلة كثيرة للرافعة لان العظام فيها بمنزلة القضبان
 المتينة والعضلات بمنزلة القوى فعظم الزند في الانسان رافعة من النوع الاول
 اذا كان الساعد من ممتد اعلى العضلة نقطة الارتكاز مفصل العضد مع
 الساعد والمقاومة زنة الكف والقوة هي العضلة العضدية ذات الرأس
 الثلاثة المؤثرة في الطرف العلوى لعظم الزند المكون لنقطة المرفق ولقرب نقطة
 الارتكاز جدا من اقوة المصير تحريك الرافعة عسرا جعلت العضلة
 المذكورة قوية بكونها ذات رأس ثلاث لحمية فهي بمنزلة ثلاث عضلات
 ولكون الزند المذكور رافعة طويلة مركزها قريب من مفصل المرفق كانت
 حركتها بسيطة سريعة جدا ولما لم يكن المقع ود بالذات من وضع الرفع
 وقواها التي هي العضلات في بنية الحيوان تحريك المقاومة بل سرعة
 حركات الجسم واعضائه عوض بهض ما نقص من تركيب الرفع في البنية
 الحيوانية بوجود عضلات متينة جدا * والقدم في الانسان رافعة من النوع
 انشائي فاذا كان واقفا على اصابع رجليه كانت الاصابع نقطة الارتكاز
 والطرف الخفي من العقب او عظم الكعب هو القوة لانه هو المحل الذي تسرى
 اليه قوة العضلات الخلفية للساق ومركز ثقل الجسم حينئذ يكون بين طرفي
 الرافعة اعنى بين الكعب والاصابع وهذه الرافعة بعينها توجد في القمامتين
 الخلفيتين للفرس والثور ونحوهما * والفك الاسفل في الحيوانات رافعة من
 النوع انشائي الموحد منه كثير في تركيب الحيوانات وهو رافعة مخننية هي
 اريد قطع جسم بين الاسنان او عضه او كسره كانت نقطة الارتكاز مفصل
 الفك الذي امام سماخ السمع والمقاومة في الطرف السفلي والقوتين نقطتي
 الارتكاز والمقاومة وتكون بالعضلات التي هنالك خصوصا بالعضلاتين
 الصدغية والمضغية اللتين يدرك انقباضهما بالجلس باليد عند المضغ ومضى
 اريد احداث ضغط شديد على جسم يرا كسره قرب ذلك الجسم لحمية هذه
 العضلات ولذلك جعلت الاسناس قريبة منها

الفصل الرابع في الميزان

هو آلة لتعيين مقادير الاجسام بمعادلتها باوزان معروفة وهو نوعان احدهما الميزان ذو الذراعين والثاني الروماني وهو القبان المعروف والاول رافعة متساوية الذراعين نقطة ارتكازها في الوسط وتسمى ياع الميزان وفي كل من طرفيها كفة معلقة ويلزم لتحرير هذا الميزان ان يوضع تحت مركز التعادل منه صفيحة بالعرض من فولاذ محددة كالسكين ليرتكز عليها ياع الميزان من وسطه المحدد كالسكين ايضا وان تكون نقطتا تعليق الكفتين في الرقة كذلك لتكون نقطة ملاسة الحدين رقيقة جدا والاحتكاك يكون كالشيء والامر المهم في هذا الميزان ان يوضع نقطة المركز وضعه لا تقا في التعادل * والثاني الذي هو القبان رافعة من النوع الاول توزن به الاوزان المختلفة بوضع الرمانة بعيدا عن نقطة الارتكاز وكان هذا انطويلا لاحد ذراعي القوة وهو الذي تجرى عليه الرمانة بحسب الحاجة وهذا هو اصل الموازنة التي شرحناها في فصل الرافعة والعادة ان ذراع التعليق يكون قصيرا جدا فلذا لا يزن القبان الاجسام عظيمة ولا ينفع الا لذلك والاوزان التي تحصل به تقريبية لا تحديدية مثل التي تحصل بالميزان ذي الذراعين المتساويين

الفصل الخامس في البكرة

هي قرص مفرطح يتحرك على محور في وسطه وفي دائرة هذا الجسم ثلم ميزاني يمر فيه محبل والمحور محمول من طرفيه بحمالة س كما في الشكل (٣٩) ومن حيث ان القرص معلق في الجملة من مركز ثقله ومن مركز شكله و يكون في الموازنة ولو اديرت اجزائه من اعلا الى اسفل ويبقى في الموازنة ايضا لو وضع المحبل في ميزانه وعلق في طرفي المحبل وزنتان متساويتان د ش وباعتبار كون نقطة الارتكاز في نقطة التعليق للقوتين في ا ب يكون رافعة من النوع الاول ونقطة الارتكاز تكون النسيج فاذا صعدت احدى الوزنتين او نزلت حرك المحبل البكرة الى محورها فية غير كل من ذراعي الرافعة ا و ب و

عن محله ولا يتغير طوله بسبب استدارة شكل البكرة وحينئذ فالبكرة رافعة
 متساوية الذراعين لا تتغير قوتها في حال من احوال حركتها كما ذكرنا لان
 طول كل من الذراعين لا يتغير لكونه مساويا بطول شعاع القرص حتى لو نقلت
 قوة د ب الى نقطة ح لكان الذراع الثاني شعاعا مماثلا للشعاع الاول
 وبذلك تكون القوة ملازمة للرافعة فتكون اجود تأثيرا لكون ذلك التأثير
 يكون دائما على خط عمودي بالنسبة للرافعة ولذلك كانت منفعة البكرة المثبتة
 في حالتها المعلقة من اعلا كما في الشكل (٣٩) يتمكن بها من تغيير القوتين
 بحسب الارادة بدون ان يفقد شيء من شدتهما غير الاحتكاك الحاصل في المحور
 الذي لا يمكن منعه وكثيرا ما تكون الجمالة من الاسفل لتنسب في الاجسام
 وتجذبها الى اعلى كما في الشكل (٤٠) فان حبس د مربوط في نقطة متينة
 لا تتحرك والقوة ملازمة للحبل في نقطة ه وحينئذ فهي رافعة من النوع
 الثاني نقطة ارتكازها في جهة آ ونقطة المقاومة في نقطة و وهذا يتوازن
 المقاومة بواسطة القوة التي هي نصف المقاومة لان النقطة الثابتة تتحمل
 النصف الثاني فلذا اذا كان جسم ث يزن مائة رطل يرفع بقوة خمسين رطلا
 ملازمة في نقطة ه بقطع النظر عن المقاومة الصادرة من الاحتكاك وثقل
 الحبال والحبال اذا كانت متصالة كالخطين المرسومين بالنقط ق ف تفقد
 القوة الملازمة بغض شدتها واذا لم يمكن سحب الحبل باستقامة في نقطة ه
 من اسفل الى اعلا فليدخل في بكرة ثانية ك كما في الشكل (٤١) وتوفى القوة
 في نقطة ه وتجذب من اعلا الى اسفل وينقص ثقل المقاومة اذا زيد بكرة
 متحركة آ وبكرة غير متحركة كما في الشكل (٤٢) فينفذ الحبل من جملة و
 ينزل على بكرة ت ومنها يصعد الى ثلم بكرة ث وتوضع قوة الجذب في نقطة
 ه وجملة هذه البكرات التي بعضها ثابت وبعضها متحرك تستعمل كثيرا
 في السفن وتسمى عند العامة بالعيار وعند البحريين بالالاف وعند الفرنسية
 موفل ويكنى لجميع البكرات المتحركة جملة واجدية كما يكنى لغير المتحركة ايضا
 وينبغي في العيار ان لا يزيد عدد البكرات فيه عن الحاجة بل ان احسن تقليل

عددها ما أمكن خوفا من حصول الاحتكاك المفرط الموجب للزيادة في القوة
وينبغي ان يكون قطر كل بكرة أصغر من الأخرى على التدرج حتى لا تتلامس
الحبال وفي هذا الفصل مجتبان

المبحث الأول في الملفاف

الملفاف ويسمى بالفرنساوية توروبل اسطوانة موضوعة وضعاً افقياً تدور
على محورها محمولة على نقطتين مثبتتين يلتف عليها حبل لجذب ثقل ما كما
في الشكل (٤٣) وهو رافعة من النوع الأول كالبكرة الثابتة له احدى من
خشب ب ب ب ب ب فيها القوة فاذا كان طول كل يد منها طول شعاع
اسطوانة لثلاث مرات غلبت القوة المفروضة بواحد قدرها ثلاث
مرات من الثقل او المقاومة

المبحث الثاني في المعطاف

المعطاف ويسمى بالفرنساوية كايستان ملفاف اسطوانته مثبتة على وضع
عامودي واياديه في جزية العلوى ويوجد في الكرخانات البحرية وصورته
مرسومة في الشكل (٤٤) وهو عبارة عن بكرة مثبتة في محورها وفيها
اثلام متخالفة الاقطار والمقصود من هذه الالة تحصيل موازنات مختلفة لجسم
واحد مثال ذلك جسم د المؤثر حبله في طرف شعاع البكرة الكبرى و ب
فانه يعادل بثلاث وزنات الاولى ووزنة س المساوية له المؤثر حبلها في شعاع
و ا الثانية ووزنة ش التي هي ضعف الاولى المؤثر حبلها في طرف شعاع
و ت الذي هو نصف شعاع و ب الثالثة ووزنة ط التي هي ضعف نصف
الاولى المؤثر حبلها في طرف شعاع و ث الذي هو ربع و ب وهذا هنا نظير
القوة المتحصلة في الرافعة بتطويل ذراع القوة والمسافات المقطوعة هنا تكون
على نسبة طول ذراع الرافعة لان البكرة الكبرى تدور على جميع الخط الحاد لها
في مدة واحدة من الزمن كالبكرة الصغرى ث الدائرة حول خطها الحاد لها
ايضاً فهمما يتجلمان دورتهما في زمن واحد وان اختلف قطرهاما بالكبر والصغر

الفصل السادس في السطح المائل

هو سطح فيه انحدار من اعلى الى اسفل مبدءاً من خط عمودي الى خط افقي والجسم الثقيل اذا وضع على سطح افقي استمر عليه في حالة الموازنة لانه يكون بين قوتين متضادتين احدهما ثقله والثانية مقاومة السطح واذا وضع على سطح عمودي سقط لان مقاومة السطح حينئذ تكون كالثقل والمؤثرانما هو ثقل الجسم واذا وضع على سطح منحنى اي متوسط بين السطحين المذكورين لا يفنى الثقل من مقاومة السطح بل يضعف بسبب بعض مقاومة من السطح له ففي الشكل (٤٥) السطح المائل اس وثقل جسم ب مقدر بخط ب ت ومن حيث ان ثقل الجسم ومقاومة السطح قوتان متعارضتان ومن الضروري للاولى انهما عمودية على وجه السطح فيكون خط الاتجاه ب د ويتكون منه مع خط اتجاه الثقل الذي هو ب ت زاوية تكون اسالسم مربع مستطيل خطه الزاوى يكون ضرورة وجه السطح لان الجسم اذا خلى ونفسه يقطعه في السير والخط الزاوى المذكور يدل على طول السير الذي يقطعه الجسم من السطح المائل في زمن معين كثنائية وخط ب ت يدل على المسافة المقطوعة في مدة السقوط العمودي فلو سقط الجسم سقوطاً عمودياً في مدة ثانية اخرى مثلاً لقطع بمقتضى ناهوس سقوط الاجسام مسافة ثلاثية اي ضعف الاولى ثلاث مرات فيصل الى ه ومعرفة ما قطعه الجسم على السطح من المسافة تحتاج الى ان يصور مربع مستطيل آخر يحصل من تصوير خط يمتد من نقطة ه الى الخط الزاوى الذي هو وجه السطح مع تطويل خط ب د فيحصل خطا ت ه و ه ص وتكون المسافة من و الى ص ضعف المسافة من ر الى ب ثلاث مرات فينتج من ذلك ان المسافة التي يقطعها جسم متدرج على سطح مائل على نسبة المسافة التي يقطعها ذلك الجسم في السقوط الماسودى وذلك هو السرعة المتناسقة للحركة في كلتا الحالتين والجسم الذي فرضنا ابتداء سيره من ا اذا وصل

الى س يكون قطع في العلو خط مساويا لخط اش ومن حيث ان سرعة الحركة بالنسبة للسقوط العمودي وللسير على السطح المائل واحدة كانت خشبية وصوله لو سقط سقوطا عموديا من آ الى ش او انحدرا من سطح مائل كثير الانحدار او قليلا واحدة غير انه بسبب انحدار السطح يكتب هذه السرعة بجملة متفاوتة على حسب الانحدار وذلك لان نسبة مدة سقوطه من السطح المائل لنسبة مدة سقوطه من السطح العمودي كنسبة طول السطح لارتفاعه وايضا فان نسبة القوة المؤثرة في الجسم القاطع للسطح المائل كنسبة القوة المطلقة للثقل كما ان ارتفاع السطح المائل يكون على نسبة طوله الكلي فعلى هذا الواجب ان موازنة جسم موضوع على سطح مائل لرأيتان القوة اللازمة لابقاف نزوله تختلف باختلاف اتجاهها فان كان اتجاهها موازيا لطول السطح من ب الى ف كانت نسبة القوة لثقل الجسم كنسبة علو السطح لطوله اعني ان نسبة المسافة من ا الى ش كنسبة المسافة من س الى آ وان كان اتجاهها موازيا للقاعدة السطح من ب الى ط كانت نسبة القوة للوزن كنسبة ارتفاع السطح المائل لقاعدته وفائدة السطح المائل رفع الاثقال من الارض على العربات ونحوها * ويكفي في ذلك ان يؤخذ خشبتان متوازيتان يجعل احد طرفيهما على الارض والثاني على الجسم المراد الرفع اليه وكلما بعد السطح عن الخط العمودي كان رفع الثقل عليه اسهل وفي هذا الفصل مجتبان

المبحث الاول في الاسفين ويقال له ايضا الخابور

مرسوم صورته في الشكل (٤٦) وهو آلة بسيطة ذات سطحين مائلين متقابلين احد طرفيهما آ ب غليظ يسمى بالرأس وهو الذي من الجهة العليا والثاني ح رقيق من الجهة السفلى يسمى بالسن او بالحد وتستعمل هذه الآلة لإقصم او الفصم فالأمر يدفلكم قطعة من الخشب الى فلقتين وضع عليهما الخابور وطرق على رأسه فهذه هي القوة وهي بالنسبة للمقاومة المراد

قهرها كجوع السطحين او كعرض رأس الخابور بالنسبة لطوله وكلما قلت
 ملاسة سطحيه كان اثبت في الخشب الذي ينفذ فيه بالطرق عليه وكثيرا
 ما يرهق ويخرج بنفسه من الخشبة وذلك اذا كانت ملاسة سطحيه اكثر وكلما
 كان سنه احدث كان نفوذه وتأثره من القوة اسهل

المبحث الثاني في البرمة

مرسوم صورته في الشكل (٤٧) وهي اسطوانة مستقيمة يحيط بها ارتفاع
 مربع او مستدير او زاوي مستو منتظم يسمى بخيط البرمة يصعد لافاعلى
 سطحها بانحراف في رسم خطا منحنيا يسمى ابليس اى حلزونا والا تلام
 المنحصره فيما بين اللغات المرتفعة كالتي من ه الى ت تسمى بخيط البرمة
 ومن اجزاء البرمة قطعة اخرى د د فيها ثقب حلزوني فيه ارتفاعات
 وانخفاضات تطابق التي في الاسطوانة فاذا ادخلت الاسطوانة في ذلك الثقب
 وتحركت تلك القطعة جرت على الاسطوانة من اولها الى آخرها اذا كانت
 الاسطوانة ثابتة فان كان الشايت هو القطعة جرت فيها الاسطوانة وتلك
 القطعة تسمى بالفرنساوية بالايكرو وهي المعروفة في اصطلاح النجارين
 بالانثى والبرمة من قبيل السطح المائل فهي سطح دائر حول اسطوانة منقسم
 الى اسطحة عديدة بقدر خطى البرمة وسير البرمة في الانثى انزلاق سطح مائل
 على سطح مائل مثله ومتى كان هنالك ما يعيق سير الانثى واحتج الى قوة تؤثر
 على طرف الرافعة لاجل ادارة الانثى اعتبرت المقاومة التي تكون على الوجه
 العلوى لخيط البرمة بمنزلة وزنة تكبس على الانثى فتكون القوة معدة لرفع
 الوزنة على السطح المائل بتسير الانثى وكلما كانت خطى البرمة ضيقة كان عظم
 القوة سيما اذا كان لرافعة آ ذراع طويل وهذه الحالة تطول المسافة ومن
 ذلك نتج قاعدة هي ان نسبة القوة للمقاومة كنسبة ارتفاع الخطى للدائرة
 التي ترسمها القوة وفي هذا قطع النظر عن المحال كالم عظيمة التي بدورها
 تغلب القوة الضعيفة مقاومة عظيمة وان كانت ضئيلة هنا لحفظ قوة الالة

واعانتها على فعلها وقت ان تحصل لها اشد عظمية والالار تحت وسهل انزلاق
الانثى على البرمة او البرمة على الانثى على حسب الثابت منهما

الباب الخامس في الديناميك

هو كما مر نوع من العلم الطبيعي يبحث فيه عن نواميس الحركات التي تعانها
الاجسام المتأثرة من قوة ما لاجل ان تطبق تلك النواميس على صناعة
الميكانيك وقد تكلمنا فيما سبق على الحركات عموما والان نتكلم على حركات
الاجسام الصادرة من بعض القوى فنقول حركات الاجسام اما ان تكون
على خط مستقيم او على خط منحرف فتكون على خط مستقيم اذا تأثر الجسم
بقوة واحدة وباتجاه واحد وشدّة واحدة دائما او بمجملة قوى معاني برهة
واحدة او ازمنة متساوية ففي كلتا الحالتين تكون الحركة في اتجاه الناتج وعلى
خط مستقيم وقد ذكرنا ذلك في فصل تركيب القوى وتكون على خط منحرف اذا
غيرت القوة الواحدة الحركة للجسم اتجاهها او اثر فيها احدى القوى حركة
متساوية والاخرى بسبب تغير حصل فيها سببت حركة مسرعة كثيرا او قليلا
فلو تأثر جسم بقوة متجهة اتجاهها معين ممددة دقيقة ثم غيرت ذلك الاتجاه
في الدقيقة الثانية تكون من المسافتين المقطوعتين في مدة الدقيقة خطان
يلتقيان على زاوية في الشكل (٤٨) اذا قطع الجسم بالقوة المصورة بالخط
المكون من نقط المرسوم عليه نمرة ٢ في الدقيقة الاولى مسافة م ه
ثم تغير اتجاهها الى نمرة ٣ وقطع في الدقيقة الثانية مسافة ه ن ثم تغير
اتجاهها الى نمرة ٤ وقطع في الدقيقة الثالثة مسافة ن ي تكون من ذلك
شكل كثير الزوايا تكون اضلاعه صغيرة كلما كان تغير الاتجاه اسرع
وتحصل من مجموع الخطوط خط منحرف هو خط السير ولو تأثر جسم بقوتين
كما في الشكل (٤٩) فان جسم ن فيه متأثر من قوتين احدهما ق
اثر فيه ممددة دقيقة ب ك قوة البلور والمؤثرة في بنية حركتها حركة متساوية
في اتجاه ن ي والثانية ث تؤثر على الدوام وهي ثقل البنية الذي

يحركها حركة متسعة في اتجاه ث ل ثساير الجسم على خط متحن ن
ح ج ويلزم لاجل ان يعرف محل الجسم اى البنية المنقطة ان يرسم مربع
متوازي الاضلاع د ذ م فنقطة ذ هي المحل الذى لولا قوة الثقل لوصل اليه
الجسم وحيث كان من المعلوم ان الجسم يتبع خطا مستقيما وانه يكون
في الدقيقة الاولى في جزئه الصاعد الاقرب من الخط الانقذا في ن ي
فلزم ان يطول خط ن م ليرسم عليه المربع المستطيل المتوازي الاضلاع
الاولى د ن ذ م وليعين الناتج في ذلك المربع الذى هو ن م و م
وهو النقطة التى يوجد فيها الجسم في الدقيقة الاولى وتعين على هذا النسق بقية
الدقائق والنقط التى يوجد فيها الجسم بعد ذلك بواسطة المربعات المتوازية
الاضلاع المرسومة بعد و هي مربع ص ح ط ومربع ف ث ر
ومربع ل ه و فاذا وصلت نقطة ن م ح س ه بواسطة خطوط
صغيرة مستقيمة حصل القطع المتسكافي والحركة الاستدارية ناتجة من القوى
المسماة بالقوى المركزية فاذا اكتشف هذه الحركة القوتان المركزيتان صيرها
استدارية لان احدى هاتين القوتين تحمل الجسم على بعده من مركز الحركة
وثانيتهما تحمله على قربه منه ولاجل تمييز كل منهما عن الاخرى سميت
احدهما بالمركزية الطاردة وثانيتهما بالمركزية الجاذبة وهاتان القوتان هما
المحركان للاجرام الفلكية لكن القوة الجاذبة للاجرام الفلكية التى تغربها من
مركز حركتها تسمى بقوة التثاقل والتكلم على القوتين المركزيتين المذكورتين
المرسومتين في الشكل (٥٠) فنقول ان جسم آ في الشكل المذكور اذا كان
متأثرا بقوتين عاموديتين على بعضهما احدهما ا ب وثانيتهما ا س
يكون سير الجسم في الدقيقة الاولى بحسب الخط الزاوى ا د فلولم يغير حالة
القوتين شئ لا يستمر سائر الى م لكنه من حيث ان قوة ا ش ثابتة بنقطتها
س غيرت اتجاهها في الدقيقة الثانية من ه الى ح فيتبع الجسم خطا
زاويا جديدا ه د ولوبقيت قوة خ ي على حالها لا يستمر سائرا الى ن
لكنه من حيث انها دائما تجذب الى المركز كان تأثيرها في الدقيقة الثانية

من ه الى ج فيتبع الجسم الخط الزاوى الجديد وهكذا فتمت تكرار الاحوال
 بعينها وينتقل الجسم من خط زاوى الى مثله على التعاقب متقربا نحو المركز فيخط
 في سيره دائرة وكل جسم خط في سيره دائرة فهو متأثر بقوتين احدهما مركبة
 جاذبة والثانية مركبة طاردة وهذا يمكن تبيينه على الجسم الموضوع في المقلع
 قبل انقذافه منه فلذا انقطع حبل المقلع اندفع الجسم باحدى القوتين اعنى
 الطاردة فيخرج عن خط الاستدارة ويمجرى في خط مماس للخط المنحنى الذى
 كان سايرا فيه قبل اعنى انه يأخذ الخطوط المرسومة بالنقط وهى خط د م
 وخط ه ن وخط ش ص وغير ذلك فتكون سرعته في الخط المماس
 مساوية لسرعته المنحنية التى كانت له وقت فراره من المقلع هذا وقد فرضنا
 في جميع ما ذكرناه ان القوتين المؤثرتين لا تتغيران دائما لان من الواضح انهما
 اذا تغيرتا نشأ عنهما حركتان مختلفتان واما من خصوص كمية الحركة التى يقبلها
 الجسمان المتساويان فى الكتلة فانها تكون اكبر فى اشد هما سرعة
 والمتساويان فى السرعة يكونا اكبرهما فى الكتلة هو الاعظم فى الحركة ومن
 ذلك نتجت قاعدة هى ان كمية حركة الجسم عبارة عن الحاصل من ضرب
 كتلته فى سرعته

الفصل الاول فى مصادمة الاجسام

ما ذكرناه فى بيان كمية الحركة والسرعة يوضح ما يحصل فى مصادمة الاجسام
 فانه لو صدم جسم متحرك جسما ساكنا لاخذ المصدوم جزءا من سرعة الصادم
 وكان الصادم اكتسب زيادة فى كتلته ووزع جزءا من سرعته عليهما ثم ان كان
 الجسمان غير مرتين ككرتين من طين غير نامتى الجفاف صدمت احدهما
 الاخرى تحركا فى اتجاه الصادم وكانت السرعة على حسب كبر المصدوم
 فنقص النصف فيما اذا تساويا فى الكتلة وتقص الثلثين فيما اذا كانت ضعف
 كتلة الصادم وهكذا فلو كانا متحركين واتجاه كل مضاد لاتجاه الاخر لا ضعلت
 الحركة فيهما وفى احدهما وما يبق من الحركة فى الاخر بعد المصادمة يعلم

منه ان لزيادة كمية من الحركة باقية فيه والكمية الباقية من الحركة لاحد
الجسمين تكون مساوية لفرق قوة الاندفاعين ونظير هذا يحصل في الاجسام
المرنة غير ان كمية الحركة فيها تكون على حسب التفاوت في المرونة فان الاجزاء
المتأثرة بالمصادمة تتزاحم الى الباطن ثم ترجع الى حالتها قبل المصادمة
بسبب رد الفعل المساوي للقوة التي اثرت فيها فلوفرضنا كرتين من عاج
متساويتين في الكتلة كالمرسومتين في الشكل (٥١) المصورتين بجرفي لـ
م المعلقتين في نقطة ١ المرسوم خلفهما نصف دائرة د س المنقسمة الى
درجات من الجائين ورفعت كرة م الى ست درجات من نصف الدائرة
ثم تركت حتى صدمت كرة لـ الباقية في الصفر ولذهبت كرة لـ في جهة
س الى ست درجات وبقيت كرة م ساكنة في الصفر وذلك لان الحركة
وان كانت تنقسم عند المصادمة فيكون لكل كرة ثلاث درجات الا ان رد الفعل
في الاجسام المرنة يحدث قوة تساوي ثلاث درجات فتمتقهقر الكرة الصادمة
ثلاث درجات وتبقى لها قوة ثلاث درجات تسير بها الى الامام لكن منعها
عن ذلك كون القوتين موثرتين في وقت واحد بانجاء واحد فبقيت ساكنة
واما كرة لـ المصدومة فانها وان كان الذي اكنسبته بالمصادمة ثلاث
درجات فحقها ان لا تسير الا ثلاث درجات لكن قوة رد الفعل المرفى في اجزائها
يساوي ثلاث درجات اخر فلذا سارت الى ست درجات ولورفع الكرة م
المذكورتان من جهتي نصف الدائرة الى درجتين متساويتين ثم تركتا حتى
تصادمتا لرجعنا القهقري بكمية مساوية للكمية التي نزلتا بها فالاختلاف
كمية درجات الحركة وتساوت الكتلتان لتبادل تلك الكمية في حركة
القهقري فاذا كان نزول كرة م من اربع درجات وكرة لـ من ثمان
تقهقرت كرة لـ بعد المصادمة الى اربع درجات وكرة م الى ثمان فاذا تفاوتت
الكتلتان في الحجم كأن كانت كرة م نصف حجم كرة لـ ورفعت كرة م الى
ست درجات ونزلت صادمة لكرة لـ وهي ساكنة انقصت السرعة بينهما
اثلاثا وكانت السرعة المشتركة بينهما ثنتين لان الست من الحركة تنقسم على

ثلاث كتل ورد الفعل من حيث انه على حسب فقد ان الحركة ينتج ان كرة م
التي لها ست درجات من الحركة تنقسم قراربعاً ويبقى لها اثنتان من التقدم
وان كان حقها ان لا تنقسم قراربعاً فثنتين و كرة لـ بسبب كمية كتلتها تقبل من
الحركة ثنتين وقوة رد الفعل المرئي من حيث انها مساوية لقوة الحركة المؤثرة
هي ايضا تنقسم لـ اربع درجات * هذا وتصادم الاجسام المرنة اذالم يكن
باتجاه ما من مركز ثقلها نتج عنه بعض احوال مخصوصة للحركات هي
في الغالب حصول حركتين حركة انتقال وحركة دوران فلو صدمت كتلة من
عاج بالمخزاف جسماً متيناً مسطحاً حصل انعكاس في الحركة ففي الشكل
(٥٢) لو قذفت كرة س من نقطة س على سطح اب حتى وقعت على
نقطة و لانعكست في خط و ش ومن حيث ان احكام الانعكاس دائماً
لا تتغير فزاوية الانعكاس دائماً مساوية لزاوية السقوط فزاوية و ش ا
مساوية لزاوية و س ب وقوة الانبعاث المنقذ بها الجسم تنقسم الى
ثنتين احدهما و ر خط عمودي قائم على سطح وهذه تنمحق
من المقاومة والثانية و ا تكون بحسب اتجاه السطح فيستدحرج الجسم
على السطح بالفعل لولم يكن مرناً لكن رد الفعل في الاجسام المرنة يسبب وقت
المصادمة قوة حركة في اتجاه و لـ وحينئذ يتأثر الجسم بقوة حركة و
ا وبقوة رد الفعل و لـ فيتبع الخط الراوي و ش ويحصل نظير ذلك فيما
لو كان السطح المصدوم منحنياً لكنه يكون في نقطة الخط المماس المجرور على
نقطة السطح الذي حصلت فيه المصادمة ولو تصادمت عدة اجسام مرنة
في آن واحد كما هو مرسوم في الشكل (٥٣) لشوه د امر عجيب وذلك ان
الكرات الثمان المرسومة فيه المعلقة بخيوط متساوية في الطول وكلها من
عاج ومتساوية في الكتلة لو ابعدت منها الكرة الاولى وتركت حتى صدمت
الثانية لشوه د بمجرد المصادمة تباعد الكرة الاخيرة عن ما قبلها وبقاء بقية
الكرات ساكنة ولو ابعدت الكرتان الاوليان لشوه د تباعد الاخيرتين مع
بقاء الباقي على السكون وهكذا واجب من ذلك انه لو ابعدت خمس كرات

وتركت حتى صدمت الثلاث الباقية لتحرك بعد المصادمة خمس مع
سكون الثلاث الاول ولو ابعدت السبع وتركت حتى صدمت الثامنة لتحرك
السبع الاخيرة مع سكون الاولى ويقال في علته ذلك ان الكرات في الحقيقة غير
ملامسة لبعضها ملامسة تامة فلما انصدم منها اعطى حركته لما يجاوره
فتحرك دونه ودائما يكون عددا يتحرك كعدو الصادم اذا كانت الكتل
متماثلة فلو كان كل منها يزيد عما يليه تدريجا على نسبة هذه الاعداد
١ ٢ ٤ ٨ ١٦ كما هو مرسوم في الشكل (٥٤) ورفعت الكبرى وتركت
حتى صدمت بقية الكرات لكان تباعد المصدوم عن بعضه آخذا في الزيادة كلما
قرب من الاصغر والمصادمة تكسر الاجسام المرنة متى كانت بقوة كافية
لتباعد الاجزاء الى مسافات تتجاوز فيها احد انجذابها وكان زوغان الاجزاء
سريعا جدا ثم ان كانت المصادمة في وسط الجسم صعب كسره عما اذا كانت
في جوانبه او زواياه لانه في الحالة الاولى يتقاسم قوة الصدمة عدد كثير من
الاجزاء والجسم المرن الرقيق اذا صدم ولم يكن احد اسطحته من تركز على
جسم وكانت الصدمة شديدة سريعة جدا ينكسر من محل الصدمة فقط
كما لو اصابت رصاصة بندقية اطلقت من مكان قريب لوحا من زجاج فانها
تثقبه ثقباً مستديراً بقدرها بحيث لا يوجد في دائرته زوايا ولا كسر فلو كانت
آتية من بعد وفتدت كثيرا من قوتها فانها تنكسر اللوح لا تثقبه ويقال
حينئذ في علته ذلك ان اللوح في الحالة الاولى لم يتمكن اجزائه من الزوغان فلم
ينكسر او يقال كما قال بعض الطبيعيين ان الصدمة لما كانت بقوة دفعية
لم يكن هنالك زمن تتوزع فيه قوة الصدمة على بقية الاجزاء حتى تسري لغير
المصدومة وتؤثر فيها ومثل ذلك يحصل في جروح الاسلحة النارية الحاصلة
من الاجسام المنقذفة بسرعة عظيمة جدا فانه كثيرا ما لا يوجد لها تأثير
في الاعضاء المجاورة للمصاب وقد شوهد في المعسكر من وجديديه مأسورة
بندقية قطعت من السر بندهم انه لم يشعر بارتجاج حصل في يده والاجسام
المرنة اذا كانت مجوفة تكون اقل مقاومة للصدمة من الاجسام المصمتة ومتى

كانت كروية او منجنبية السطح كانت المقاومة فيها اعظم والجسم المخوف
الكروي اذا كان مملواً بسائل نقصت مقاومته جداً فلو صدمت كرة مخوفة
لا يمكن ان تنكسر من محل الصدم ومن محل اخر سيما التثنية المقابلة لمحل
الصدمة ومن ذلك كسر الجمجمة المسمى بالكسر المتعدى او الغير الواصل وهو
ان يحصل الكسر في المحل المقابل لمحل الصدمة اذا كانت المقاومة
في محل الصدمة وفي بقية اجزاء الجمجمة قوية وفي المقابل ضعيفة والمصادمة
في الاجسام القليلة المرونة كالصمغ المرن والاعشية المشدودة واللوااب التي
من الفولاذ كالزنبك تتغير فيها النتائج التي ذكرناها نوع تغير فاذا تصادم
كرتان من صمغ مرن كانت الحركة الباقية لهما اقل من التي تبقى لكرتين من
عاج لان رد الفعل في الصمغ الرن بطيء الحركة فتقطع ملاصقة الكرتين قبل
ان تنشر المرونة شدة رد فعلها

الفصل الثاني في نوايس سقوط الاجسام

قد ذكرنا ان الاجسام اذا ابعدت عن سطح الارض ثم تركت ونفسها سقطت
عليها بقوة التثاقل اعني قوة الجذب الى الارض والا نذكر ان اتجاه هذا الثقل
يكون عمودياً على الافق في الاجسام التي يمكن مسها ولو طول خط هذا
الاتجاه لوصل الى مركز كرة الارض كما سبق والهواء هو السبب في اختلاف
سرعة سقوط الاجسام بدليل اننا لو اخذنا قطعة من رصاص كثيرة الاسطحة
ووضعنا على سطح من اسطحها قطعة من الورق على قدره وجعلنا هذا السطح
الى اعلا وتركناها تسقط لو جدنا الورقة كائنها ملتصقة بهذا السطح وتابعة له
في السقوط وماذا لا يكون الرصاص في ازمئة سقوطه مانعاً للهواء عن ان
يقاوم الورقة ويعوقها عن سيرها فيسقطان معا وقوة التثاقل في اغوار الارض
التي يمكن الوصول اليها لا تختلف بينها في اعلا الجبال لان كلاً من الغور والعلو
المذكورين وان بلغ مهم ما بلغ قليل بالنسبة لمتنى شعاع الارض الذي هو
الف واربع مائة وثمان وثلاثون فرسخاً نعم تختلف قوة التثاقل باختلاف

مناطق الارض فهى فى خط الاستواء ضعيفة وفى القطبين قوية فلو تحركت
 كرة على محور فى وسطها كان اعلا قوتها المركزية الطاردة فى خط استوائها
 وادناها فى نقطتي مخرج المحور لان منتهى الشعاع نحو المحور قصير ويطول
 كلما بعد نحو خط الاستواء وكذلك القوة المركزية الطاردة تقوى كلما قربت منه
 ولذلك قالوا انه لو اسقط جسم صغير الحجم كثيرا الثقل يجيئها لا يقاومه الهواء
 الا يسيرا جدا كرماسة على خط الاستواء الارضى لقطع بسقوطه فى ثانية
 مسافة اربعة امتار وتسعة وثمانين سنتى ميتر وهى نحو خمسة عشر قدما
 وقد استنجوا من كون التشاقل فى هذا المحل يقطع به الجسم المذكور
 المسافة المذكورة قاعدة هى ان المسافات المقطوعة تكون كمربعات الزمان
 اعنى كمحصل ضرب المسافة المقطوعة فى اول الازمنة فى مربعات عدد
 الازمنة التالية لان السرعة تزيد زيادة متناسقة على طريقة تلك القاعدة
 فلو اتى جسم من فوق منارة وضبطت المسافة التى قطعها بسقوطه فى اول
 ثانية وكانت اربعة امتار وتسعة اعشار لكانت المسافة التى يقطعها
 فى ثانيتين تسعة عشر وستة اعشار من الميتر حاصله من ضرب الاربعة
 والتسعة اعشار التى هى مقدار المسافة فى مربع الزمان الذى هو محصل
 ضرب الثانيةين فى نفسها والمسافة التى يقطعها فى ثلاث ثوانى اربعة
 واربعين من الميتر وعشر ميتر حاصله من ضرب الاربعة والتسعة اعشار مقدار
 المسافة فى تسعة التى هى مربع الزمان الذى هو محصل ضرب الثلاث ثوانى
 فى نفسها وهكذا يفعل فى بقية الازمنة ويكفى لمعرفة ما قطع به الجسم من
 المسافة فى كل زمن بعد الزمن الذى قبله ان تطرح مقدار المسافة المقطوعة
 فى زمن من المسافة المقطوعة فى الزمن الذى يليه فتطرح مسافة الثانية
 الاولى من مسافة الثانيةين ومسافة الثانيةين من مسافة الثلاث وهكذا
 فاذا كانت المسافة التى قطعها الجسم فى اول ثانية اربعة وتسعة اعشار
 كانت المسافة التى قطعها فى ثانى ثانية اربعة عشر وسبعة اعشار وان شئت
 قلت قطع تسعة عشر وستة اعشار ناقصة اربعة وتسعة اعشار او قلت

قطع اربعة وتسعة اعشار مضروبة في ثلاثة وترسم هكذا ١٤٧
 ١٩٦٩١ - ٤٩٩٠١ + ٣ وتكون المسافة التي قطعها في ثالث
 ثانية اربعة واربعين من المتر وعشر مائة اربعة وتسعة اعشار واربعة
 عشر وسبعة اعشار وان شئت قلت ناقصة تسعة عشر وستة اعشار فتكون
 اربعة وعشرين وخمسة اعشار وترسم هكذا ٤٤١ - ٤٩٩٠١ ١٩٦٩١ -
 ١٩٦٩٠ = ٤٩٠٠٢ وحيث علمت ان الاربعة عشر وسبعة اعشار هي محصل
 ضرب المسافة المقطوعة في اول الازمنة في ثلاث ثواني والاربعة والعشرين
 والخمسة اعشار محصل ضربها في خمس ثواني تعلم ان المسافات المقطوعة
 في كل الازمنة المتتالية تكون كمحصل ضرب المسافة المقطوعة اولاً في اوتار
 العدد وهي ٣ و ٥ و ٧ و ٩ وهكذا وبالجملة فنسبة المسافات
 لبعضها تكون على نسبة مربعات الزمن ونسبة الازمنة لبعضها تكون على
 نسبة الاعداد الترتيبية اعني ١ و ٣ و ٥ الى آخره فينتج من ذلك ان
 سرعة حركة الاجسام في سقوطها تكون متناسبة وقد اخترع الماهر
 انوار المعرفة نواميس سقوط الاجسام آلة معروفة بالآلة انوار و لكنه
 لا يمكننا رسم صورتها لفهم تركيبها نتكلم عليها بكلام وجيز فنقول هي عمود
 من خشب ارتفاعه ثمانية اقدام في اعلاه من الامام بكرة كالمرسومة
 في الشكل (٥٥) وهي بكرة مخفية جداً تتحرك من ادنى شيء لها محوران م
 م متكرزان على اربع بكرات ب ب ب ب سهلة التحرك جداً ايضا
 مضبوطة من محاورها على اسطح ملسان من حجر العقيق وبذلك تكون بكرة
 ك سهلة الدوران جداً وفي تلك هذه البكرة خيط رفيع من حرير يعلق
 في طرفيه جسمان اسطوانيان متساويان زنة وحجمهما فلذا يكونان ثابتان
 الموازنة في اي ارتفاع يتعقب فيه احدهما فيكونان كأنهما غير متأثرين من قوة
 الثقل اصلاً و دائماً يتحركان حركة مستوية وهناك اقراص صغيرة اوسع من
 الجسمين الاسطوانيين تسمى بالوزنات الاضافية ينقل بها احدهما ويوجد
 بقرب العمود مسطرة طويلة معلمة بدرجات وحلقة جارية تثبت بحسب

الارادة على درج المسطرة وفراغ هذه الحلقة واسع يكفي لمرور احد الجسمين
الاسطوانيين حال نزوله فيه دون الوزنات الاضافية وهذا قرص جاز على
المسطرة يوفق عليه الجسم الاسطوانى فى المحل المراد ويوجد قرب نصف العمود
لاجل معرفة مقدار الزمن الذى ينزل فيه الجسم الاسطوانى جهار له وجه
ساعة وفيه بندول يبين بذبذبه الثوانى وتحت البكرات تضيب من نحاس
اذا ارخى حرك جميع القطع فيسقط الجسم الاسطوانى ووزناته الاضافية
ويتذبذب البندول ليبين الثوانى وكيفية عمل ذلك ان تثقل الاسطوانة التى من
جبهة الحلقة بقرص اضافى فينزلان لزوال الموازنة التى كانت بين الجسمين
الاسطوانيين ثم ان كان الذهب من الصفر الذى فى اعلا المسطرة كان الجسم
الاسطوانى ووزناته الاضافية بعد اول ثانية فى الدرجة الاولى وبعد ثانى ثانية
فى الدرجة الرابعة وبعد ثالث ثانية فى الدرجة التاسعة وهكذا على حسب
الارقام التى بينها فى سرعة سقوط الاجسام ومتى فقد تأثير الوزنات
الاضافية فى الجسم الاسطوانى وذلك بوقوف تلك الوزنات على الحلقة لم يكن
فى الجسم الاسطوانى سوى السرعة المكتسبة من سقوط الوزنات الاضافية
فيكون قطع بعد الثانية الاولى درجة واحدة وبعد الثانية ثلاث درجات
وبعد الثالثة خمس درجات وبعد الرابعة سبع درجات وهكذا ومتى انكف تأثير
الثقل قادت السرعة المكتسبة للجسم بسرعة من دوجة عما كان لها فى الزمن
الاول ومقدار هذه السرعة يزيد على حسب الاعداد الوترية التى هى ٣ و ٥
و ٧ كما سبق وما ذكرناه من ان المسافات فى سقوط الاجسام تكون على
نسبة مربعات الزمان محله اذ لم تكن الاجسام خفيفة بالذات كالاسفنج
والخشب والافلا تكون كذلك لان الهواء يقاومها فيمنعها ان تقطع تلك
المسافة ولولا مقاومة الهواء للمطر والبرد الساقطين من اكثر من فرسخ لحصل
من وقعهم ما تألم كما يحصل من الضرب المولم ولوصل البرد الكبير الذى يكون
كبيضة الحمامة فاكثر الينا بسرعة تقطع فى آخر ثانية وصل الينا فى مسافة
ثلاثمائة ميتر وهذه السرعة تكاد ان تعادل سرعة جلة مدفعا زنتها اربعة

وعشرون رطل لاحتلال خروجها منه وقد وضع المعلم غليليه في عصره سرعة سقوط الاجسام بنصب حبل متين املس طوله عشرون قدما على هيئة سطح مائل وشده شد امتيناسم وضع بحلة صغيرة لتنزل عليه وهذا الجهاز يسمى بالسطح المسائل الغليلي

الفصل الثالث في البندول

مرسوم صورته في الشكل (٥٦) وهواله مركبة من جسم ثقيل آ معلق بخيط او سلك ثابت في نقطة س وهذه الالة معدة لبيان الاتجاه القمي وتعيين قوة الثقل واقسام الزمن اولى بيان زاوية التباعد واذا ابعده البندول عن وضعه القمي قيل لذلك في اصطلاح علم الطبيعة عمل زاوية التباعد فاذا رفع جسم آ الى ج او د ثم تركه الى نقطة آ ثم صعد الى ف او ب بواسطة السرعة التي اكتسبها بنزوله فيقطع بهذه السرعة مسافة تساوي المسافة التي رفع اليها او لا ثم اخذ يرجع الى ج او د ثم الى ف او ب وهكذا راسما في حركته افواسالاتتغير وكل من هذه الحركات يسمى ذبذبة والذبذبة اما كاملة او نصفية والنصفية اما صاعده او نازلة فالنازلة من ج او د الى آ والصاعده من آ الى ف او الى ب وزمن الذبذبة هو المدة التي يقطع فيها البندول قوس حركته ومن حيث ان البندول فيه قوة الرجوع الى نقطة التباعد حتى تكون له كمية الحركة التي انبعث بها في اول الامر ينتج انه متى تذبذب دامت ذبذبته مالم يعارضه الهواء والاحتكاك الخفيف لنقطة التعلق فيكونان سببا لوقوفه لكن الغالب انهما لا يؤثران الا قليلا شيئا فشيئا في بندول معلق تعليقا جديدا تذبذب ساعات كاملة من غير انقطاع ولاجل تحصيل ذلك عملوا البندول المسمى بالمركب وهو قضيب معلق فيه جسم ثقيل عرسي الشكل لتقل مقاومة الهواء له وذبذبته تسمى بالذبذبة المتساوية الزمن لكونها تتم في عدد متمثلة بالة والبندول الذي قربي وقوفه تكون ذبذبته متساوية الزمن كذبذبته الاولى وان لم تكن المسافة التي يقطعها حينئذ لا كسوراس

مسافة الذبذبة الاولى وحينئذ فالمدة متماثلة وان تغيرت المسافة المقطوعة
 وطبيعة مادة العدسة لا تؤثر في هذه المدة شيئاً واذا كان هنالك جلة بنادل لها
 سوق متخالفة في الطول كانت مدة ذبذبتها على نسبة جذور اطوال السوق
 فلو كانت البنادل ثلاثة ونسبة اطوالها لبعضها كواحد واربعة وتسعة كانت
 مدة الذبذبة كواحد واثنين وثلاثة التي هي جثاثر واحد واربعة
 وتسعة فاذا قبل البندول الذي طوله واحد بالذي طوله اربعة وبالذي طوله
 تسعة وجد يتذبذب مرتين في مقابلة واحدة لبندول الاربعة وثلاثا في
 مقابلة واحدة لبندول التسعة ومعظم ما مر في البندول البسيط اني يفرض
 بحسب اصطلاح العلم اجتماع مادته كلها في نقطة واحدة واما البندول المركب
 المرسوم في الشكل (٥٧) فهو الذي تركبت سرعة ذبذبه من كل من سرعة
 ذبذبة اجزاء الجسم الثقيل وساقه اذا تذبذب كل من الاجزاء على حدة فالجسم
 الثقيل الذي هو العدسة في هذا الشكل ل ل والساق ب ب ونقطة التعليق ب
 فنقطة م وما ياتلها من النقاط القريبة من ب تتذبذب بسرعة اذا كانت
 على حدها بخلاف النقطة الاخيرة ق وما ياتلها اذا كانت على حدها
 فانها تتذبذب ببطء وتكون الاجزاء الاولى اعني العليا مبثمة بسبب التكلف
 الذي تركبه في جذب بقية الاجزاء وتكون السفلى مسرعة بسبب الاندفاع
 الذي يصل اليها من العليا لكن قد توجد بين نقطة م ونقطة ق نقطة د
 لا تكون مسرعة ولا مبثمة بل تتذبذب كأنها معلقة على حدها في طرف
 الخيط المصوب بالنقط ويقال لهذه النقطة اعني نقطة د مركز الذبذبة وهي
 ايضا مركز التماثل المشترك بين العدسة والساق ومنتهى طول البندول
 حقيقة وهنالك بندول يسمى بالبندول المستدني لكونه يتذبذب في كل دقيقة
 ٦٠ ذبذبة فتكون له في كل ثانية ذبذبة واحدة وطول هذا البندول يكون
 في باريز ٩٩٣ ميللي متر و ٨٢ ٦٧ جز من عشرة الاف جزء من سيللي متر
 وفي لوندرة لكونها مائلة لجهة الشمال عن باريز يكون اطول قليلا فيكون
 ٩٩٤ ميللي متر و ١١٤٧ جز من عشرة الاف جزء من سيللي متر

فبندول قسم باريز اذا علق بغيرها من اقسام الارض اختلفت سرعة ذبذبته
 لان جذب الارض يختلف باختلاف محال سطحها وهذا مما يستدل به على
 كروية الارض ولم يتم ذلك الا في النصف الثاني من القرن الحادى عشر من
 الهجرة حين ادرك الرئيس ريشير هذا الاختلاف في الذبذبة في كابين بلدة
 من الاميريك بالبحر الهادى في الدرجة الخامسة من العرض لما شاهد فيها ان
 بعض البنادل يضرب ثوائى في ازمنة اطول من ازمنة الثوائى التي يباريز
 فاضطر الى تصغيرها نحو خط وربع حتى استقامت له الذبذبة الستمينية وقد
 ظن اولاً من زيادة حرارة كابين هي السبب في هذا الفرق ثم علم سريراً
 بالحساب ان اختلاف درجة الحرارة لا يسبب في البندول تعدداً مثل هذا
 ينشأ عنه هذا الفرق في ذبذبة البنادل ولما احتاج الامر الى البحث عن
 سبب هذا الفرق ارتحل لذلك الامر جماعات الى اقاليم عديدة وامتنحوا ذلك
 فظهم رلهم انهم كلما قربوا من احد القطبين قصرت مدة الذبذبة فلزمهم الجزم
 بان السبب في ذلك القرب من مركز الارض وبان محورها القطبي لكون كرتها
 مفرطحة من ناحية القطبين اقل طولاً بالنسبة المركز من محورها الاستوائى
 بالنسبة اليه ايضاً وفي الحقيقة المقدار الذى يزيد به انحراف الاستوائى عن
 القطبي واحد و $\frac{1}{2}$ كسور من ثلاثمائة وثمانية وهو بالفراخ اربعة وسبعة
 اعشار ثلثة تقريباً بالميتر عشرون الفا وثمانمائة وستون من شعاع المحور الاستوائى
 لان شعاع هذا المحور بالميتر ستة ملايين وثلاثمائة وستة وسبعون الفا
 وتسعمائة واربعه وثمانون وبالفراخ الف واربعمائة واربعه وثلاثون
 فرسخاً واربعه اخماس فرسخ واما شعاع المحور القطبي فهو بالميتر ستة ملايين
 وثلاثمائة وستة وخمسون الفا وثلاثمائة واربعه وثمانون وبالفراخ الف
 واربعمائة وثلاثون فرسخاً وعشر فرسخ وقد جاب جميع كرة الارض مسح
 اختلاف اجزائها طولاً وعرضاً ما عدا قطبيها كثير من الناس فلم يمكنهم
 الوصول اليها ~~كثيرة~~ بحر الجليد المالى لهم اذ انما فوجده من امتحان احوال
 البندول من السواحين ان ذبذبته في جميع الاماكن التي تحت خط الاستواء

دائماً تكون في مدد مستوية فلو سارا احده من عرض معين في جهة المشرق
 لوجدان ذبذبة البندول دائماً مستوية متى كان خط السير في بعد واحد عن
 القطبين وهذا مما يثبت ان سير السواح كان في بعد واحد عن مركز الكرة فان
 قرب خط السير من احدا القطبين حصل الفرق في الذبذبة من اي ناحية كان
 التوجه ولولا ان الارض كروية لما كان كذلك بل لو كانت مسطحة لوجد فيها
 محال يكون تذبذب البندول فيها سريعا جدا ومحال يكون فيها بطيئا جدا
 وهذا مما يشاهد ابدا ويكفي استعجاب بندول واحد لاسنيع ما بكرة الارض وهذا
 البندول يكون ساقا من معدن يعلق فيه جسم ثقيل وهذا العوام يتعجبون
 من استقرار الاجسام على الوجه السفلي من كرة الارض مع كون تلك
 الاجسام غير مثبتة عليه بشئ مع انهم لو عرفوا ان كتلة الحيوان صغيرة جدا
 بالنسبة لجرم الارض الذي شعاعه المتوسط اعنى الذى في الخامسة
 والاربعين من درجات العرض الف واربع مائة وثمان وثلاثون فرسخا اعنى
 ستين مليوناً وثلاثمائة وستة وستين الفاً وسبع مائة وخمسة واربعين من
 الميتر وعرفوا مقدار غناه جذب الجرم للاجسام ولو كبرت كتلتها مائتا
 كبرت لما تنجسوا من شئ ونيرم في بلاد الاوربلا يعول على من يقول بان
 الارض مسطحة

الباب السادس في الايدروساتيات اى موازنة السائلات

الايدروساتيات فرع من العلم الطبيعي يبحث فيه عن موازنة السائلات
 وضغطها على جدران الاوعية الحاوية لها وعن الكيفية التي تكون بها
 الاجسام الصلبة عند غوصها فيها واعلم ان شواخ الجبال بالنسبة لجرم
 الارض كنسوات صغيرة او حبات رمل على كرة شعاعها ميتر واحد
 كما ان عميق البحار بالنسبة لها كجوارف صغيرة مملوءة ماء ولذلك قيل ان سطح
 الارض منتظم ولا يتدح هذا في عدم انتظامه بالنسبة لشمسها والبالط الطبيعية
 فقد قالوا ان جذب الارض كاف في ضبط المياه على سطحها ولم يلقنوا الحركتها

الاستدارة التي من المغرب الى المشرق ولا الى كون القوة الطاردة المركزية
الناجمة من هذه الحركة دائماً تتجه في تبعيد الاجسام عن سطحها بل قد قيل
ان الحركة المذكورة هي السبب في تجميع المياه في الثلث الاوسط من الكرة
وفي هذا الباب ثمانية فصول

العمل الاول في ضغط السائلات

قد سبق ان الاجسام الصلبة من حيث ان الاجزاء فيها متلاصقة ببعضها لا يكون
ثقلها كله معاً وان السوائل من حيث ان الاجزاء فيها متحركة بعضها على
بعض يكون ثقل كل منها على حدة وحينئذ فقط قعر الاناء الحاوي للسائل
لا يضغط على كل منها الا عمود السائل القائم عليه كما اظهرنا ذلك بالجهاز
المرسوم في الشكل (٥٨) فان حرف آ فيه وعاء اسطوانى من زجاج مثبت
في قعره حلقة من نحاس د وعلى قعره رافعة س س فيها قضيب نازل الى
الاسفل معلق به سدادة ه مدهونة بالشحم توضع في الحلقة وضعا محكما لتتزلق
في باطنها ويوضع على الحلقة انبوبة من زجاج قطرها كقطر الحلقة وعلوها
واصلها الموصول الى اناء ورافعة س س المركزة على نقطة ص ص حاملة في ذراعها
الخارج كفة ميزان ت فبعد ان تركيب الانبوبة على الحلقة التي فيها السدادة
المذكورة تملأ الانبوبة ماء ويوضع في كفة الميزان صنج كافية لرفع السدادة
وعمود ماء الانبوبة ثم تزال الانبوبة وترد السدادة كما كانت وتسد الرافعة
كما ينبغي ويملا الاناء كله ماء ثم تترك الرافعة فتتزلق الكفة وترفع الصنج السدادة
بقوة كما رفعت اول حين كانت في الحلقة فيعلم من ذلك ان سطح السدادة
العلوى لا يرفع في كلتا الحالتين الا كتلة واحدة من الماء هي كتلة تسماوى
قاعدتها قطر السدادة فيعلم من ذلك ان سطح الاناء المملوء ماء لا يكون
مضغوطا الا بعمود من الماء عا دله فاذا جدت كتلة الماء الاسطوانية التزم
المكبس او توضع الكتل كما هي عند صعوده ومن هذه الكيفية المعدة لضغط
السوائل ينتج ايضا ان السوائل تضغط على جدران الاناء المنحصرة فيه بخلاف

الجوامد فانها لا تنقل الاعلى قعر الانية اذ من المعلوم انه لو ثقب برميل مملوء ماء من جانبه لسال الماء من ذلك الثقب فتحصل مما ذكر كله ان ضغط المسوايل على قعر الاناءين المرسومين في الشكلين (٥٩) والشكل (٦٠) واحد من حيث انهما متساويان في القعر والامتداد وعلو السائل وان الجدران المنحرفة للاناء المرسوم في الشكل (٦٠) لا تحمل في كل نقطة من امتدادها الا عمودا من السائل القائم على تلك النقطة وان الضغط على قعر ا ب من الاناء المرسوم في الشكل (٦١) يكون مماثلا للضغط على ا ب من الاناءين المرسومين في (٥٩) و (٦٠) وبيان ذلك ان الضغط الذي على ه ه مماثل لضغط عمود الماء الموافق لانبوبة ص في القطر والعلو الذي هو ه ه د ص ويوجد ايضا على جزء ه ه ضغط مصور بالخط المرسوم من النقطة ر ف مساو لضغط خطي ه ه ص د لان العمود الصغير للسائل الذي هو ط ر ت ه من حيث انه متصل بالسابق يجتهد في الارتفاع بسبب ضغط العمود المجاور له بقوة تساوي ما زاد بها المجاور الذي هو ن ت ص د وحينئذ فيضغط العمود الصغير الذي هو ت ه ر ط على الجزء العلوي من الاناء بكل هذه القوة والاناء يقاوم ارتفاع السائل وبالقوة نفسها وضغط العمود الصغير مماثل لضغط عمود ه ه ص د وحينئذ فقعر ه ر يتحمل ضغطا مساويا لضغط ه ه ص د على نقطة ه ه ويحصل نظير هذا الشكل جزء من اجزاء القعر العلوي للاناء لان فيه من كل محل ضغطا جانبيا ومثل هذا يقال في الاناءين المرسومين في الشكلين (٦٢) و (٦٣) ويراد على ذلك انه اذا زيد في ارتفاع عمود ص د ه ه يزداد الضغط على المربع السفلي كله ويمكن ان يتقرر برميل مملوء ماء كالمرسوم في الشكل (٦٤) من وضع بعض كيلو اجرام من الماء زيادة عما فيه بواسطة انبوبة ضيقة د توفيقا محكما على سطح ن بارزة عنه ببعض ميتر لانه يحصل ضغطا عظيم خارج عن الحدمع كون الكمية المضافة من الماء قليلة جدا حتى انها لا تعتبر لقلتها وبما سبق نتج القاعدة ان ارتفاع السائل في انواع هذا الضغط وهي ان الاسطح الأفقية تنضغط بالسوائل بواسطة الانضغاط

المذكور يكون على حسب ضرب امتدادها في ارتفاع عمود السائل

الفصل الثاني في موازنة السوائل

متى وضع سائل في الماء او اواني مستطرفة لبعضها توازنت اجزائه فيما اخذله ارتفاعا واحدا في البحر اجزاء ما وضع فيه بمعنى ان سطحه يكون مستويا في جميعها وهذا عماد على ان اجزاء الدقيقة زاحم بعضها بعضا من كل جهة على نسق واحد وهذا هو المعبر عنه بمساواة الضغط واسطحة السوائل لا تكون افقية الا في سعة صغيرة الاقطار اما نحو مياه البحر التي هي مضبوطة بجذب الارض لها فمعدبة السطح ككرة الارض لكون الجذب انما يكون على حسب اشعة الكرة ولذا ينتهي الى مركزها ويستدل على تحذب سطح السوائل بانه متى ظهرت سفينة من بعد فاول ما ينظر منها اطراف صواربها ثم جسمها شيئا فشيئا كأنه فالق للامواج خارج من بطن البحر يبطئ فلو كان سطح البحر غير محذب لنظرت السفينة بتمامها وكانت مشاهدة قاعدتها السهل من مشاهدة صواربها الرفيعة العالية ومن حيث ان اجزاء السائل تضغط من كل جهة وتضغ على جدران الاناء من كل جهة ايضا اعني من وسطه واعاليه وجوانبه لكن هذا الضغط مواز للعمود سيال قاعدته مركز الجدارن ورأسه السطح الثاني للسائل فالاناء المرسوم في الشكل (٦٤) المجمعول صورته ا ا ا ا ا ا ا ا ا ا من الماء الى و و وملئت ايضا انبوبة ا ب ت كان العمود من الماء المخمس في الانبوبة ضاغطا على جدران ت بقوة تساوى ارتفاع ب ا ويمكن ان يوصل السائل منفصلا الى جلدته عمدا كذلك ومن ذلك يعلم الضغط الذي تحمته الجدران ولو كان الاناء مركبا من جلدتين متساويتين لبعضها لتساوى في جميعها سطح السائل المنسكب في واحدة منها وتفرض ان كانا كلاهما مفتوحا من قاعدتهما وموضوعا في الماء كما في الشكل (٦٥) فان اناء ب ا ب ت ث فيه مستطرفة في بعض جهاتها وارتفاع السائل فيها واحد واختلفت في السعة والشكل فان كان مع الاسطوانة انبوبة قصيرة بحيث لا تساوى بقية

طفع منها السائل لانه دائما يجتمع في مساواة سطحه فيها السطح ما في الانابيب
 الاخر وان لم يمكنه ذلك فلو كانت فتحة الانبوبة القصيرة ضيقة - كالنقطة
 المرسوم عليها ج في الشكل المذكور لا ينشق منها الماء على هيئة انبثاقه
 من النافورة الى نقطة م وهذه الكيفية هي التي تكون في النافورات الفساق
 ونفوحها المعروفة بمصرفاتها المستودعة ماء كرن اعلاه من المحل
 الذي يراد ان ينشق الماء منه ولا بد وان تكون الفتحات التي في اطراف النافورة
 ضيقة حتى يكون محلها مقاوما لضغط الماء ويكون انبثاق الماء الى اعلا وهذا
 هو الذي يحصل في المياه النابعة من تفجيريون الارض بعد حفرها اذ كثيرا
 ما يوجد في اخر الحفر طبقة ابلزية او ارض صلبة تمنع انبثاق الماء ان لم
 تنفجر وقد شوهد انبثاق الماء حتى في رؤس الجبال وبقا في علته ذلك ان
 المياه تأتي في قنوات خفية من جبال اعلى من هذه سواء كانت قرية او بعيدة
 ويوجد في هذه الجبال مستودعات لتلك المياه ولوضع في انبوبة مخفية
 كالمرسومة في الشكل (٦٦) ترتب من جهة ل و اريد رفع ذلك الرتب
 قدر سنتي ميتر للزم لذلك ان يوضع في فرع م ثلاثة عشر سنتي ميتر ونصف
 من الماء والحكمة في ذلك ان الرتب اقل من الماء بثلاث عشرة مرة ونصف
 والسوائل المختلفة التي لا تمتزج ببعضها كالرتب والماء والزيت اذا وضعت
 في اناء واحد كان محل كل منها على حسب ثقله النوعي وكان تركبها على بعضها
 على حسب كثافتها فيكون اسفلها في هذا المثال الرتب وفوقه الماء والزيت
 آخرها

الفصل الثالث في ضغط الجو على السوائل

كان ضغط الجو من نحو قرنين مجهولا وكان يقال في علته صعود الماء في اسطواناته
 الطولية ان الطبيعة تكره الفراغ فوقع على سبيل الاتفاق انه استكشف امر
 الضغط وقوته في آن واحد وذلك ان بعض عمله القس عملوا لدولة
 الاكبراي الحاكم الاكظم في مملكة توسكانا وكان اسمه كوم دي ميدسيس

جهم از الصعود الماء ستمين قدما و بذلوا غاية جهدهم في احكام المكابس
 في اساطين الطونبات فلم يمكنهم ان يصعدوا اكثر من اثنين وثلاثين قدما
 فحسبوا المافتر غلب عليه عن ذلك فثبت ولم يلهم الجواب سربعا ثم قال لهم اما
 تعلمون ان الطبيعة تكره الفراغ الى اثنين وثلاثين قدما ومن حيث انه عرف
 ان هذا الجواب اقرب ما في تأمل في ذلك مدة فعرف ان السبب الحقيقي ثقل هواء
 الجو ثم اثبت ذلك تلميذه توريشيلي باختراعه الباروميتر اى ميزان ثقل الهواء
 فاخذ انبوبة طولها نحو اربعة اقدام وسد احد طرفيها سدا محكما ثم ملاها
 رتبقا ووضع لصبعه على الطرف المفتوح ونكسها ثم غمرها في اناء كبير مملوء
 من الزئبق فحصل فراغ في جزء من الانبوبة ثم بعد بعض ارتجاجات فعلها
 شاهدا ان الباقي من الزئبق عامود علوه ثمانية وعشرون قيراطا وهو يساوى
 عامودا من الماء مما ثلثه في القطر علوه اثنان وثلاثون قدما فعلم انه لا سبب
 لحفظ العامود الباقي في الانبوبة الا لضغط الجو على الزئبق وقد اعاد المعلم
 باسكال في بلاد فرانسات تجربة توريشيلي المذكور وبين ان عامود الزئبق كلما
 رفع على جبل عال نقص ارتفاع ذلك العامود في الانبوبة وكلما نزل الى السهل
 عاد اليه وهو الى ارتفاع وقد ثبت لدينا الآن بحججه تجريبية ان ارتفاعها
 غير ثابت ان الهواء هو الضاغط على الاجسام غير ان ضغطه يختلف باختلاف
 الجو وبارتفاع الاماكن وانخفاضها والذي يبين هذا الاختلاف هو
 الباروميتر فعلو عامود زئبق الباروميتر يكون في الضغط اللاني اعنى في حالة
 استقامة الهواء ثمانية وعشرين قيراطا وهي ستة وسبعون سنتي ميتر والفراغ
 الاكتمال اعلاه يسمى الفراغ الباروميترى اى الفراغ التام وكيفية عمل
 الباروميتر ان تؤخذ انبوبة متينة من زجاج قطرها من ربع الى خمس من ميل
 صيرت احدى طرفيها او خطين وكسرو بسدا احد طرفيها سدا محكما ثم ملأها زئبقا
 قد اجيد عليه حتى لم يبق فيه شئ من الماء والهواء اللذين يمكن ان يكونا
 في خلالها ثم بعد ان انتهى العمل ينبغي ان يمر بالانبوبة على بعر الفحم حتى يغلي
 الزئبق ثانيا شيئا فشيئا ثم تترك الانبوبة حتى تبرد ثم توضع فيها كمية جديدة من

الزئبق لانها ان لم تبرد انكسرت بمجرد وضع الزئبق البارد فيها ثم تغلى وتبرد
مرات حتى تمتلئ وهذه الاحتراسات لا بد منها للتلايد خل في فراغ الباروميتر
شي من الهواء او بخار الماء ويضغط على عمود الزئبق ثم تقلب الانبوبة باحتراس
واتنباه في حوض فيه زئبق مغلى ايضا فاذا اميلت الانبوبة بسرعة وذهب
الزئبق فارعالقمة الانبوبة كان فراغ الباروميتر تاما فاذا اجهزت الانبوبة
كما ذكر ليبق على الصانع الان يهيئها بكيفية بها تتبين اختلافات
درجات ضغط الجو

الفصل الرابع في الباروميتر

هو انواع منها ذوالطست ومنها المعتاد ومنها باروميتر غاليوساك وغير ذلك
قدوالطست يكون من اناء يوضع فيه زئبق في بعد عليه ثم يوضع فيه انبوبة
الزئبق مقلوبة مع الاحتراز عن نفوذ الهواء فيها والغالب ان يكون شكل الاناء
كالطست كما هو مرسوم في الشكل (٦٧) في محل ط لتسهيل تغطيته
ثم يغطى بقطعة من جلد الاروى وتربط عليه ربطا جيدا لمنع نضح الزئبق
ولا تمنع ضغط الجو على سطحه المرسوم عليه ه ويثبت ذلك كله على لوحين
من خشب محفور بقناة تمتد فيها الانبوبة لتكون تلك القناة وقاية لها وتحميها
وقاية الطست شبكة من نحاس ويجعل على الجانب المرسوم عليه و صفحة
من نحاس مموه بالفضة مرسوم عليها قرار يربط منقسمة الى خطوط او مرسوم
عليها بدل ذلك كرسور الميتر او القرار يربط المنقسمة للخطوط من جانب وكرسور
الميتر من آخر ليدل كز من ذلك على درجات الارتفاع والانخفاض لاله ا د
الزئبق عند تغير الجو

والباروميتر المسمى بالمعتاد وبذى الممض وهو المرسوم في الشكل (٨) ك
له مربي مرسوم في اعلى الشعبة الطويلة للانبوبة يدل على ارتفاع الزئبق
واما الصفر ه فمرسوم في الشعبة القصيرة عند منتهى ارتفاع الزئبق وفي هذا
الباروميتر كالدنى قبله عيب هو عدم سهولة نقلها لانهم اذا اميلوا نفذ

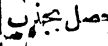
الهواء في الشعبة الكبيرة وقد تدارل هذا العيب المعلم فورتين بتسهيل نقلهما
 بسد الانبوبة كلها وجعلها في لافافة من نحاس مشقوقة طولاً ليشاهد الزئبق
 من خلال الشق وجعل لذلك طشتاً اسطوانياً قعره و في الشكل (٦٩)
 يرفع ويخفض على حسب الحاجة بواسطة برمة م فهذه البرمة يرتفع الزئبق
 الى ت فتتأ الانبوبة كلها ويحترق جميع هواء الطشت ويصدر الزئبق بجمادة
 لا يرى فبذلك يتمكن من ميل الباروميتر ونقله بدون حصول ضرر وهناك
 ساق صغير من عاج مرسوم عليه ر يدل على سطح الزئبق واجود من هذين
 النوعين وهو الاخف والاسهل في النقل ايضا باروميتر المعلم غايوسالك المرسوم
 في الشكل (٧٠) وهو انبوبة جزأها آ و ب متماثلان في الحجم والقطر وجزؤ ث
 الواصل بينهما دق منهما وقطره جزؤا وجزءان من ميللي ميتر اعنى من نصف
 خط الى خط وهو نهاية ما يكون في الدقة وهذا الجزء ملتحم بجزءى
 ا ب وبعد وضع الزئبق بالطريقة المارة يسد الطرف القصير بمصباح نقاش
 مع الاحتراز عن نفوذ زيت المصباح الى باطنها ثم تفتح فتحة ه في اقصر
 الطرفين قبل نهايته بخواتم اثنين او ثلاثة من السيئقي ميتر ولا بد في هذه الفتحة
 من ان تكون شعيرية حتى يتمكن بها الهواء من النفوذ والضغط على الزئبق
 بمنعته من الفرار ومن حيث ان ثقب جزء ث ضيق جداً فلا يتمكن عمود
 الزئبق من ان ينقطع بل يبقى متصلاً ولا الهواء المنحصر في جزء ب من
 النفوذ في فراغ الباروميتر ودرجات الباروميتر مرسومة على مسطرة
 في اجانب الانبوبة او على مسطرتين واحدة للجزء العلوى آ و واحدة للجزء
 السفلى ب او على الانبوبة نفسها كذلك ويعرف هـ هـ الجيوب بتضعيف فرق
 الـ جات فيما اذا كانت على مسطرة واحدة وجمهه فيما اذا كانت على
 مسطرتين والحاصل من التضعيف والجمع هو مقدار ثقل الهواء ويمكن
 تثبيت باروميتر غايوسالك في عابسة طويلة وكثيرا ما يجعل في وقت الاسفار
 في قصبة طويلة من صقج مشقوقة بالطول لتشاهد تأثيرات عمود الزئبق من
 خلال الشق ثم تجعل تلك القصبة في قصبة طويلة من حديد نحين او نحاس *

والباروميتر ذو وجه الساعة المرسوم في الشكل (٧١) التمهدة لتغيرات الجو
القريبة كالطرو والصحو وغير ذلك ففي هذا الباروميتر يوجد على سطح عمود الزئبق
الذي في الشعبة القصيرة ب جسم صغير مستند على هذا السطح اوزنة طافية
مربوطة بخيط من الحرير يمر على بكرة صغيرة د سهلة الحركة جـ دامة تف
عليها مرئين وفي الطرف الثاني الخيط زنة اخرى ث مماثلة للاولى معدة
لحفظ الخيط في حالة التوتر ولا يطل جزء عظيم من ثقل الزنة الطافية في
صعد الزئبق او نزل في الانوبة صاحبة الزنة فتحرك البكرة وفي البكرة عقرب
ساعة خفيف تابع لحركتها يدور على وجه الساعة ليبدل على ارتفاع درجات
الباروميتر المرسومة على ذلك الوجه وهذه الدرجات هي الدالة على
ما يستقبل من المطر او المؤتفكات او اليبوسة وغير ذلك وهذه الآلة كثيرا
ما توضع في بلاد الاوربا في القاعات والمقاعد للزينة وفيها شيء ينبغي التنبيه له
وهو ان كلامنا من الاحتسالك واختلاف زنة العقرب بالنظر لوضعه بسبب بعض
خلل في الدلالة فكلمنا اخذ الجوف الصغور ذات كثافة الهواء والثقل على
الباروميتر في صعد الزئبق في الشعبة الكبيرة للانوبة لان اكثر ثقل الهواء
على الشعبة القصيرة فتجذب الزنة الطافية الى الاسفل فتدير بثقلها البكرة
والبكرة تدوير العقرب الى اعلا وكلما اخذ الجوف في التغير وقربت ساعات
الامطار او ظهور المؤتفكات كانت الحركة بعكس ذلك وقد يحتمل اختلاف
في درجات الباروميتر فجاءه وذلك اذا كان فوق البحار قرب ظهور العواصف *
واعتدال الهواء يكون على الشواطئ في اوقات السكون فيكون الباروميتر
ثمانية وعشرين قيراطا اعني ستة وسبعين سنتي ميتر واذا صعد بالباروميتر
على الجبال كان انخفاض الزئبق ميللي ميتر واحد لكل عشرة امتار و نسبة
اعشار ميتر من العلو المطوع بالصعود في عمود هواء مماثل له في القطر فيكون
الهواء اخف من الزئبق بعشرة الاف وخمسة مائة مرة واذا انخفض به من
المحال المرتفعة جدا كان لكل واحد من ميللي ميتر من الانخفاض اكثر من
عشرة امتار خمسة اعشار وكلما ارتفع عن سطح الارض ازداد وهذا مما يدل

على ان كثافة الهواء تنقص كلما ارتقى في الجو وحيث ذكرنا ان ضغط الهواء يعادل
 ستة وسبعين سنتي ميتر من الزئبق فمن الواضح ان الهواء ينقل على الكرة بمثل
 ما يحصل من طبقة زئبق سمكها ستة وسبعون سنتي ميتر فالان يمكن ان يعلم
 بالحساب مقدار ثقل سمك تلك الطبقة على الارض لانه قد علم ان كل ديسي
 ميتر مكعب من الزئبق يقرب ثقله من ثلاثة عشر كيلو ا جرام وخمسة اعشار
 فينتج من الحساب هذا الرقم ٤٧٩٥٦٣٦ ٤٥٦٠٠ ٤٤٥٩٤ اعني ستة
 وعثمانين كاتر بليون وخمسمائة واربعة وتسعين تريليون واربعمائة وستة
 وخمسين بليوناً واربعة ملايين وسبعمائة وخمسة وتسعين الفا وستمائة وستة
 وثلاثين ميرا ا جرام اى احاداً كل واحد منها عشرة الاف ا جرام وهذا مقدار زنة
 الهواء فيلزم لاجل تحصيل هذا الجع ان يضرب هذا الرقم في عشرة الاف
 ثم يضرب الحاصل في الف وبواسطة الالة البسيطة التي هي انبوبة توريشلي
 يقف الانسان على حقيقة جميع ثقل الجو ويعرف ضغط الجو الحاصل على اى
 سطح كان ومن حيث ان الهواء يضغط على الانسان من كل جهة من الجهات
 الست وان مساحة الجسم البشرى المتوسط القائمة اربعة عشر قدماً مربعاً
 تسهل معرفة مقدار ضغط الهواء وثقله عليه وهو ١٦٠٠ كيلو ا جرام تقريباً
 انتهى من اثنين وثلاثين الف رطل الى ثلاثة وثلاثين كل رطل ست عشرة اوقية
 وسبب عدم الاحساس بهذا الثقل كون الهواء ضاغطاً من جميع الجهات
 وبسبب وجود نوايس الاستثنايك اى الموازنة كان ذلك الضغط معتدلاً
 في الظاهر والباطن فلا يوجد جزء من الجسم الا وهو مضغوط من جميع اسطحه
 ولهذا حيث ان انواع الغازات المنتشرة في الجسم والسمائل السارية في كل جهة
 منها فليتنا القبول للانضغاط جداً كان ذلك سبباً لمقاومة كافية فوجب هذه
 الموازنة والضغط الذى تتحمله الاسماك في البحر سيما الأسماك في الاغوار
 العميقة كالتي تبلغ مئات او الوف من الاقدام ازيد من ذلك بكثير فتعلمها
 لهذا المشغل اغرب وذلك لان ثقل كل جو يعادل اثنين وثلاثين قدماً من الماء
 ومن تلك الاسماك ما يتحمل ثقل ثلاثين او اربعين جواً من غير مشقة مع انها

لا تتحمل الاثقل جو واحد والانسان اذا تغيرت عليه الاحوال الجوية المعتادة بان صعد على جبل شاخ وارفع بواسطة قبة الهواء استشعر بقله ثقل الهواء عليه فبتواتر النفس منه وتحصل له مشقة تختلف في القلة والكثرة على حسب الارتفاع الذي وصل هو اليه وهذا الامر بعينه يحصل في الحيوانات التي بوضع تحت مستفرغ الالة المفرغة لانه كلما حصل الفراغ اخذ الحيوان في الارتفاع لوزال الموازنة بين ظاهره وباطنه

الفصل الخامس في المص

هو انبوبة منحنية على زاوية منفرجة او مقوسه شعبتها عامود يشان متوازيان كالمرسوم في الشكل (٧٢) ولا بد ان تكون احدى الشعبتين اقصر من الاخرى ويستعمل لاستفراغ السوائل من الاواني بدون ان يحصل في السوائل تحرك واضطراب فاكثراستعماله للتصفية وعمليته مؤسسة على الضغط الجوي فاذا اريد استفراغ السائل او تصفيته نخرج الشعبة القصيرة في السائل ثم يمتص هواء الانبوبة من الشعبة الطويلة س فيمتلئ المص من السائل ويسيل من نقطة س ويستمر سائلا مادامت الشعبة القصيرة في السائل فسبب صعود السائل في الانبوبة هو ضغط الهواء لانا اذا فرضنا ان ج ف ح حدود للجو كان سطح السائل الذي في انا ه معرضا لضغط ذلك الجو عليه فاذا زال ذلك الضغط عن نقطة منه صعد السائل وسال من الطرف الطويل وزوال الضغط عن النقطة المذ  كورة حصل بجذب الهواء من المص لان الهواء كان ضاغطا على باطنه فان كانت شعبته الممثلة متساويتين كالواثنتي شعبتين س عند امتنع سيلان السائل لان عمود الهواء ج د الضاغطة على د مستوفي الطول وعمود الهواء الضاغطة على ح في توازن وكذا عمود السائل ح ن و ن د يتوازن ايضا وان كان العمود الظاهر للسائل اطول اوجب ما زاد من طوله ضغطا يغلبه ضغط الهواء فيسيل السائل لان ضغط عمود الهواء ج د يوازن السائل في نقطة د

ومازاد به من د الى س لم يكن هناك عمود سائل مماثل له حتى يضغط
عليه فبالضرورة يسقط السائل وما دامت الانبوبة مملوءة لا يتقطع السيلان
معلم مما ذكر في الفصل قبله ان الشعبة القصيرة للمص لو كانت اطول من اثنين
وثلاثين قدما لاتنفع لاستفراغ الماء ومهما كانت اشكال الممصات فالعلة
النظرية في كيفية الفعل واحدة وقد زادوا في الممص ذى الانبوبة البسيطة
بعض اشياء في الاستعمالات الكيميائية لئلا تلامس السوائل الرديئة اجزاء الفم
او تصل الابجرة الرديئة الى الرئة

الفصل السادس في موازنة الاجسام الصلبة اذا غمرت في السوائل

حيث علم مما مر ان جميع اجزاء السائل متوازنة ومتساوية في ضغط بعضها
لبعض يعلم انه اذا غمر في سائل جسم صلب لا يكون اقل منه وقف ذلك الجسم
في الموازنة في اى محل كان من السائل حتى يصير كانه جزء من كتلة السائل
لكن مساواة الصلب للسائل نادرة بل الغالب انه اما اخف او اثقل وعلى كل فلا بد
من معرفة امرين الاول انه كلما كبر حجم الاجسام الصلبة المتساوية في الوزن
كان الفقد من زنتها بغمرها في السائل اكثر الثاني انه كلما كان السائل اكدف
كان الفقد من زنة الجسم المغمور فيه اكثر غير ان الجزء المفقود من الزنة
يكون مساوية للجزء الزائد من حجم السائل بيان ذلك اتنا لو فرضنا اسطوانة
من نحاس كالمرسوم عليها ه في الشكل (٧٣) معلقة بشعرة تحت كفة
الميزان المرسوم في ذلك الشكل واسطوانة اخرى م محبوبة بقدر ما يسع
اسطوانة ه ووضعت وزنتا في كفة ن لتوازن الاسطوانتين ثم ملئنا ماء
ونعبد في اسطوانة ه لرجحت كفة ن وفقدت الموازنة فيحتاج لرجوع
الموازنة ثانيا ان تملئ اسطوانة م ماء بان يضاف الى الماء حجم مساو لحجم
اسطوانة ه فيفقد من زنة تلك الاسطوانة التي هي مغمورة في الماء مقدار
حجم مماثل له من الماء فانه اذا وضع حجم الماء المذكور في اسطوانة م حصلت
الموازنة فيكون جزؤ الزنة الذي بقي مغمورا في الماء هو الفرق الذي بين ثقله

وبين حجم من الماء بمائتات لجمه وايضا هن المعلوم ان الانسان يسهل رفعه في الماء اكثر منه في الهواء وذلك لانه في الماء يفقد من زنته ما يوازن حجم ماء يعادل لجمه والفرق الذي بين ثقل جسمه وثقل حجم الماء المعادل له يكون واهيا لجدا ولذا كان ادنى قوة تقذ الغريق واعلم ان سرعة سقوط الجسم في السائل تكون على حسب زيادة كثافة الجسم عن كثافة السائل فاذا كان الجسم اخف من حجم الماء المماثل له طفا منه جزؤ على سطح الماء والجزء المغمور في الماء يزغ حجم ماء اذا وزن يعادل الحجم كله بيان ذلك ان الاناء المرسوم في الشكل (٧٤) له انبوبة س وحفمية د فاذا صب في هذا الاناء ماء وعلت نقطة سطحه في انبوبة س ثم وضع في ماء اناء ب كرة من خشب او شمع طفا منها جزء على سطح الماء وارتفع الماء كانه سكب عليه ماء مساو للجزء المغمور فاذا استفرغ الماء من الحفمية ص حتى عاد سطحه لنقطته التي كان عليها قبل غمر الكرة فيه لحصل مقدار من الماء مساو لحجم الجزء المغمور من الكرة بحيث لو وزن مع الكرة لتعادلا ويحصل مثل ذلك في جميع الاجسام الطافية

الفصل السابع في الاريوميتراى مقياس ثقل السائلات

هو اسم آلة طافية معدة لبيان كثافة السائلات التي تغمر فيها وهى تدعى الاسم اصله يونانى مركب من كلمتين معناهما مقياس الخفة واخترع هذه الالة كان اول المعرفة مقدار خفة السائلات التي هى اخف من الماء ثم درجها الاستعمال حتى صار يعرف بها كثافة السائلات التي هى اقل من الماء وهى على انواع اولها الاريوميترا المعتمد المرسوم في الشكل (٧٥) وهو انبوبة الغالب ان تكون من زجاج تنتهى بنهاختين صغيراهما ب تحتوى على جسم ثقيل كزئبق او حبات من رصاص في كالش يجعل كالصابورة للسفينة ليصير مركز ثقله ازل ما يكون وليكون انصافه في السائل عوديا وكية الصابورة تكون على حسب ما يراد من وضع الصفر في ن اوم وكلما كانت السائل اخف كان غطوس الاريوميتري فيه اكبر * ثانياها اريوميترا فاهرينيت

المسمى بالاريوميت العام اذى الحجم المستمر وبضع من زجاج او معدن وشكله
 كالمرسوم في الشكل (٧٦) فتقطعة ح تجويف واسع بقدر الكفاية و د
 مملوء زئبقا هو الصابورة و س ساق رفيع مرسوم عليه خط بالمينا يسمى
 ذلك الخط بنقطة الغطوس الشابتة و ب كفة لوضع الاوزان وينبغي ان
 يكون وزن الالة بحيث لا يمكنها الغطوس به وحده في السائل كما ينبغي ان
 يكون محدودا بالاتقان الكلى مع كتابة ذلك الوزن عليها وكيفية استعمال هذه
 الالة ان توضع في الماء المقطر ويوضع في الكفة صنج كافية لان تغطس بها
 في السائل الى نقطة س فقط وهذا هو المسمى بالتهفهف وهذه الصنج مع
 الاوزان المعروفة للالة يدلان على الزنة الصحيحة للحجم من الماء يساوى حجم الالة
 فاذا غطس الاريوميت في سائل اخف من الماء كان الاحتياج للصنج لاجل
 حصول التهفهف اقل مما اذا كان السائل اثقل منه لكن في كلتا الحالتين
 يكون حجم السائل المنزوى من وضع الالة واحدا لا يتغير وفروق الاوزان
 الموضوعة في ب تدل على زنة الفرق النوعية للسائل لمقابلته بالماء المقطر
 فلو كانت زنة الالة الغاطسة في الماء مع زنة الصنج الاضافية الف قمحة ولزم
 لغطوسها في حمض الكبريت الى نقطة س ألف وثمانمائة قمحة يقال ان نسبة
 زنة حمض الكبريت لزنة الماء كنسبة الالف والثمانمائة الى الالف

تنبيه ينبغي الانتباه الى الكلى في مساوات درجة حرارة السائل المتقابلة لان
 الحرارة تعدد الاجسام فتغير اوزانها النوعية على حجم معين وقد ادركنيكولسون
 امكان استعمال الاريوميت العام لتعيين الاوزان النوعية من الاجسام
 الصلبة فكان يعلق في الطرف الاسفل من الاريوميت الذي هو من صفر
 او صنج سطلا صغيرا مثقبا من فضة شكله ت فيضع ذلك السطل كافي
 الشكل (٧٧) ان كان الجسم الموزن اثقل من الماء اى فتكون علاقة السطل
 من الاعلى اى كافي الشكل (٧٨) اى كان اخف من الماء اى فتكون العلاقة
 من اسفل والصابورة على كل في منتفخ يد فاذا اريد تعيين الزنة النوعية للمائس
 مثلا وفرضنا ان الماء المقطر في الدرجة الرابعة فوق الصفر وان الزنة اللازمة

التهف الالة خمسة وعشرون ابراما تضع الماس في كفة ب ونضيف له من
 الاوزان ما يحصل به التهف فاذا حصل من اضافة ٢٣,٨ من الاجرام علم
 ان وزن الماس في الهواء ١,٢ لانه حيث كانت ٢٥ ابراما هي زنة الالة
 والماس معا وزنة الالة منها ٢٣,٨ فالباقي لوزن الماس ١,٢ ويرسم
 هكذا $23,8 - 1,2 = 25$ فهذه طريق معرفة زنته في الهواء
 وطريق معرفة زنته بالنسبة للماء ان يوضع الماس المذكور في السطل وتغطس
 الالة كلها في الماء ويوضع في الكفة من الاوزان ما يحصل به التهف ثانيا ويكتفى
 في الحالة التي فرضناها ان نضع في الكفة ٣٤ سنتي اجرام هي زنة الجرم الذي
 اراغه الماس من الماء بوضعه فيه فاذا قسمت زنته في الهواء على زنته في الماء
 كان خارج القسمة هو زنته النوعية والخارج بعد القسمة في هذا المثال ٣ و ٥٣
 اعني ثلاثة سنتي اجرام وثلاثة وخمسين ميللي اجرام وهي زنته النوعية ويرسم
 هكذا $\frac{1,2}{3,03} =$ وقد بلغت هذه الطريقة مبلغا عظيما من الاتقان
 حتى صار بها يمكن الوقوف على التفاوت في ثلث عشر قسمة ولذا كانت كثيرا
 ما تستعمل في بيان غش المعاملة لان زنتها النوعية دائما اقل من زنة الذهب
 والفضة الصرفين وينبغي ان يكون الاريوميتر نظيفا جادا ليبل الماء جميع اجزائه
 على حد سواء والاريوميتر ذو الساق او ذو الجرم الخالف هو السابق صورته في
 الشكل (٧٥) وهو اعلم استعمالا واكثر راحة فانه لا يستدعي حساسا ولا وزنا
 اضافية لكنه اقل اتقا فالكونه من حيث انه عار عن نقطة التهف يقع
 في حجم ما ينزوي به من السوائل بغطوسه فيها اختلاف قليل كالذي بين درجة
 ودرجة اخرى ومع ذلك فيمكن تدرج الالة بالاتقان بتغطيسها في سوائل
 مختلفة الطبيعة متماثلة الحجم مع التعليم على درجة النقطة التي يحصل فيها
 التهف لكل سائل وبهذه الطريقة تصم مقاييس السوائل فالذي يؤخذ
 مبدأ لترجج الاريوميتر ذو الساق اى لعمى درجه هو الماء المقطر وما كان منها
 مقياسا للسوائل الاثقل من الماء يجعل الصفريه من اعلى وما كان للسوائل
 الاخف يجعل من الاسفل ففى عمل المقياس الالكولى تغطس الالة في الماء حتى

يصل الماء بسبب ثقل الصابورة الى الجزء العلوى من الانتفاخ ولا يتجاوز
ثم يرسم على هذا الجزء ١٠ كما انفقوا عليه ثم تغطس في الالكول النقي حتى
يحصول التمهف ثم تقاس المسافة التي بين نقطة التمهف والعشرة بالبركار
وترسم على ورقة وتقسيم تلك المسافة على الورقة ثلاثين درجة متساوية
ثم تبرم الورقة وتوضع في ساق الار يوميت بحيث تكون نقطة التمهف ونقطة
العشرة اللتين في الورقة مطابقتين للثنتين في الساق ثم تسد الانبوبة بمصباح
النقاس والمقياس الالكولي هذا ينفع لقياس جميع السائلات التي هي اخف من
الماء وبعض المقياس المذكورة يصنع بالانير وبعضها ترسم نقطته السفلى على
موجب تغطيسه في الخوض الكبير بتي المركز ونقطته العليا على موجب تغطيسه
في الماء المقطر ثم يقسم ما بين النقطتين ستا وستين درجة وهما يسمى بحسب
ما يستعمل فيه فاذا استعمل في الحوامض سمي مقياس الحوامض وان
استعمل في السوائل سمي مقياس السوائل وهكذا وكثيرا ما يعمل مقياس
بوميه لجميع السائلات فالذي للسوائل الاثقل من الماء يكون صغره من
الاعلا والذي للسوائل الاخف يكون صغره من الاسفل وكيفية رسم درج
الاول ان توضع الانبوبة مفتوحة في الماء على حد احدى عشرة درجة فوق
الصفير ثم يصب الزئبق الذي يراد عمله صابورة حتى تغطس الالة ويصل الماء الى
اعلاها فهناك يوسم الصفير ثم يسد عنق الانتفاخ الصغير لتحفظ الصابورة التي
فيه ثم تغطس الالة في سائل مكون من خمسة وثمانين جزءا من الماء وخمسة
عشر من ملح العادة ويرسم في محل التمهف ١٥ ثم تقسم المسافة التي بين
الصفير و ١٥ خمس عشرة درجة اقساما متساوية ثم يدرج باقي الانبوبة
بدرجات متساوية كهذه الى ان تسد الانبوبة من اعلاها وكيفية رسم
درج الثاني ان توضع فيه الصابورة ليغطس الى راس المنتفخ الفارغ ويكون
التغطس في سائل مكون من تسعين جزءا من الماء وعشرة من ملح العادة
ويرسم الصفير في نقطة التمهف ثم يغمر في الماء القراح ويرسم في نقطة التمهف
ايضا ١٠ ثم يقسم ما بينهما عشر درج متساوية ثم يرسم باقي الانبوبة بدرجات

متساوية على حسب تلك الدرج

الفصل الثامن في موازنة السائلات في الاناييب الشعرية

قد ذكرنا ان السوائل المتجانسة انما يتساوى سطحها في الاناييب الواسعة المستطرفة لبعضها اما اذا كانت ضيقة ولو مستطرفة لاناء واسع فلا لان السائل يرتفع او ينخفض في الاناييب على حسب طبيعة ذلك السائل على ما يأتي وهذه الحالة تسمى بالظواهر الشعرية والمراد من لفظ شعرية ان قطر فراغ هذه الاناييب يكون رقيقا جدا كالشعرة حتى غمرت تلك الاناييب في ماء او الكول ومسكت منتصبة فيه مدة شوهدارتفاع السائل فيها عن سطحه الاصلى ومثل الاناييب الشعرية الصفايح المطبقة على بعضها التي يكون بينها خلوي سير كالشعرة سواء كانت من زجاج او غيره فانها اذا غمرت في السائل ومسكت كما مر شوهدارتفاع السائل فيما بينها واذا المعن النظر في رأس السائل المرتفع في الاناييب شوهدارفيه تعير من الجهة العليا يسمى بالمينيسك المقعر هذا في السائل الذي يبل الاناييب اما السائل الذي لا يبلها كالزئبق وكالماء اذا كانت اسطحه الصفايح مدهوثة بالشحم فلا يرتفع فيها عن سطح كتلته العامة بل ينخفض ويكون جزؤه العلوى محدبا ويسمى هذا بالمينيسك المحدب وكلما ساق قطر الاناييب الشعرية زاد ارتفاع السائل وانخفاضه عن سطحه العام ويقال في علمه ذلك ان في السائل ميلا للاناييب وفي اجزائه قوة انجذاب لبعضها ولا دخل لضغط الهواء هنا لان هذه النتائج بعينها تحصل في الفراغ وقد ذكرنا ان في اجزاء السائل قوة تمنع تباعدها عن بعضها فاذا وضع لوح من زجاج على الماء وكان معلقا بعاتق ميزان وكا في حالة الموازنة اتصق اللوح بالماء واحتاج فصله عنه لوضع جملة صمغ فم العاتق الاخر ولو عمل ذلك في الفراغ ايضا والاتصاق المذكور لا يتأتى نسبته الا لميل السائل للزجاج ولقوة الجذب التي بين اجزاء السائل وبعضها والميل في ذلك اقوى بدليل انه دائما يبقى بعض السائل ملتصقا بالزجاج وبدليل ان الصمغ التي تلزم لفصل الزجاج عن السائل

أكثر من السائل الذي يلصق بسطح الزجاج بكثير ومن الواضح ان كثرة كمية
الوزنات الموضوعة في عاتق الميزان وقلة السائل المعلق بسطح الزجاج يدلان
على الميل المذكور واعلم ان الزجاج مثال والا فالانابيب من اى مادة كانت
وسمك جدرانها منهم ما كان لا يغيران الظواهر الشعرية في شئ نعم يظهر
ان الميل الذي بين السائل وبين الاجسام الصلبة التى لاتنفذ اجزائه فيها انما
يكون بين اسطحه الملازمة فقط والسبب فى تحذب المينيسك الذى هو دائماً
ي صاحب نزول سطح عمود السائل وتقعره الذى هو دائماً ي صاحب ارتفاعه هو
كثرة او قلة ميل جدران الانابيب الشعرية للسائل والذى عرف من الاستقراء
انه متى كان جذب الجدران اكثر من نصف جذب اجزاء السائل الدقيقة لبعضها
ارتفع السائل فى طول الجدران وعلا بالضرورة عن وسط السطح الظاهر
للسائل فتكون قمة السائل مقعرة بخلاف ما اذا كان جذب الجدران اقل من
النصف فانه يعبر ارتفاع السائل عن وسط السطح الظاهر وتكون قمته
حينئذ محدبة وصعود السائل فى الانابيب وانخفاضه فيها يزيدان على حسب
ضيق ثقب الانابيب فلذا كان من المشاهد ان انبوبة التى يكون قطرها
ميللى ميتر ترفع السائل الى ثلاثين ميللى ميتر اعلان السطح الظاهر للسائل
وتحفظ انخفاض الزئبق نحو ثلاثة عشر ميللى ميتر ومتى تغيرت حالة الميل
تغيرت هذه الفعل فاذا كان الزئبق فى انبوبة من ذهب نشأ عن ذلك مينيسك
مقعروا اذا كان الماء فى انبوبة من زجاج مشحمة نشأ عنه مينيسك محدب

الباب السابع فى الايدروستاتيك والايديرولييك

هما فرعان من علم الطبيعة الاول يعرف به نواويس حركة السائلات والاشان
يعرف به تطبيق تلك النواويس على الميكانيك اى الصنابع ليحصل تحريك
الات تلك السوائل ولذا سميت الات المتحركة بالسوائل بالالات
الايدرواتيكية والمقصود من احداث ضغط مستمر على السائل استيفاء منفعة
قوة ذلك السائل بدوام جريانه اذ لو نقصت كمية السائل لانتقصت قوة جريانه

٢ ايضا اذ من المعلوم لكل احد انه اذا فتح ثقب في وسط اناء كبير مملوء ماء انصب
 اولاً من الثقب بسرعة قوية ثم تتناقص تلك السرعة على حسب هبوط سطح
 الماء فكلما نقصت قوة الضغط نقصت السرعة فيحتاج لتحصيل ضغط مستمر
 حتى تستمر قوة السرعة ووسائل ذلك ثلاثة اشياء الامتلاء المفروط وطائفة
 ديپورنى واناى مربوط * اما الاول وهو الامتلاء المفروط فيكون بالجهاز البسيط
 المرسوم في الشكل (٧٩) وهو مكوّن من مستودع ح الممدد دائماً بالماء
 ومن رافعة سى المعلق بها صمام يفتح ويقفل قصبته ت على حسب
 الارادة وهذه القصبه توصل الماء الى مستودع صغير ينحدر اليه الماء والا قبل
 سقوطه في المستودع الكبير ص لتلاى اضطرب بالسقوط فيشوش الانصباب
 الحاصل من ه والماء المار من محل الصمام الى مستودع ح يلزم ان يكون بقدر
 ما ينصب من ه وما زاد عن ذلك يفيض من شرم ف وحينئذ فيستمر علو
 سطح الماء فى د ويقف هناك * واما الثانى وهو طائفة ديپورنى المرسوم
 صورته فى الشكل (٨٠) فيكون من حوض عظيم جدراناه ا ب ت
 ث وهو مربع منقسم بحاجزين الى ثلاثة اما كن د ذ ر وفى مكانى
 د ر وعاء آن من نحاس رقيق ص ص مثبت كل منهما بثلاثة احزمة من
 حديد ه ه ه ه ه ف عند ما ينضغط الماء المنحصر فى د ر من الوعاءين يصعد ويرى
 س س من اعلى الحاجزين المجموعين لذلك اللذين ه ه اخفض من حافى
 الحوض و و كيفية الضغط المستمر على نسق واحد الحاصل من هذه الآلة
 ان الطائفتين ص ص يكبران على السائل الذى فى المسكنين د ر
 فينبعث السائل من س الى المكان المتوسط ذ حتى يمتلىء استلاء
 متساوياً ويبقى كذلك بدون ان يضطرب السائل الذى يفيض عنهما تنفتح
 احدى الفتحات التى على اللوح المعدنى ش ويدخل فى قعر ع المثبت
 على قضيب من حديد ط ط ومنه ينزل فى مستودع ف ف المعلق
 فى قضيب ط ط المعلق فى ساق من حديد ظ ظ المعلق فى ساق اخرى
 عليها ق ق المعلق فيه الطائفتان المذكورتان فيجذبان كمية الماء

وبهذا التركيب ينصب الماء ويدخل في مستودع ف ف فينقل على
القضيب المعلق للطافتين فيجذبهما الى اسفل فيضغطان على الماء الذي في ذر
بقعهما انصب في مستودع ف ف وبهذه الطريقة يكون الضغط مستمرا
على نسق واحد وذلك بسبب ان سطح الماء في ذ علوه دائما واحد مادام
السيال الذي في ذ ريعر من س ويدخل في مكان ذ * واما الثالث الذي
هو اناء مربوط المرسوم في الشكل (٨١) فهو اناء مملوء ماء له انبوبة مملوءة
ماء ايضا ترفع وتخفض بحسب الارادة لكونها تنزل في سداد فم الاناء ويمكن
رفعها وخفضها عن سطح الفتحة الجانبية وفي هذه الفتحة انبوبة ضيقة جدا
بحيث لا يتمكن الضغط الجوي عليهما من فصل عمود السائل النازل منها
ومتى نزل طرف الانبوبة الاسفل ن عن خط ب ت وانفتحت الانبوبة
الصغيرة ت انصب منها السائل لان الضغط الجوي الذي على ت هو
الضغط المعتاد والذي على باطن الاناء مكون منه ومن ضغط عمود السائل
ن ت والسائل لا يزال منبصبا حتى يتساوى الضغط الظاهر مع الضغط
الباطن فتحصل الموازنة عندما ينزل السائل الذي في ت الى نقطة ن
وينقطع سيلانه متى انخفض سائل الانبوبة عن ت الى ن اعني اذا
ساوى ذلك السائل خط ت ب ولو كان الاناء ممتلئا وقتحت ت ت
مفتوحتين واذا صعد بطرف ن الى ناحية ط ارتفعت من ذلك الطرف
فقاقيع هواء يتسبب عنها عمود الانصباب فاذا تابع هذا الصعود بسرعة
صير الانصباب مستمرا لحدائه ضغطا مستمرا على نسق واحد على قة الاناء
الباطنة وكما رفع طرف ن زادت فقاقيع الهواء المارة وزادت سرعة
الانصباب لانه ساوكل ذلك كما كانت دائما على حالة واحدة لان ضغط الجو المؤثر
في ت باق على حالة لم يتغير والهواء لا بد ان يخل في قة الاناء الباطنة الا بالتدريج
تابعنا ناقص كتله السائل

الفصل الاول في قضية توريشيلي

اكتسب ذلك السائل وقت سيلانه شكل تلك الفتحة وبعد مسافة ما من نقطة الخروج يصير سلسول ذلك الماء اماس براقا كانه قضيب بلور غير متحرك وفي خروجه من الاناء يكون قطر عرق ذلك السائل كقطر الفوهة وبعد مسافة صغيرة يأخذ في الدقة شيئاً فشيئاً الى ان يصل الى حد يسمى بانقباض العرق ثم يأخذ في الغلظ وبعده بقليل ينتشر ويتشتت فان كانت الفتحة مربعة حصل انقباض العرق ايضا وتغير شكله لان العرق بعد ان يبعد عن الفتحة بمسافة ينقل قليلا وتأخذ زوايا تربعة في الانقراج والانتساع حتى يصير كافي الشكل (٨٢) فان زوايا $a b c d$ فيه منفرجة متسعة ويقال حينئذ انقل العرق وهذا الانقمال كما يحصل بعد الانقباض يحصل قبله واختلاف شكل العرق ناشئ عن اختلاف شكل الفوهة وانقباض العرق ناشئ عن انضمام الخيوط الصغيرة من السائل المكونة للعرق وذلك لان اجزاء السائل بسبب كونها مندفعه بالضغط ومنجذبة بالانصباب تزدحم نحو الفتحة وتتقارب لبعضها فيتكون من ذلك خارج الفتحة ما يسمى بانقباض العرق

الفصل الثالث في البرنج

البرنج انابيب توفق على الفوهات الرقيقة الجدران لتنصب السوائل منها فحيث كان شكل البرنج مشابهاً لشكل العرق كما هو مشابه كهيئة الى نقطة الانقباض كان انصباب السائل منه كان لم يكن برنج اي فلا يفيد وجود البرنج بطوا ولا مبرعة اما ان كان البرنج اسطوانيا فتارة يمر منه السائل بدون ملاصقة ويسمى العرق حينئذ مطوقا وتارة يعمل البرنج كله ويسمى بمالي القصبية ولا شك ان السائل في الحالة الاولى يسيل كان لم يكن برنج وفي الحالة الثانية يكون سيلانه كثيراً فاذا كان خروجه في الحالة الاولى بقدر مائة كان في الحالة الثانية قدر مائة وثلاثة وثلاثين فان كان البرنج مخروطيا زاد السيلان عما قلنا ايضا فلو كان من مخروطين سقطوعين كالمرسوم في الشكل (٨٣) كان السيلان اكثر من ذلك جزما لان المخروطي الاول ثن ص م يكون

كش كل العرق باتفاق وطول الثاني من ث الى الاختناق م ن يكون
 بقدر طول الاول الذي هو من ه الى الاختناق ثلاث مرات والاتساع
 المرسوم عليه و و يكون كاختناق ن م سبعة عشر ثمنا اعني يكون
 قدره مرتين وثمنا ويرسم هكذا $\frac{17}{8}$ فاذا كانت الفوهة خالية من البرايخ
 وخرج منها السائل بكمية مائة كان الخارج بالبريخ مائة وخمسين
 فلو جعل في طول البريخ انتفاخ نقص مقدار الانصباب والحالة الباطنة
 لجدران الاواني المحتوية على السائل تؤثر في كمية الانصباب فيكثر الانصباب
 متى كان تقعر الجدران التي فيها الفتحة مما يلي الباطن كالمرسوم في الشكل (٨٤)
 ويقل متى كان مما يلي الظاهر كما في الشكل (٨٥) ومعياري مقاييس المياه
 الجارية من اى فوهة كانت هو القيراط وهو مقدار من الماء يخرج في ثانية
 من فتحة قطرها قيراط وتكون تلك الفتحة تحت سطح السائل بنحط والكمية
 الخارجة في هذا الزمن من ذلك الثقب تعادل ٦٧٢ قيراطا مكعبا من الماء
 وهي تقرب من عشر بن ليترا

الفصل الرابع في نافورات الماء

مقتضى قضية توريشيلي ان السرعة التي تكسبها اجزاء السائل حال خروجها
 من فوهة الجدران العليا لا سطوانة افقية مستطرفة بمستودع كالمرسوم
 في الشكل (٨٦) ان يرتفع السائل الخارج حتى يساوى سطح سائل
 المستودع لكون الضغط الواقع على سائل الانبوبة حاصل من سائل المستودع
 الذي هو عال لكن عاقبه عن ذلك احتمال السائل في القصبات ومقاومة
 الهواء ورجوع المياه المنفصلة من الفوهة على المياه الخارجة منها وكل هذه
 تمنع الماء الخارج من الفوهة ص عن الصعود الى مساواة خط ب
 ولو كانت الفوهة الانتهاية لقصبه م رقيقة الجدران وقد عرف مما سبق
 ان نهاية ما يرتفع السائل خمسة اقدام اذا كان علو المستودع خمسة
 اقدام وقيراط

الفصل الخامس في ضغط السائلات المنصبة

لا يشك في ان السوائل حال انصبابها اذا ثمان تضغط على جدران البرايخ والقصبات او الانابيب التي تمر فيها وكذا القوهمات التي تخرج منها فاذا علق بخيط وعاء مملوء ماء بقي غير متحرك لان ضغط الماء عليه من جميع الجهات متساو فلو فتحت فيه فوهة من الجدار الجانبى لاجل استفراغ الماء لخرج الماء مقهقرا للوعاء بقهقرة مشابهة لقهقرة آلات الحرب النارية كالمدافع عند اطلاقها والبارم الايدر وليكي المرسوم في الشكل (٨٧) ينبت رد فعل السائل في الاوعية التي يخرج منها والبارم المذكور انبوبة واسعة من زجاج او معدن مرسوم عليها في الشكل المذكور ص ومعلقة بخيط من نقطة ط وبها انبوتان رفيعتان احدهما معوج طرفها الى اعلى والثانية الى اسفل والطرفان المعوجان عموديان على الانبوتين وفي كل طرف حنفية صغيرة ب ب فاذا فتحت الحنفيتان احدث الماء بانصبابه منهما حركة رجوية في البارم المذكور

الفصل السادس في صدم السائلات لجدران القنوات وفي الجدى

الايدر وليكي

اذا استفراغ السائل من مستودع م المرسوم في الشكل (٨٨) بواسطة قصبة آن وخرج من حنفية ب التي هي اضيق من القصبة ثم اغلقت بغتة حصل في باطن القصبة صدمة شديدة يمكن ان يتسبب عنها كسر في بعض الاحيان وتناهى قوة الصدمة بزيادة ارتفاع السائل في انبوبة م ص العامودية اذ بمجرد غلق الحنفية يرتد السائل ويرتفع دفعة في الانبوبة المذكورة حتى يصير اعلى من نقطة د بكثير وسبب هذا الارتداد الصدمة الممانعة لحركة السائل عن جريانه لان السائل المتحرك بمجرد صدمه للمانع يرتد بعكس اتجاهه الاول

والجهاز المسمى بالجدى الايدر وليكي المرسوم صورته في الشكل (٨٩) الذي

اخترعه مونيخولغيرمثال لما يحصل في هذا الارتداد فان آب فيه قناة
مستدودة فيها اسلول ماء جار يريد ان يخرج من فتحة من وهذه القناة
تسمى بجسد الجدى وفي اسفل فتحة من كرة مجوفة ط تغلق الفتحة عند
ما ترفعها قوة الماء من اعلى السيور المرتكزة هي عليها وتسعى رأس
الجدى وينبغي ان يكون ثقلها ضعف ثقل حجمها من الماء وفتحة من محيط
بجدار كى تسدها الكرة اذا وصلت اليها سد المحكم فهي بمنزلة صمام مانع ويمكن
ابدالها بصمام ذى ساق ساقط بثقله هكذا الشكل (I) وهناك كرة اخرى ص
اصغر من الاولى لكن مثلها في الثقل مرتكزة على فتحة سادة لها سد محكم
محاطة بحلقة من جلد وسيور مرتبطة حول الفتحة بحيث تبقى هناك مسافة
كافية لارتفاع الكرة ومرور الماء لكنها تمنعها ان تسعد جدا عن الفتحة التي يلزم
ان تسدها بارجوعها اليها وفي الدقية الاولى من وصول الماء الى فتحة من
يقرع الماء كرة ط ويرفعها فتسد الفتحة وبسبب اول دفعة للماء يرتد بقوة
وهذا الارتداد ترتفع كرة ض ويمر الماء في مستودع الهواء ش فتسقط كرة ط
على سيورها ثانيا فيعود سائل القناة بان دفاع جديد ويتكرر الفعل هكذا
فيخرج الماء بالقهر مستودع الهواء ش فيتضغط الهواء وبانضغاطه يضغط
على السائل الذي يمر في انبوبة ج ويرتفع فيها اعلى من سطحه الاول الذي
في مستودع ش بكثير وبهذا الجهاز يمكن من توصيل الماء الى علو عظيم

الفصل السابع في الطلومبات

هي آلات تصنع لرفع المياه بواسطة قوة ميخانيكية وانواعها ثلاثة الماصة
والسكاسة والماصة السكاسة اما الاولى وهي المرسوم صورتها في الشكل
(٩٠) فكونت من جسم آب المفتوح من جزئه السفلى ومن قصبه ص
الغائصة في الماء ومن لآ التي هي الجزء الاسفل من مكبس ط ومن صمام ه
الذي ينفتح من اسفل الى اعلى فاذا اوتفع المكبس حصل الغطاء في باطن جسم
الطلومبة وانجذب الماء س الى ان ينفتح من اسفل الى اعلا ويمر من اعلاه

وكما صعد المكبس عمل فراغا جديدا وجذب الماء الى اعلى صمام ه فبهذه الحركة
يرفع المكبس الماء الذي يعلوه ويبرد صمام س معلوها ويذهب في الانبوبة
منه آ الى ت وينصب من برنج ط وللمكبس في ث نصف دائرة من
حديد تسهل ارتفاع صمامه وتسهل ايضا حركة قضيب ظ عند ما تعمل
الرافعة ف ف المثبتة في نقطة ي حركاتها لارتفاع وانخفاض
المكبس ولا يلزم ان نبين ان ضغط الجو على مستودع الماء الذي غاص فيه
الانبوبة ص هو السبب في صعود الماء عند ما يعمل المكبس الفراغ ولان
جسم الطلومبة اذا كان اعلى من سطح الماء بمسافة اثنين وثلاثين قدما
لا يمكنه ان يجذب الماء الى نقطة الخروج التي هي ط لان ذلك قد علم مما سبق
في قصة عمله فساق فيرينسا

واما الثانية اعني الكابسة ومرسوم صورتها في الشكل (٩١) فحسم ا ب
فيها اسدود من اسفل مفتوح من اعلى يتحرك فيه مكبس له صمام د ينخفض
بصعود المكبس ويرتفع بنزوله والطلومبة كلها غائصة في ماء المستودع ج ح
خ ي فاذا ارتفع المكبس دخل الماء من اعلا ا ا واذا انخفض بواسطة الرافعة
المؤثرة في طرفه ص اندفع صمام د بالسائل المار من اسفله وسد
الجزاز فبسبب ذلك يندفع السائل وينضغط فينصب من انبوبة س س
بفتح صمام ه من اسفل الى اعلى ومتى جاوز السائل هذا الصمام لا يمكن
من العود لكون الصمام ينزل ثانيا وينغلق بثقله وثقل الماء فيندفع الماء
في الانبوبة الجانبية س س وهي تنصب او توصله الى المحل المراد لان
طرف ن حامل لقصبية توصل الماء الى الناحية المرادة .

واما الثالثة اعني الماصة الكابسة ومرسوم صورتها في الشكل (٩٢)
فركبة من السابقتين والمكبس م فيها مصمت لاصمام له فاذا اصعد
بواسطة عاتق رافعة ص . اشتف الماء فيصعد الماء من اسفل الى اعلى
في قصبية ط الغائصة فيه حتى يرفع صمام د الذي في مسافة س
من اسفل الى اعلى والطلومبة الى هذا الحد كانت ماصة فاذا انزل ذلك المكبس

يمكن وزن جميع الغازات بعد تنقيتها وزنا متقنا ومن حيث ان اكثر الغازات له
تأثير كيميائي في المعادن فلنجعل حنفية السكر التي يوزن فيها الغاز من
البلور واختلاف الاوزان النوعية للغازات اكثر من اختلاف الاوزان
النوعية للاجسام الصلبة والسائلة فالزنة النوعية للغاز ثاني اوكسيد
الازوت (٠.٣٠٨٨ ر) وهوائقل من غاز الايدروجين المشهور الان باليود
ايدريك بمائة واربعين مرة لان زنته ٤٣.٤٤ ر) ومن حيث ان الايدروجين ين
٢٠٠٦٨٨ ر يكون اخف من الكلور بخمس وثلاثين مرة لان زنته ٢٧.٤٧ ر
واخف من غاز اليود ايدريك بسبعين مرة تقريبا ومعرفة النسب بين اوزان
الغازات توجب لان يوزن كل منها على حدة في كرة واحد بعد الاخر ويعرف
التفاوت وما يفعل في الغازات البسيطة كالاوكسيجين والايدروجين والكلور
والازوت يفعل في الغازات المركبة وهي اكثر من عشرين غازا

الفصل الاول في الجو

الجو وهو الهواء طبقة غازية تحيط بكرة الارض من جميع الجهات على
نسق واحد وتابعة لها في جميع حركاتها ومسوكه عليها بواسطة الجذب
الارضى وهذا الجو وان كان يظهر لنا انه عظيم البعد فلا يزيد ارتفاعه عن ثلاثة
عشر فرسخا وخمسة عشر على اختلاف الآراء في ذلك ويرى ازرق اللون لكن
لا تظهر زرقة الا بمشاهدة جرم عظيم منه والا فالقليل لالون له وهذه الزرقة
المشاهدة في الجو هي السماء بالسماء وتبصر كأنها قبة قليلة البعد من جهة
الافق والهواء كما ثبت في علم الكيمياء مركب من واحد وعشرين جزءا من
الاوكسيجين وتسعة وسبعين من الازوت وفيه من الحض الفخمى من نصف
جزء الى جزء في المائة ويحمل من الابخرة المائية من ٠.٣٣ ر الى ١.٦٦ ر
بالنسبة لحجم الهواء فيكون ذلك تقريبا ٠.١٤٢ ر بالنسبة لزنة الهواء وكذا
يحمل من تصعدات الاجسام المختلفة * وثقل الهواء امر ثابت يبرهن
عليه بما ذكرناه في فصل الباروميتر ويثبت ببيانات عديدة منها انه اذا وضع

ناقوس من زجاج على سطح الالة المفرغة واستفرغ منه الهواء التصق
 بالسطح وتعذر رفعه عنه وذلك لانه لما خرج الهواء من باطن الناقوس ولم
 يكن هناك ما يقاوم الهواء الخارج كبس الهواء الخارج على الناقوس بكل
 ثقله فالتصق بسطح الالة ومنها انه اذا اخذت اسطوانة من زجاج مفتوحة
 الطرفين وشد على احدهما مشانة وربطت عليه ربطا قويا ثم عمل فيها الفراغ
 كبس الهواء الخارج على تلك المشانة بقله وخفضها فاذا تم عمل الفراغ
 حسب المطلوب وقرع على المشانة باصبع انفجرت بسهولة وسمع لانقيارها
 فرقة عظيمة وما ذاك الا من سرعة ولوج الهواء في الاسطوانة وفي هذه التجربة
 دلالة على ان ضغط الهواء كان من الاعلى وقد يكون من كل جهة ويظهر
 ذلك فيما لو اخذت انبوبة فيها اتساع مناسب وطولها اكثر من ثلاثين
 قيراطا وثقبت بعد عشرين او اربعة وعشرين ثم ملئت زئبقا ثم سد الثقب
 سداجيدا بشد قطعة مشانة عليه فانه اذا وضعت هذه الانبوبة منكسة في اناء
 فيه زئبق نزل عمود الزئبق الذي فيها الى ثمانية وعشرين قيراطا من العلو
 كما شاهدنا ذلك فاذا ثقبت السدادة التي هي من المشانة بارة انفصل العمود
 جال دخول الهواء الى قسمين يصعد احدهما وينزل الاخر وما ذاك الا من ضغط
 الهواء من الجوانب ومن اعلى واسفل ويبرهن على ضغط الهواء من اسفل الى
 اعلى بانه لو اخذ كبس من زجاج وملى ماء الى حافته ثم طبق عليه قطعة من
 الورق المتين ونكس لما سقط من الماء شيء وما ذاك الا من ضغط الهواء على الورق
 والذي يثبت ضغط الهواء ايضا من كل جهة التجربة المجد بوجية نسبة الى
 مدينة مجد بوج وهي ان يطبق نصف الكرة من نحاس مجوف كالمرسومين
 في الشكل (٩٣) على بهضهما باستحكام من حوافهما ب ثم يعمل الفراغ
 في تلك الكرة بان يجذب الهواء من ساقها لانه مجوف ويمكن ضبطه
 على الالة المفرغة ببرمة ثم تغلق حنفية د لمنع رجوع الهواء وبعد اتمام عملية
 التفريغ ترفع الكرة عن الالة وتعطى لشخصين قوين ليجذب كل منهما نصفها
 الى جهته بكل قوته ومع ذلك فلا ينفصلان لضغط الهواء عليهما من كل جهة

ولو وضع تحت ناقوس الالة المفرغة اناء كالمرسوم في الشكل (٩٤) بعد وضع ماء فيه الى ثلثيه وسد به سداده المحكمة التي فيها الانبوبة الدقيقة ن ثم عمل الفراغ في الناقوس لوجد الماء ينبثق من الانبوبة وماذا لا الكون الهواء الذي في باطن الاناء في نقطة ه زالت موازنته مع الهواء الذي كان في الناقوس وخرج بعمل الفراغ فتقل على الماء فدفعه في الانبوبة وانبثق منها ولو ابدل الاناء بمثانه فيها هواء قليل لشوهه بتمدد هاء كما حصل الفراغ لعدم وجود هواء في الناقوس يضغط عليها وها ان التجربتان الاخيرتان كما يثبتان ضغط الهواء يثبتان مرونته وقوله للتمدد فاذا ادخل الهواء في الناقوس عاد كل شئ الى حالته الاصلية حتى ان الهواء يعود ثانيا الى محل ه في الاناء المرسوم في الشكل (٩٤) مجتمعا للماء الباقي في الاناء وذلك لكبس الهواء العائد عليه وضعفه بسبب تمده في الفضاء الحادث من خروج بعض الماء عن موازنته ومما يستدل به على الضغط الهوائي ما يحصل في جسمنا من المحجمة حين نوضع على جزمه فان باستئصال الهواء من باطنه المحجمة بمص الحجام او يجذب الطلونة او بوضع جسم ملتصق في باطن المحجمة يشغل الهواء الخارج على المحجمة فتكس على ذلك الجزء فيتمدد وينتفخ ويحمر وماذا لا المنع ضغط الهواء عنه ويحصل مثل ما ذكر من التمدد وما بعده في الجسم كله اذا انقطع عنه الضغط المعتاد للهواء

مرونة الهواء

واعلم ان المرونة التي في الهواء وجميع الغازات تامة بمعنى ان الغازات المذكورة لو ضغطت بضاغطة ثم انقطع ذلك الضاغطة عادت الى حالتها الاولى كما هو شأن المرونة ان تامة مثال ذلك اذا ملئت مثانة هواء وضربت بصولجة فانها تنفطر طبع ثم تعود لتساكنها الاول سريرا ولو ضغط على مكبس طلونة بمحرك فيها كالمرسوم في الشكل (٢٤٣) الا ان الضغط الهوائي تحت في جسم للطلونة انضغاطا عظيما ومتى ترك الضغط على المكبس ردت مرونة الهواء الى مجمل الاول

ولو اخذت انبوبة مقوسة الاسفل كالمرسومة في الشكل (٩٥) منسدة من نقطة $س$ التي هي نهاية الشعبة القصيرة منقطة من نهاية الشعبة الطويلة مرسب فيها قليل من الزئبق بحيث يملأ قطر رقوسها $ص$ لا يختصر فيما بين $ح$ و $و$ من بعض هواء مضغوط بالهواء الخارج الضاغط على الزئبق فلو صب فيها عمود زئبق علوه ٨ قيراطا لانضغط الهواء المختصر فيما بين $ح$ و $و$ من بضغط يعادل ضغط جواخر فتصعد حينئذ نقطة الزئبق الى $ب$ وتصير الهواء المختصر في الشعبة القصيرة نصف حجمه الاول فلو كان طول الشعبة الطويلة كافيا لان يسع ٢٨ قيراطا اخرى من الزئبق ووضع فيها بالفعل لنقص حجم عمود الهواء الذي بين $ب$ و $و$ النصف فيكون من $هـ$ الى $س$ وباضافة ٢٨ قيراطا اخرى من الزئبق ينضغط الهواء المذكور حتى يصير بين $د$ و $و$ فقط ومن ذلك يعلم انه كلما زاد الضغط بجو نقص حجم الهواء النصف لكن لا يمكن ان ينمحق بالكلية فاذا ازيل الضغط على نسق ما زاده عاد حجم الهواء على ذلك النسق

تمدد الهواء

وقد ذكرنا جملة ظواهر صادرة من مرونة الهواء منها بندقية الهواء ونافورة الضغط ونافورة هيرون التي تكون على ما في الشكل (٩٦) ايضا وان التسايج المتحصلة من الهواء يمكن ان تحصل من غيره من الغازات وان الضغط متى نقص عن الهواء تمدد وشغل مسافة اكبر من التي كان فيها وقت الضغط ويبرهن على ذلك بهذا الامتحان وهو ان يؤتى بمخبار طويل كالمرسوم في الشكل (٩٧) ويملاؤه زئبقا الى قرب اعلاه ونتركه انبوبة ص المسدودة من طرفها ان التي طولها من خمسة عشر قيراطا الى عشرين ويصب فيها زئبق الى حيث يبقى فيها مقدار من الهواء بحيث لو قلبت لكان فيها منه من $ب$ الى $ن$ ثم نفصم في المخبار حتى يتساوى سطح الزئبق فيهما فيرى ان هواء $ب$ ن لا يكون مضغوطا اكثر مما كان حين قلبت الانبوبة لتكون الزئبق دائما في نقطة $ب$

فهذا الضغط هو الضغط الجوى الخارج واذا وقعت انبوبة ص شياً
فشيئاً زاد حجم الهواء واخذ له محلاً من جهة ص فاذا وصل الزئبق الذى
فيه بسبب رفعها اعلى من سطح الزئبق الذى فى المخبار باربعة عشر قيراطاً
تمدد الهواء وشغل محلاً ضعف المحل الاول فيشغل الجزء العلوى الذى للانبوبة
من ن الى ت لان الضغط الحاصل من الاربعة عشر قيراطاً من الزئبق
هو ضغط نصف جوفى يكون نصف الضغط الذى تحمله هواء الانبوبة اول الامر
وكان به شاغلاً للمسافة التى بين ن و ب

الفصل الثانى فى المانوميتر اى مقياس تخلخل الغازات

المانوميتر جهاز فيه عامود من سائل يقاس به ضغط جميع الغازات
بخلاف الباروميتر فانه مقياس لخصوص ضغط الهواء ويقاس بالمانوميتر
ايضاً ضغط الغازات المنحصرة فى نحو الاوانى المسدودة عليها ومخبر الالة
المفرغة هو فى الحقيقة مانوميتر والمانوميتر المرسوم فى الشكل (٩٨) له مخبر باربعة
يقاس تخلخل الغازات التى تفد من نقطة ن الى ب التى هى باطن
الكرة الزجاجية والانبوبة الكبيرة ط ط يوجد فى باطنها باروميتر وهى
تستطرق للكرة من حنفيات فى جرتها الاسفل المعدنى ص على حسب
الارادة وانايب الامن المستعملة فى الكيمياء كثير من قبيل المانوميتر
اذ بواسطتها يحكم عند ارتفاع السوائل التى توضع فى الانايب وانخفاضها
بدرجة تخلخل الغازات المنحصرة فى الاجهزة او المنطلقة منها وسند ذكر
شرح استعمالها عن قريب

الباب التاسع فى دينا ميك الغازات

هو فرع من الطبيعىات يبحث فيه عن قوانين حركات السوائل المرنة واعلم
ان البحث عن الظواهر التى تحصل من الاجسام الغازية من حيث انه عسر
جد بسبب سهولة تحرك الاجزاء الغازية ومرونتها اللتين بهما تتغير حاله تلك
الاجزاء من ادنى ضغط يعرض لها لم يوجد فى دينا ميك الغازات من

المشاهدات المتقدمة الا القليل وفي هذا الباب ستة فصول

الفصل الاول في ضغط الغازات على محالها

لا شك في ان الهواء يشغل على جميع اجزاء محاله على حد سواء سواء كان في اواني او غيرهما مسدودة او لا فان المنحصر في اناء والخارج عنه مادام متوازين لا يطلب احدهما حيز الاخر ويتضح ذلك فيما لو حصر بعض هواء في فضاء اناء سلس الجدران كثمانة فانها تكون هابطة مرتخية مالم يعرض لها تقليل ضغط الهواء الخارج عنها بوضعها تحت ناقوس الالة المفرغة وتشغيل تلك الالة فاذا عرض لها ذلك انتفخت وتوترت بسبب تمدد الغاز الذي في باطنها وطلبه للموازنة مع الهواء الخارج وضغط الهواء لا يتساوى الا في الاواني بخلافه في الجوفان الضغط فيه يكون من الاسفل اكثر مما يكون من الاعلا والوسط لكن هذا لا يظهر في عمود هواء علوه اقل من عشرين قدما لان الفرق في كثافة طبقاته لا يعتبر لقلته بالنسبة لعمود الجوف الذي هو من اثني عشر فرسخا الى خمسة عشر على حسب الاراء في ذلك وزنته مساوية لعمود من الماء علوه اثنان وثلاثون قدما على ما مر

الفصل الثاني في الموازنة بين الهواء والاجسام السماوية

متى كانت زنة الاجسام السابجة في الهواء اقل من نصف زنة الهواء النوعية كما في القباب الطيارة وتركت ونفسها على سطح الارض ارتفعت في الجوف ابتداء بقوة تساوى زيادة زنة حجم هواء مساو لها فتكون تلك القوة بمقدار ما زاد به الهواء عن الجسم ثم كلما وصلت لطبقة من طبقات الجوف التي تقل فيها كثافة الهواء تناقصت تلك القوة فتقل سرعة الارتفاع حتى تقف عن الصعود وذلك حينما تصير في هواء كثافته اقل من نصف كثافة الهواء الملاصق لسطح الارض وصير الاجسام المذكورة في الهواء بهذه النسبة يثبت تماقص كثافة طبقات الهواء البعيدة عن الارض والا يمكن بهذه النسبة ان كان متى

انقذف جسم في الجو ولا يقف الا عند آخر الجو والسحاب من اعظم الامثلة
 للاجسام السابجة في الهواء لكونه اخف من طبقات الهواء السفلى عنه
 وذلك لانه متكون من بخار يختلف زنته باختلاف حرارة الجو وعلوه يختلف
 باختلاف طبقات الهواء والغالب انه يكون اعلا من سطح الأرض يتخوف من سطح

الفصل الثالث في الايروستات اي القباب الطائرة

قد استنتج من الاختبارات السابقة عمل القباب الطائرة فان مونقولفيير
 لما تحقق خفة الهواء بتمده من حرارة النار خطر به عمله القبة الطائرة
 فصنع قبة من القماش وغطاها بالورق وجعل في اسفلها فتحة وسلط على
 تلك الفتحة لم يمس مواد راكجية فصارت القبة ترتفع من نفسها في الجو وبعد
 زمن تجاسم بعض الناس على الارتفاع فيها فلما طهر الايدروجين خطر
 بالبال استعماله في القباب بدل النار والاستغناء به عن قبة مونقولفيير
 الكبيرة ويؤمن من ضرر النار في وسط الهواء فاستنبط الماهر شارل المشهور
 بمسافر الهواء قبة من الجنفس وطلاها بما يمنع نفوذ الغاز منها فاخذ الدبق
 وزيت الكتان وطبخهما و اضاف اليهما الترمنتين وطلاها بذلك وهو اول من
 ملاء القبة بغاز الايدروجين لكونه اخف من الهواء بست مرات وارتفع فيها
 هو وصاحبه روبييل جالسين في زورق معلق فيها وكان ذلك يساريز
 فبعد برهة من الزمان ارتفع في الجو نحو خمسة عشر فرسخا ثم نزل وارتفع فيها
 شارل وحده فكانت سرعة ارتفاعه فيها بحسبة خفة القبة حبيذا ومن ذلك
 الوقت اشتغل باتقان تلك القباب فحسنت بشبكات من حبال رفيعة ترز عليها
 من الاسفل ويعلق بها الزورق وقد جعلوا في رأس القبة لاجل النزول الى
 الأرض صماما كالطابق ينسد بنفسه وينفتح بجذبه بجبل ليخرج الغاز
 المطير للقبة فتنزل الى الأرض وليحذر الراكب من امتلاء القبة من الغاز
 امتلاء زائدا لئلا يتمكن الغاز من التمدد عندما يقل ضغط الهواء عليه وذلك
 اذا صارت القبة في طبقة من الهواء اخف مما قبلها ولا بد وان يكون في الزورق

بعض اجسام ثقيلة كالرمل تجعل كالصابورة لتطرح اذا وقفت القبة واريد
 زيادة الارتفاع في الجو وذلك فيما اذا وصلت لطبقة اخف مما تحتها واعلم ان
 مقدار ارتفاع القبة وادواتها يعلم من معرفة اقطارها فاصغر قبة تعمل من
 الورق الرقيق المطلي ويمكن صعودها يكون قطرها قدمين ويقدر لكل ستة
 قرار يربط من الفضاء خمس قممات اوست من غاز الايدروجين وكلما كبرت
 القبة كانت اخف وذلك بسبب كثرة مقدار الغاز فالقبة التي يكون
 قطرها ثلاثين قدما تحتوى على اربعة عشر الفا ومائة واثنين واربعين قدما
 مكعبا من الغاز وهذه ترفع تسعمائة وعمانية وعشرين رطلا غير زينة الخنفس
 ولا شك ان هذا المقدار انقل من زورق صغير وانسان يركب فيه وكيفية تجهيز
 غاز الايدروجين ان توضع برادة الحديد ونحوها كالمسامير في مقدار عظيم من
 الاسيد سولفوريك اى الحمض الكبريتي المخفف بقدر هست مرات اوسبعامان
 الماء ويجعل ذلك في نحو براميل فيها انابيب من صفح جيدة اللحام ينقذ منها
 الغاز للقبة حتى تمتلئ وقد صعد الماهر غاليلوسا في سنة ثلاثين من الهجر
 بعد المائتين والالف بباريز في قبة الهواء صعودا عجيبا لم يفعله احد قبله
 فبلغ في الجوا اكثر من سبعة الاف ميتر وقال انه رأى في هذا البعد ان السماء
 التي نشاهد هازرقا سوداء مظلمة فلم يشاهد هنالك الاسود اظلمة وانه عسر
 عليه التنفس جدا وكان يتكلم بصوت عال فلا يسمع من كلام نفسه الا يسيرا
 وذلك لعدم انعكاس الصوت بسبب تخلخل الهواء ونزل الباروميتر الذي كان
 معه في الزويف الى (٣٢٨٠) مع انه كان في باريز (٧٦٥٠) ونزل التيروميتر
 الى ٩ درجات تحت الصفر مع انه كان بباريز في ذلك الوقت في سبع وعشرين
 درجة وربع فوق الصفر هذا وقد زادوا في اتقان القبة وعملوا فيها مانعة
 السقوط حذرا مما عساه ان يقع لمن فيها من الاخطار بسبب ما يعرض من
 انفجار القبة ونحوه وبمانعة السقوط المذكورة تجاسروا على اخطار ما يكون من
 التجريبات وفعلوه لثقتهم بالتخلص بها من الاخطار ومانعة السقوط المذكورة
 هي مظلة كبيرة كالتي تنقي بها الشمس المشهورة بالشمسية جعناها اولابعض

الطائر في القباب على زورقه وجعل للمظلة حبالا يجمعها من اعلى
ويوصلها بالقبلة وجعل في حواف الزورق حبالا مثبتة في دائرة المظلة لتبقى
مطوية مدة الصعود فاذا وصل الصاعد الى الحد المراد له من الجو واراد ان ينزل
قطع الحبل الموصل للمظلة بالقبلة فتنتفخ المظلة وينزل الزورق على الهوى ناحتي
يصل الى الارض مع الهدوء واللفظ بدون عوارض تعرض له او للراكب
الغالب الآن ان يعمل مانع السقوط على القبلة

الفصل الرابع في انابيب الامن

هي انابيب توضع على جهاز بعض الاستحضارات الكيماوية لمنع اختلاط جملة
سوائل محصورة في اواني مختلفة ببعضها فيفسد الجوهر المراد تجهيزه او توصيل
سائل بارد الى اناء موضوع على النار خوفا من ان ينكسر لو صب فيه البارد
ففي الجهاز المرسوم في الشكل (٩٩) اذا قطر في معوجة ب منه جواهر
ينشأ منها غاز تصاعد ذلك الغاز وممر في انبوبة ث الواصلة الى اناء ت
مغمورة في الماء الذي فيه فاذا مر الغاز في ذلك الماء حتى شبع منه الماء سار
الى مخبر ط وهكذا يحصل مادام الغاز متصاعدا فان لم يتصعد او كان
تصاعده قليلا لا يمكن ارتفاع الماء الذي في اناء ت وسريانه في انبوبة ث
حتى يصل الى المعوجة ويفسد العملية وذلك بسبب ضعف الضغط من جهة
المعوجة بانقطاع تصاعد الغاز والذي يمنع ذلك ممر فقايع الهواء من
خلال السائل الذي يجعل في الجزء المنحني من انبوبة ث الامن وهو نقطة ص
في انبوبة ف ونقطة ي في انبوبة و ويكثر ممر الفقايع المذكورة
مضى قبل انتشار الغاز في باطن الاواني سواء كان بيروية الجهاز او بوقوف
التصاعد فقاءة انبوبة ث الامن في هذا الجهاز موازنة السائل بالهواء فتري انه
كلما مرت قساعة من انبوبة ف مثلا نزل الماء الذي كان آخذا في الارتفاع
في انبوبة ف فقاءة انبوبة ف ص توصيل السائل الى المعوجة عند
الحاجة من غير ان يحل الجهاز وانما كانت هذه الانبوبة متدرجة كحرف

المكاف هكذا ك ليحفظ هذا التعرّيج بعض السائل فينسد به الجهاز ولا يمنع نفوذ الهواء منه وكذا منفعة انبوبة وى المسماة بانبوبة ولتبرح تحتها خان السائل الموضوع في العرووة السفلى منها ه يسد الانبوبة ولا يمنع الهواء الخارج من الدخول لحصل الموازنة اذ انقص انتشار الغاز واشرف سائل ط على الدخول في اناء ت* وفائدة الانابيب ايضا عدم انفجار الاجهزة وذلك لانه اذا اشتد انتشار الغاز في باطن الاناء اندفع السائل المنحصر في تعريجي ص ه الى اعلا فيخلى مسافة اكبر عما كانت فان زاد الانتشار عن ذلك سهل خروج بعض الغاز من ذلك السائل فلا يخشى حينئذ من الانكسار في شيء وقد يوجب بدل الانابيب المتعرجة انابيب منحنية وانابيب مستقيمة وهى انابيب امن ايضا لكن يلزم حينئذ ان يكون لانات فوهة ثالثة بين الفوهتين المرسومتين في الشكل المذكور توضع فيها الانبوبة الثالثة

الفصل الخامس في التحريك الصناعي للهواء

الواسطة المعتادة لتحريك الهواء وتحويله عن مكانه هى تسخينه لانه يتمدد من الحرارة الصناعية فاذا اريد تجديد الهواء في مكان فتح له منافذ ليخرج منها الموجود فكثيرا ما شوهد في الكهوف والمغارات تيار هواء يستمر مدة وماذا لك الامن اختلاف درجة الحرارة في بعض نواحيها ووجود مصرف للهواء من البعض الاخر فاذا انقطع هذا التيار واريد ارجاعه بقدره او باكثر منه فليوضع في ناحية المصرف بمجرة وتعد بالوقود وفي الشكل (٠٠ ط) تمثال ذلك فان المغارة فيه مصورة بفراغ آ والمجرة ص فاذا سخنت المجرة الهواء من ناحية ح تمدد ولفظ وخرج فيعقبه الهواء النازل من ناحية ب ا وهكذا كلما خرج جزء اعقبه آخر فيحصل تيار مستمر من ب الى آ

الفصل السادس في غاز وميتر

هو جهاز مغل لتسيير الغازات على وجه منتظم واكثر استعماله في تسيير غاز الايدروجين المكرين اعنى الغاز الذى يستضيء به والغاز وميتر اسطوانات

من انابيب معدنية متوسطة الاتساع مسدودة احدى الطرفين تنكس على الماء
 فيكون الطرف المسدود من اعلا لتحفظ الغاز في باطنها ويجعل جزؤ كبير
 منها خارج الماء لتثبت منه وتضبط على وضعها وكل من ثقلها وما يضاف
 اليها من الوزنات يحفظها قائمة منتصبة ويقيد الغاز المتحصر فيها ضغطا
 مستمرا لا يتغير وحفظها قائمة منتصبة هو اللازم لتسيير الغاز سيراً منتظماً
 واما الضغط فيقدر على حسب المجارى التي يرسل فيها الغاز الى المحال البعيدة
 والجهاز المذكور مبني على ما اسس عليه مربوط اثناءه ومرسوم صورته في
 الشكل (١٠١) فالذي يملأ من الغاز المراد تسييره من مجرى ص هو اناء
 ف والذي يملأ من الماء ويوضع فوق هذا الاناء هو اناء ك اناء م مربوط له حنفية ط
 وفتحه ك وانبوبة د التي ترفع وتخفض على حسب الارادة فتفتح ك
 يملأ منها ماء ملائماً ثم تسد اسداسها بحكما وانبوبة د يدخل منها الهواء فيضغط
 على الماء ومقتضى ما ذكر في اناء م مربوط في مجت الضغط المستمر على السوائل
 انه متى فتحت حنفية ط دخل الهواء من انبوبة د وكبس على الماء
 فيسقط من الانبوبة السفلى ق ويكبس على الغاز الذي في اناء ف فيندفع
 هذا الغاز في مجرى ص ويوجه على حسب الارادة فادامت حنفية ط
 مفتوحة كان كل من دخول الهواء في انبوبة د وسقوط الماء من انبوبة د
 واندفاع الغاز في انبوبة ص جارياً على سير منتظم ومن المعلوم ان حنفية
 ش التي للمجري ص تنفتح حين فتح حنفية ط

الباب العاشر في الاكوستيك اعنى فن السماع

هو فرع من العلم الطبيعى يبحث فيه عن تعيين النوااميس التي تتولد عنها
 الاصوات في الاجسام وانتقالها الى عضو السمع وانما كان فرعا
 من الطبيعى لسكون موضوعه الاجسام الطبيعية فانه يبحث فيه عن كمال
 الاجسام المولدة للاصوات وتغيرها ولاشك في ان الاجسام مادامت تتولد
 عنها اصوات اودوى يفتريها التغير في طبيعتها وتركبها والهواء هو الذى

يحمل الانبعاثات الصوتية ويوصلها اليها وفي هذا الباب ثلاثة عشر فصلا

الفصل الاول في تولد الاصوات وانتقالها بالهواء

الصوت نتيجة حركة اهتزازية تتعش مادة الاجسام القابلة للوزن وكل حركة اهتزازية لجسم زنان تحدث في الهواء اضطرابا اوارتعاشا يسرى فيه الى بعد ما وسرعة سريان الصوت في الهواء واحدة لا تختلف باختلاف نغمته وشدته ولنتكلم على كل من هذين الامرين اعنى تولد الصوت وانتقاله بالهواء فنقول اما تولد الصوت فمما اضطربت اجزاء الاجسام المرنة وتقلقت حدث عنها في مدة الاضطراب قبل عودها الى حالتها اهتزازات تموجية في الهواء تسرى من اقرب طبقات الجسم الى ابعدها وذلك اشبه بما يحصل في سطح ماء راكد ضرب بمجبر فانه يشاهد اثر ذلك تموجات حلقيه ذاهبة من مركز محل الرجة الى محيطها والاهتزازات الحاصلة في الاجسام المرنة ينشأ عنها صوت يحس به متى كانت سرعتها كافية لذلك فعلى حسب سرعة الاهتزازات يتولد الصوت الثقيل والخفيف وتحقق سرعة الاهتزاز بتقريب الاصبع ونحوه كصفحة معدنية الى الاجسام المهتزة واسهل ما يتحقق فيه ذلك من الاجسام فنواقيس ومع ذلك فلا بد لسماع الصوت من ان يكون عدد الهزات في الثانية الواحدة كثيرا جدا بحيث يزيد عن ثنتين وثلاثين لان الاذن الحادة السمع لا تسمع الا اذا زادت الهزات عن ذلك فلو شد وتر آلة شدا كافيا لان يحصل منه ثنتان وثلاثون هزة في الثانية لكان الصوت الناشئ عنه غير مسموع فاذا علق في الوتر وزنة ثقيلة حتى صار لا يمكن تعداد الاهتزازات لسرعتها بزيادتها عن الثنتين والثلاثين فان ما زاد عنها لا يمكن تعديده كان الصوت الناشئ عنها مسموعا جيدا وقد ذكرنا انه كلما كانت الاهتزازات اكثر تواترا اخذ الصوت في الحدة فمما انقطعت الاهتزازات انقطع الصوت وهذه الاهتزازات لا تظهر في الاجسام الصلبة بل يستبدل على وجودها فيها بتجربة سهلة وهي ان يوثق بشاقوس من زجاج كبير بالكفاية وتعلق فيه كرة معدنية صغيرة كما هو

مرسوم في الشكل (١٠٢) ثم يقرع الناقوس برفق حتى يرن ثم يمال حتى تمس الكرة جدرانها فتنتز الكرة تقزات سريعة وتقرع الناقوس قرعات لطيفة متواترة ومن آلات الطرب ما لا تهتز اجزؤه كالشبابية وانما يهتز الهواء في باطنها فيتكون منه نغمها * واما نقل الهواء للاضواء فيستدل عليه بما اذا علق تحت مستنفرغ الالة المفرغة اعنى الناقوس بجرس صغير بخيط من حريرا وتيل ثم عمل الفراغ فانه يسمع للجرس صوت مادام تحت المستنفرغ هواء وكلما قل الهواء قل سماع الصوت فاذا اكل الفراغ لم يسمع شئ اصلا ولورج الناقوس ليضطرب الجرس ويرن وكلما رجع الهواء للناقوس سمع الصوت شيئا فشيئا ويقع مثل ذلك ايضا فيما لو وضعت ساعة مكشوفة تحت الناقوس المذكور فينتج مما ذكر ان الصوت لا يسرى في محل الفراغ لانه متى لم تكن هنالك اجسام قابلة للوزن لا يجد الصوت محملا فلا ينتقل فلو ادخل تحت المستنفرغ بعض قطرات من الايتير عوضا عن الهواء لاستحال بخار او سمع دوى الناقوس الى الخارج ومثل الايتير في ذلك بقية السوائل المرنة فيعلم من ذلك ان السوائل الهوائية والابخرة من حيث انها اجسام قابلة للوزن تحمل الصوت والماء والاجسام الصلبة قد ينقلان الصوت ايضا ولذا يسمع الغواصون الكلام الملفوظ به على الشواطئ ووقع الحجارة المرماة على سطح الماء واللغميون يسمعون وقع آلات اللغميين من اعدائهم حين يقابلونهم في البحر في الارض فيكون ذلك واسطة في العلم بشغل اعدائهم فاما ان يستقبلوهم واما ان يتنحوا عنهم ويوضع الاذن على الارض السهل وقت الهدوء والسكون تسمع خطوات الماشي من بعد ومن ذلك ما لو وضع شخص اذنه على طرف شوحيمة من خشب التنوب وامر آخر زغب ريشة على اطراف اليافها من الطرف الاخر لادر له دوى المرور ولو كان خفيفا جدا بحيث لا يسمعه الفاعل نفسه بل ولو كان طول الخشبة عشرين ميتر او تسمع الكلمات المتلفظ بها على الطرف الثاني من تلك الخشبة اذا كان اتجاه اللفظ على حسب طول الالياف ولو كان التلفظ همسا بصوت منخفض ومن الغرائب انتقال الصوت في القنوات المعدنية

لبحارى المياه فانه اذا صغى انسان بسمعه عند احد طرفيها وقرع آخر الطرف
 الثانى لسمع الصاعى ولو بعدت المسافة بينهما مهابعدت صوتين احدهما
 يسرع يصل اليه اولاً من القنوت والثانى بطئاً يوصله له الهواء بعد زمن محدود
 على محاسب البعد وتعاقب التوجات الهوائية نسبة الحامله له ومثل ذلك
 ما لو اطلقت بندقيه فان صوتها يقرع الاجزاء القريبة منه من الهواء وتلك
 الاجزاء تصدم الاجزاء المحيطة بها وهكذا تنتقل في اجزاء طبقات الهواء القريبى
 فالقريبى حتى تتلاشى القوة الاولى للصدمه فى الطبقات الكثيرة التى رجتها
 من الهواء.

الفصل الثانى فى سرعة سير الصوت

اذا اطلقت بندقيه من مسافة اربعين خطوة وخمسين شوهد بريق الطلقة
 قبل سماع صوتها ببرهة فان كانت المسافة اقل من ذلك ادرك الصوت والبريق
 معاً وكلما بعدت المسافة زاد طول الزمن بين رؤية البريق وسماع الصوت
 وهكذا يحصل فى الصاعقة فانه كلما بعدت المسافة زاد طول الزمن بين رؤية
 البريق وسماع قرعقة الصاعقة اعنى الرعد فعلى هذا الوضع طلت لحظة تولد القرعقة
 بشيئ من ادرك كبريق دخيرة المدفع وكان هنالك جماعة بين كل منهم
 وصاحبه مائة خطوة فاشك فى انهم لا يسمعون القرعقة فى آن واحد بل
 الاقرب للمدفع يسمعها اولاً والذى يليه ثانياً وهكذا وان كانت رؤية البريق
 لهم معاً لان الصوت لا يكون ضروره فى الاماكن كلها فى آن واحد بل على
 التماق وبكل شخص انما يسمعه عنده ضروره فى المحل الذى هو فيه وقد ذكرنا
 ان انواع الصوت تنتشر فى الهواء بسرعة واحدة لا تتغير وان اختلفت تلك
 الانواع شدة وضعف ادبلى ذلك ان السامعين للآلات المطربة الجاهل
 فى اماكن مختلفة البعد عن تختها ترد عليهم الحان الآلات المختلفة وسمعونها
 كلها فى زمن واحد مع انها مختلفة بالقوة والضعف وما ذاك الا لكونها
 لا يمر واحد منها فى الهواء بسرعة اكثر مما يمر به الاخر والا يكن كذلك بان

كانت الاصوات القوية تسبق الضعيفة لكان ما يسمع من بعد عشر خطوات
 الذواطرب للسامع مما يسمع من مائة خطوة ولكان في الثاني شذوذاً لا يحتمل
 والواقع خلاف ذلك وقد عملوا لمعرفة سرعة الاصوات الحقيقية بجملة تجربات
 في محال كثيرة من الارض فحصل من التي علمت يسار يرفى مسموع وثلاثين
 بعد المائتين والالف فوائد كثيرة وحاصل هذه التجربة انه وضع مدفعان عيار
 كل منهما (٦) بالقرب من قريتين كل واحد بالقرب من قرية وكان بينهما ٦ و
 ٩٠٤٩ من التوازي وصار يعمران تارة برطلين من البارود وتارة بثلاثة
 ورصد كل مدفع بثلاثة اشخاص معهم كرونوميتر اعنى مقياس الزمن
 مضبوطاً غاية الضبط وفعلت هذه التجربة في ليلتين متواليتين قبل نصف الليل
 بساعة ليرى بريق دخيرة المدفع رؤية جيدة وكانت السماء معصية والجو في غاية
 السكون والهدوء وكانت درجة الحرارة من الميزان المائتي ست عشرة درجة
 فوق الصفر وكان الباروميتر في ٥ و ٧٥٦ اعنى في حال اعتداله وهو
 سبع مائة وستة وخمسون جزءاً من ميلالى ميتر وخمسة اعشار ووقع الاتفاق
 على ان يطلق كل مدفع ثنتي عشرة مرة وان يكون بين كل طلقة والذي
 بعده من كل مدفع عشر دقائق وان يسلق المدفع الثاني عقب الاول بخمس
 دقائق ليكون بين كل طلقتين من المدفعين خمس دقائق وان يضبط بالكتابة بين
 الطرفين الزمن الذي يمضي بين ظهور بريق الدخيرة وسماع صوت الطلقة ففعلوا
 كذلك فكان اطول زمن بينهما اربعاً وخمسين ثانية وتسعة اعشار واقصر زمن
 ثلاثاً وخمسين وتسعة اعشار واطول زمن اربعاً وخمسين واربعاً اعشار وثلاثة
 اعشار عشر عشر فيكون الحد الوسط اربعاً وخمسين وستة اعشار فعمل من ذلك
 ان الصوت قطع في هذا الزمن المسافة التي بين المدفعين التي مقدارها
 ٩٠٤٩٦ من التوازي فاذا قسمت المسافة على الزمن خص كل ثانية
 ١٧٤٩ من التوازي وهي بالمستر ٨٨ و ٣٤٠ فينتج من ذلك
 قاعدة كلية وهي ان الاصوات تقطع في الثانية الواحدة العدد المرقوم من
 الامتار اذا كانت الحرارة في درجة ١٦ فوق الصفر والباروميتر في

في حالة اعتداله هذا وقد ذكرنا فيما سبق انه كلما نقصت كثافة الهواء المحتبس في ناقوس الالة المفرغة نقصت شدة الاصوات فيحصل مثل ذلك في الهواء المطلق فان صوت البندقية في ذروة الجبل الشاخ يكون اضعف منه في الصحراء وقد ذكرنا يلو سالة انه لما وصل بالارتفاع في القبة الى علوه ٧٠٠ فتمتلكان لا يسمع صراخ نفسه الا همسا فينتج من ذلك ان اعظم قرقرة كالرعد تقع في الارض لا يتجاوز صوتها حد الجولانها كلما ارتفعت ضعفت حتى تتمكن بالكلية كما انه لا يصل للارض قرقرة اثنية من مسافة خارجة عن حد الجو ولذلك يمكن ان يحصل في القمر اعظم قرقرة ولا يسمع منه في الارض صوت اصلا

الفصل الثالث في الاصوات الموسيقية والاصوات الرنانة

قد سبق ان الدوى نتيجة صدمة برهية تسرى في اجزاء الهواء واما الصوت الموسيقي فهو نتاج اهتزازات ينشأ عنها تأثير لذيذ في الاذن يشنف منه السمع والحنان الاصوات هي النغمات المخصوصة الحاصلة من اصوات الالات المتنوعة اذ من المعلوم ان صوت الشياطة يخالف صوت العود ونحوه واما التموجات الرنانة فهي مجموع اهتزازات مختلفة تسرى على التتابع في طبقات الهواء من صفيحة مرنة منتصبة فانه متى اهتزت تلك الصفيحة اهتز اعمودها في عمود هواء بقساوى الكثافة اهتزت طبقة الهواء الملاصقة لهذه الصفيحة وتموجت وارتجت على حسب الحركات الاهتزازية للصفيحة فيضطرب اقرب الطبقة اليها من الهواء ثم ينتقل ذلك الى الطبقة التي تليها وهكذا مادامت الصفيحة مهتزة

الفصل الرابع في انعكاس الصوت

متى انتشرت الاصوات في الهواء المطلق سرت التموجات الرنانة الصادرة عنها الى ابعاد عظيمة مالم يعارضها عارض فيعكسها ويردها وقد سبق ان زاوية الانعكاس تساوى زاوية السقوط وسرعة الرجوع تعادل سرعة الذهاب

فاذا انعكس صوت ساذج لا يتميز فيه مقاطع تحت عنه رنة فان لم يكن ساذجا
 وتميزت في انعكاسه المقاطع قيل له صدى والسطح العاكس له لا يلزم ان
 يكون صلبا ملمسا اذ كثير ما شوهد في البحر انعكاس صوت الرعد من السحاب
 وتكون الصدى منه وكذا من قلع السفن المشدودة جمد افانه يتكون
 عنها الصدى ولومن بعد كثير بخلاف ما لو كانت مسترخية فانها تكون مثل
 الاسطحة الرخوة كالستائر الموجودة في القاعات تتشرب التموجات الصوتية
 فلا تنعكس عنها ويلزم في تكون الصدى عن جدران القاعات ونحوها ان
 تكون واسعة بحيث تتميز فيها الاصوات عن بعضها وقد ذكرنا انه يلزم
 لتمييز الاصوات ان يكون بين كل صوتين منها عشر ثانية اذ الصوت لا ينعكس
 الى الاذن الا بعد عشر ثانية ومتى صدمت التموجات الرنانة سطحا يعكسها على
 خط مستقيم رجع الصدى الى نقطة الذهاب ثم ان الصدى قد لا يكون
 الا بمقطع واحد اذا لم ينعكس من الصوت الا المقطع الاخير المفلوظ به آخر
 وقد يكون باكثر من مقطع اذا ارتد من الصوت اكثر من المقطع الاخير وقد
 ذكرنا ان المتلفظ بسرعة يمكنه ان يتلفظ بسبعة مقاطع او ثمانية تلفظا واحدا
 واضحا في ثانتين وان الصوت يقطع في الثمانية مسافة ثلاثمائة واربعين ميتر
 وان الصدى يرجع الى الاذن على حسب ترتيب المقاطع في الصوت فعلى هذا
 لا يرجع المقطع الاول لاذن المتلفظ الا بعد ثانتين فيسمع صدى المقطع الاول
 حال تلفظه بالمقطع الاخير ويكون الصوت قطع المسافة المذكورة مرتين
 مرة ذهابا ومرة ايابا فاعلم من ذلك ان مسافة الثلاثمائة والاربعين ميتر ابرد
 فيها الصدى سبعة مقاطع او ثمانية وقد وجد من الصدى ما يرد نخسة عشر
 مقطعا بل قد وجد في الانجلا تير اصدى يرد عشرين مقطعا في الليل وسبعة عشر
 في النهار كون الهواء في الليل ابرد وارطب منه في النهار فيكون اقل
 مرونة واضعف سرعة في نقل الاصوات وقد وجد من الاصدية ما هو مزدوج
 بمعنى انه يكرر المقطع الواحد اكثر من مرة ويكون ذلك بين البروج
 والمحيطان المتوازيين المتباعدة بسبب ترده الصوت بين الاسطحة العاكسة

فيسمع الصدى ~~مكرر~~ رافق قد وجد في فرانسابر جان متباعداً بينهما ستة وعشرون نوازيتكم رصدي الكلمة بينهما اثنتي عشرة مرة و برج في إيطاليا يقال انه يتكرر فيه الصدى اربعين مرة وعما هو موجود بفرانسا الا ان مكان عليه قبضة شكلها نصف بيضى مقطوع طولا كما هو مرسوم في الشكل (١٠٠) ببولدقيه الصدى من محال معينة فاذا وقف شخصان في زاويتي هذه القبضة كما هو موصوفى نقطتي ه ه وتكلم بصوت خفى سمع كل منهما كلام الاخر اذا قرب اذنه من نقطة موقع الصدى ويسمعه جيداً ولو همسا بدون ان يسمعه احد من الحاضرين معه

الفصل الخامس في مرسل الصوت المعروفة بالبوق

هي آلة انبوبية مخروطية الشكل طويلة كما هو مرسوم في الشكل (١٠٤) احد طرفيها ضيق على هيئة مبسم يوضع في القم باستحكام والطرف الثاني متسع على هيئة صيوان القمع فاذا ادخل الانسان ذلك المبسم في القم وتكلم امتد الصوت الى مسافة طويلة جداً في جهة اتجاه الآلة وذلك لان حركات الهواء المنحصر في باطن البوق من التكلم تتراحم وتتضم بدلا ان تنتشر لو كانت في الهواء المطلق فتزدحم كيسة الاهتزازات الممكن صدورهما من الصوت في مسافة البوق الضيقة وتكون الطبقة الاخيرة من الهواء في الطرف الواسع للبوق كتلة مضطربة متوازات قوية تدفع بكايتهما نحو خط فتحة الآلة فتنفذ الى مسافة كبيرة جداً وليس للمادة التي تكونت منها الآلة دخل في النتيجة الا يسيراً جداً لو كان باطن الآلة مغشى بمادة قليلة المرونة كالخوخ لما تغيرت النتيجة

الفصل السادس في القرين السمعى

هو آلة تصنع لضعفاء السمع لتزيد في قوة وقع الاصوات في آذانهم فيسمعونها وهي انبوبية مخروطية يوضع طرفها الضيق في الصماخ وطرفها الواسع الشبيه بالصيوان جهة الصوت ليشلقفه والنتيجة المرادة من هذه الآلة واحدة

سواء كانت مستقيمة كما في الشككين المرسوم عليهما (١٠٥) او منحنية
 كما في الشكل المرسوم عليه (١٠٦) ومتى وصل الهواء اختلص للصوت الى
 القرين انتقل الى طبقات هواء تأخذ في تساقص الانتشار وكيه الاجزاء الى ان
 تصل الى الصماخ ووجه ازدياد قوة السمع بذلك ان الصيوان اذا كان يقبل الف
 جزء مثلاً والفتحة الضيقة لا تقبل الا عشرة اجزاء لزم ان الهواء عظم به الفتحة
 يضطرب ويهتز بقوة الالف ولا شك في ان الصوت يقوى بذلك ويشدد

الفصل السابع في الاستيتوسكوب اى المستقيمة الصدرية

هى التى تبني معدة للاستقصاء عن انواع اللغظ المتولد في الصدر من الصوت
 او التنفس او نبضات القلب وهى اسطوانة من خشب طولها من ثمانية
 قراريط الى عشرة وفي وسطها ثقب نافذ في جميع طولها قطره من خمسة
 عشر خطا الى ثمانية عشر وقد تجعل على هيئة القرين السمعى المستقيم والعادة
 ان يقور الطرف الذى يوضع على الصدر ويجعل جوفه على هيئة قمع ويهيأ لهذا
 التقوير قطعة من خشب مثقوبة كالالة طولها قدر قيراط ونصف مستحكمة
 على قدر التقوير فاذا اريد الاستقصاء عن التنفس والخرخرة وضع التقوير على
 الصدر خالياً من هذه الخشبة وان اريد الاستقصاء عن الصوت وضربان
 القلب وضعت الخشبة في التقوير فهذه الالة واسطة لنقل الاصوات بعمود
 هواء نافذ في جسم صلب

الفصل الثامن في اهتزاز الاجسام

اذا شد وتر او سلك معدني كما مر ثم ابعده عن اتجاهه المستقيم بامالة له لجهة من
 الجهات ثم تركه ونفسه فربقوة شديدة وجاوز محله الاول ولا يعود اليه الا بعد جملة
 اهتزازات تأخذ في التناقص شيئاً فشيئاً حتى يسكن وهذه الحركة كحركة تنذب
 البندول وتعيين نواويس الاهتزازات في الاوتار المرنة يكون بالالة تسمى
 ذات الوتر او ميزان الصوت وهى صندوق طويل من خشب جاف مرن رقيق
 الجدران يشد عليه وتر من امعاء او سلك معدني ويثبت الوتر من احد طرفيه في

وتندوبوضع تحته قطعة من الخشب تسمى بالمشط تنقل بحسب الارادة ليتمكن
 من وضعها قريباً من نقطة الارتباط او بعيداً عنها على حسب الارادة لتغيير
 الاصوات بتطويل الوتر وتقصيره وتوضع الوزنة في الطرف الاخر ليتوتر
 او ينبت الطرف الثاني في وتد ويبرم يمينا ويساراً بالمفتاح ليرتخي الوتر او يشد
 ثم ان الاوتار الموضوعة على الآلة متى ابعدت عن الخط المستقيم واحدا بعد
 الاخر وترك وتقصها انما كان عدد الهزات في زمن معين على حسب طول
 الاوتار ان تماثلت في الجوهرية والقطر والتوتر فان تماثلت في المادة والقطر
 والطول واختلفت في التوتر كان عددها على حسب جذر ما توترت به
 من الاوزان اي لان درجة التوتر تعلم بما يعلق بالوتر من الوزنات على ما مر
 ولوهز وتر مثبت من طرفيه بوتر مثبت في قوس كما في الرابطة المعروفة نشأ عنه
 صوت مخصوص فان استند من وسطه على مشط ب المرسوم صورته
 في الشكل (١٠٨) وهز كان الصوت الناشئ عنه مشابهاً للصوت ينشأ
 من وتر طوله نصف طوله فان هز من جانبيه اتفق الصوتان كأنهما صوت واحد
 ونقطة ب الفاصلة بين القسمين تسمى عقدة الاهتزاز وقد توجد بجهة عقد
 للاهتزاز في وتر مهتر فيكن في احداث هذه العقد تنقل المشط في محال مختلفة
 من طول الوتر فاذا كان المشط موضوعاً في ربع طول الوتر كان الباقي ثلاثة
 ارباع ذلك الطول فاذا اريد ان ينشأ عنه صوت مشابه لصوت الجزء الصغير
 قسم في وقت اهتازه بثلاثة اجزاء كل منها مساوٍ للجزء الاول الذي هو الربع
 لان الاصوات المتولدة تشابه بعضها متى تماثلت الاوتار في الطول والتوتر وهذا
 هو الذي يحصل في الوتر المنقسم بالمشط الى اربعة ارباع ب ب ب ب ولذا ركب
 عليه نيبات من ورق ابيض في نقطتي الربعين المرسوم عليهما ٣ و ٢ في الشكل
 المذكور ونقبات كالاولى من ورق احمر في وسط الثلاثة ارباع الاخيرة اعني
 نقطة ه ه ه فاذا مر بالقوس على الربع الاول سقطت النيبات الحمر
 وبقيت البيض راكبة وذلك يدل على وجود عقدة الاهتزاز اعني النقطة التي
 يكون الوتر فيها ساكناً فهي بمنزلة نقط مركزية للحركات الاهتزازية واذا اهتز

الوتر خرج عن الخط المستقيم الى المسافات التي بين العقد ويبقى في هذا الخط
 نقط عقد الاهتزاز ٢ و ٣ المعبر عنها بالخطوط المنقطة في الشكل (١٠٩).
 وبطون الاهتزازات هي المحال البعيدة عن وضع الوتر في حال سكونه ومتى غرز
 قضيب رفيع من حديد او نحاس او غيرهما من المعادن في ذلك وتر قوس
 او جذب طرفه الى اى ناحية كانت كانت حدة صوته على حسب طوله مع ان
 هذا القضيب كالوتر منقسم الى جملة عقد اهتزازية ويوضح ذلك بما اذا وضع رمل
 دقيق على سطح جسم فان الرمل يتحرك في اثناء الحركات الاهتزازية لذلك
 الجسم ويترك في العقد وهذا بعينه هو الذي يحصل للقضبان الاسطوانية التي
 تلبس بمحركات صغيرة من الورق فان الحلق حال الاهتزاز تذهب الى النقط
 العقدية وكلما طال القضيب ودق كثرت فيه الخطوط العقدية واذا مر قوس
 على حوافي صفيحة مرنة ملساء مستوية السطح من كل جهة كالوح من
 زجاج مبرومة الحوافي حتى لا تقطع شعير القوس نشأ عنها حركات اهتزازية
 لحركات الاوتار والقضبان ولو ذر رمل على ذلك اللوح وذلك بالقوس على
 حافته تراكم الرمل على اشكال تسمى بالخطوط العقدية والخطوط المذكورة
 تكون على اشكال مختلفة بالاستقامة والانحاء والتصال لكنهم اذا ما
 تكون منتظمة وهذا الاختلاف ناشئ من قوة الهز واتساع اللوح وشكله
 ونوع ثباته وضبطه فاذا كان اللوح مضبوطا مبروسا بيسى ابرتين ودلت
 بوتر القوس على احدى زواياه نشأ من ذلك اثنان صوت يمكن احدهما وكانت
 الخطوط العقدية فيه متصالبة على صورة ما في الشكل (١١٠) وان كان
 الدلك بوتر القوس على وسط احد جوانبه نشأ عنه اثنان صوت بعد السابق وكان
 تصالب الخطوط العقدية فيه على صورة ما في الشكل (١١١) فان تغيرت
 اشكال الألواح ومحال الدلك بالقوس تكونت الخطوط العقدية على
 اشكال متخالفة كالتى في الاشكال الستة المرسوم على كل منها (١١٢)
 وتشاهد امور من هذا القبيل عندما تهتز الاغشية المشددة على فوهات
 نوافيس من زجاج واهتزازها يكون اما بهز صفيحة متينة بقر بها او بتقريب

اناء من زجاج منها والدلك على حوافيه بالسبابة واما بالقرع على الصفيحة
او الاناء قراما طيقا

الفصل التاسع في اتصال الصوت من جسم الى آخر

ما نكتنا فيه كيفية اهتزاز الاغشية المشدودة يدل على سريان الاصوات من
جسم الى آخر وبذلك يمكن حدوث اصوات في بعض الاجسام متولدة من
اصوات اجسام اخرى مع بعد ما ومن المعلوم المشاهد لكل احده متى حصلت
اصوات امام فوهة واسعة لانا كبير اهتزاز الهواء المنحصر في ذلك الاناء وسمع له
دوى ورنين وما ذاك الا من اهتزاز الهواء الذي بين الفم الخارج منه الصوت
وفوهة الاناء وتكيفية بكيفية ذلك الصوت وسريانه المنحصر في باطن الاناء
والاوتار المرنة المشدودة متى احست باصوات امكنها ان تحملها بالايقاع
الذي احست به والاصوات القوية جدا ولومن الاصوات البشرية في مكان
تهتز الواح الزجاج التي تكون في شبابهيكه وصوت المدفع او الناقوس الكبير
يهتز تلك الاواح بل ربما كسرهما وبالجملة فالاتصال الصوتي يحصل في جميع
الاتوات التوترية ذوات الصناديق كالعود والشبابة ونحوهما

الفصل العاشر في اهتزاز السوائل بالصوت

اعلم ان الهواء كما يهتز يشيل بقية السوائل المرنة من صوت طلق البارود
او صوت افعى على جدار من كذا قوس ونحوه كما ذكرنا يهتز من انقسام الهواء
المندفع من الفم على حرف جسم كالورق وحد السكين والطقطقة اللطيفة التي
تحصل من المصباح الفيلسوفي انما هي من اهتزاز الهواء والمصباح المذكور هو
مصباح يضئ بغاز الايدروجين صورته في الشكل (١١٣) وهو اناء
ذو فوهتين كالمرسوم عليه بوضع فيه برادة الحديد ويركب عليه انبوبتا
س ه ثم يصب من انبوبة س الحمض الكبير حتى المضعف بقدره ثلاث
مرات او اربع من الماء شيئا فشيئا فينتشر الغاز الايدروجيني في الحمال من
الانبوبة الصغيرة التي طولها من ثمانية قراريط الى اثني عشر وقطرها من خط

الى خطين وطرفها الاعلى مسكوب على مصباح قماش حتى صار في نهاية
 الدقة فاذا انطلق الغاز طرد الهواء من الاناء واشتعل في طرف الأنبوبة بلهب
 خفيف فاذا ركب على هذه الأنبوبة انبوبة ص ص التي هي انبوبة
 واسعة يكون اعلاها مسدودا او مفتوحا سمع صوت خفيف او ثقيل على
 حسب بعد الطرف العلوي من انبوبة ص ص عن الشعلة ونفى اخذ
 الصوت في الظهور طالت الشعلة بسبب حدوث تيار الهواء من اسفل
 انبوبة ص ص لانه يتجذب منه الاوكسيجين بسرعة ويتحد بالايديروجين شيئا
 فشيئا ويعلم ذلك بطفقة لطيفة متوالية تسمع عند ذلك الاتحاد ويحدث ايضا
 اهتزازات رنانة في السوائل من غير ان يكون للهواء دخل في ذلك لكن يكون
 بطو الاهتزازات واختلاف الاصوات على حسب ثقل السوائل عن الهواء ومن
 هذا القليل ايضا الصوت الذي يسمع من الآلة المسماة بنبت الماء فهو مؤسس
 على اهتزاز الهواء وصورة هذه الآلة مرسومة في الشكل (١١٤) فهي اسطوانة
 من نحاس قطرها من قيراطين الى ثلاثة وعلوها قيراط واحد مرسوم عليها
 ف ف وسطها العلوي المرسوم عليه ت مستوى ولها قصبة مرسوم
 عليها ي تسمى مرسله الهواء داخله في اسطوانة ف ف ومثبتة من
 اسفلها بمرمة وفيها ثقبان نافذان في سمك السطح العلوي للاسطوانة مائلان
 للخارج مرسوم على محكما و وهذا السطح مستدير على هيئة ما في الشكل
 (١١٥) مثقب بثقبين كل منهما اضيق من المسافة الفاصلة بينهما وبين الاخر بقليل
 وهنالك قرص مستدير ن ينطبق على سطح ت باستحكام بحيث لو حرك
 ذلك القرص على السطح لكان بينهما محاذية لطيفة لا تسكادان تدرل وفي ذلك
 القرص دائرة من ثقب مماثلة لثقب سطح ت غير انها مخالفة لها في انها تميل
 الى الداخل وتلك الى الخارج كما يدل عليه رسم ه ه وجميع هذه الثقوب
 تفتح او تسد دفعة واحدة في آن واحد وهنالك قضيب ط وطحلتان د د
 فالقضيب في اعلاه برمة تتحرك بعجلة د التي لها مآينة ضمن وعجلة د
 متباعدة عن البرمة فلا تمر الا على ضمن واحد في كل دورة لعجلة د فتديرها

بواسطة ذراع بالعرض مثبت في مركزها وكل من العجلتين يحمل عقربا يدور على
 وجهه ساعة ليستدل بها أحدهما على سرعة حركة القرص والثاني على عدد دوراته
 ويسمى بالحاسب وطريق معرفة تكون الاصوات من بنت الماء انما لو فرضنا ان
 في القرص عشرة ثقوب وفي سطح ث ثقبا واحدا ومن المعلوم ان ثقب سطح
 ث يفتح ويسد في كل دورة دارها القرص عشر مرات لكان الهواء الخارج من
 مرسله الهواء المنفذ في اسطوانة ف يستد بقوة عشر مرات ويقف كذلك
 وهذا ان يحصل في ثمانية اوفي عشر ثمانية اوفي عشر ثمانية على حسب
 كون القرص يدور في الثانية مرة واحدة او عشرة او مائة ولا شان اندفاع
 الهواء بالقوة وانقطاعه دفعة يسبب بين كل فتح وغلق هزة وذلك حينما يتلاقى
 ثقب سطح ث بثقوب القرص فيكون الحاصل عشرون هزة او مائتين
 او الفين في الثانية وعلى حسب عدد الهزات تكون درجات الاصوات الصادرة
 عن ذلك منتقلة من الاثقل الى الاخف واذا فرضنا ان لسطح ث عشرة ثقوب
 لا ثقب واحد كان الصوت الحاصل منها اقوى من الحاصل من الثقب
 الواحد بعشر مرات لان كل ثقب من العشرة يفعل ما يفعله الواحد وكل من
 الشكل والبعد و قطر الثقوب يؤثر في الحان الآلة فان كانت المسافات متقاربة
 جدا قرب الصوت من صوت البشر وان كانت متباعدة قرب من صوت النغير
 وكيفية العمل بهذا الجهاز البديع الذي تنشأ عنه الاصوات في السوائل
 ان يوضع هذا الجهاز اذنى بنت الماء في اناء كبير تثبت فيه ثنبيتا متينا فتصير
 القصبة التي هي مرسله الهواء مرسله للماء لاتصالها بكنوبة من رصاص
 مملوءة ماء منتهية في قابله اعلا منها بثلاثة عشر او خمسة عشر قدما ويوجد في
 القصبة قبيل مدخلها في الاسطوانة حنفية ف ف تحرك الآلة على
 حسب الارادة فتملا اسطوانة ف ف ما حتى يطفح من ثقوب القرص
 ثم تفتح الحنفية فيندفع الماء بقوة ويدور القرص وينشأ من ذلك صوت واضح
 جدا وبعد قليل تغوص الآلة ويسمع الصوت اجود عما كان وما دام الماء يرتد
 فوق السطح الى ان يبلغ بعض قراريط يكون الصوت انقى واقوى فاذا زاد عن

تلك القراريط اختفى بالكلية بسبب ثقل الماء ثم ان شرح تولد الصوت بالماء
 كشرح تولده بالهواء والذي اخترع ينفذ الماء في مدة بعض سنين
 كنياردى لا تور هذا وقد يحصل دوى خالص على نسق واحد في باطن الماء
 اذا تسلط عليه سلسول شرارات كهربائية هـ فلو هيء جهازا زكيا وى على
 وجهه به تقع الشرارات الكهربائية على فواقع غازية تكون من جسيمين من
 الايدروجين وحجم من الاوكسيجين افرقت تلك الفواقع وتولد من ذلك تحت
 الماء غلط واضح

الفصل الحادى عشر فى الآلات الهوائية

من المعلوم ان السموت متى وقع فى الهواء المطلق سرى فيه من جميع الجهات
 فى آن واحد فيكون تأثر الاجسام الرنانة منه ضعيفا بسبب تشتته فى الجهات
 وهذا الاشك موجب لضعف الاصوات بخلاف ما اذا وقع فى هواً محصور فى
 جوف جسم اسطوانى املىس فان ذلك من حيث انه اجتمع للصوت يكون
 موجبا لقوته فيتمكن به من السماع من بعد عظيم وربما كان السماع به من ذلك
 البعد اقوى من السماع به فى محل منشأه وقد التفت لذلك اهل الاوربا فجعلوا
 فى حيطان البيوت مجارى من تنك قطر الواحدة منها قيراط ونفذوا السلك رواقى
 من اربعة البيت فتحة متصلة بذلك المحرى وجعلوا لبلات الخ المجارى ظاهرة
 فى الحائط ليسرى الصوت الى ابعد مكان من اما كنى البيت اذا تكلم انسان
 فى مبدأ مجرى من تلك المجارى ولو بصوت خفى ولا يحتاج لصراخ ولا الى
 انتقال اذا اراد ان يطلب شيئا ممن هو فى اقصى مكان من البيت وقد امتحن
 سرعة سرى ان الصوت فى المجارى المذكورة بجهة معينين منهم المعلم بيبوط فذكر
 انه سمع اخفض صوت تكلم به فى جوف الليل وقت السكون فى مجرى ماء من
 حديد لين طوله ٩٠١ ميتراف هذا مما يستدل به على انه يمكن تحصيل صوت
 قوى من اهتزاز عمود صغير من الهواء بواسطة الآلات الهوائية وعلى تسهيل
 توصيل ذلك العمود للصوت وسرعة سير تلك الاهتزازات فمن ذلك ما يحصل

في الآلات الإنشائية منسوبة للأنش وهو ريشة بالوص المزمار فانه تسليط
 قليل من الهواء بواسطة ريشة البالوص على عمود الهواء الذي في اسطوانة
 المزمار لتحديث اهتزازات رنانة في ذلك العمود فيقوى الدوى ويعلو الصوت
 ومنه ايضا ما يحصل في آلات الصغير كالصفارة والشبابة وغيرهما فانه
 احداث اهتزازات في الهواء المنحصر في جوف اسطوانة الصفارة بواسطة
 دفع يتاثر سريع من الهواء في فتحة صغيرة فيها جسم حاد يكسر الهواء ويقسمه
 فيقوى الدوى ويعلو الصوت بنغمات مخصوصة وعلى حسب طول الاسطوانة
 وقصرها وسرعة يتاثر الهواء وبطئه تكون دقة الاصوات وغلظها والهواء
 المنكسر على الجسم الحاد من اعلى الى الاسفل يهز الهواء الذي في باطن
 الاسطوانة فيقع الصوت المخصوص ثم ان هذا الاهتزاز قد يرجع من اسفل
 الاسطوانة الى اعلاها اذا كان الاسفل مسدودا فلو كان بدل الجسم الحاد الذي
 في الفتحة الصغيرة بالوص المزمار لفتح وسد بحركته وارتجابه نقطة مرور
 الهواء بسرعة عظيمة فننشأ من ذلك الاهتزازات الاولى التي تهز بعد ذلك
 جميع الهواء المنحصر في الآلة والهواء المنفوخ بالسفتين على حواف الفتحة
 المستدير للشبابة ينكمش على حواف الفتحة ويهتز والثقب المصفوفة في
 طول هذه الآلات توضع عليها الاصابع وترفع ليقتصر الصوت او يطول في
 لحظات قريبة عنى حسب الارادة والتغير وبوق الصيد من هذا القبيل في توجبه
 الهواء الى فتحة ذات حافة حادة لتتولد الاهتزازات الاولى غير ان كلا منهما
 ينتهي بصيوان ليقوى نقل الاصوات من الاسطوانة الى الخارج وتنتشر
 ومتى جرى بوق الصيد والصيوان على النار قد منه الصوت الرنان وصار
 صوته اصم مكتوما

الفصل الثاني عشر في الصوت الحيواني

الصوت لا يوجد الا في الحيوانات ذوات الرؤية كالحيوانات الثديية والطيور
 والهوام وغيرها لان الصوت انما يكون من اندفاع الهواء المنحصر في الرئة

بواسطة العضلات الرئوية فانها كدفع المنفاخ تكبس على الرئة فيندفع
 الهواء منها للخارج في القناة المسماة بالقصبية الرئوية التي هي مكونة من
 حلقات غضروفية منضجة لبعضها باغشية صغيرة لتتقبض وتنقبض فتقصر
 او تطول وتضيق او تتسع على حسب الارادة وهذه القناة تنتهي الى الاعلا
 بمتسع يسمى بالخنجر مفتوح من سطحه العلوى بفوهة متجهة من الخلف
 الى الامام تتمدد شفتاها وتضمحان حتى تتلامسا وفي اعلاها قرب قاعدة اللسان
 طباق يسمى بطبق الخنجر او لسان المزمار مرتبط بحزء من حافة المزمار
 فيرتفع وينخفض كي يسده عند الحاجة وبالجملة فالقصبية الرئوية بمنزلة منسلة
 الهواء اسطوانة مزمارية تتمدد طولا وعرضا ليتهاكون عنادرجات
 الصوت وانواعه من الثقيل جدا الى الدقيق جدا وشففتا المزمار بمنزلة ريشتي
 بالوصين سائبتين مرتبتين تتحركان وتتهزان على بعضهما ليتولدا عنهما الهزات
 الرنانة والذي ينوع هذه الهزات بانخفاضه وارتفاعه على فتحة المزمار هو
 لسان المزمار واعلم ان الاصوات تنوع ايضا من مرورها في الفم على حسب
 توسيعه وتضييقه واللهاث المرتفعة خلف الحفر الانفية تقسم الهواء المهتز
 وتحفظ منه جزءا في تلاقيف الخيشوم لتبقى غنة الصوت ولهذا يصير الصوت
 اخن اذا كان الانف مسدودا ويضيع اكثر الصوت فحين كانت لهاثة مفقودة
 او مشقوبة وعمايثبت تولد الاصوات من المزمار فقط للصوت فيما اذا قحمت
 القصبية الرئوية من اسفل الخنجر

الفصل الثالث عشر في تكون السمع

آلة السمع في الانسان في غاية الاتقان لادراك الاصوات اذ هي مشتملة على
 الاذن الظاهرة التي هي الصيوان الذي يتلقف الاجزاء الهوائية الحاملة
 للاصوات والقناة المنخرقة التي هي الصماخ وغشاء الطبلة المتصل بالصماخ
 الذي هو سدادة فاصلة بين الاذن الظاهرة والباطنة وخلف هذا الغشاء
 مسافة تسمى بصندوق الطبلة بينها وبين الجزء الخلفي من الفم استطراق بقناة

تسمى بوق اوستاكيوس مغشاة بغشاء رخو مخاطي في جميع طولها منفعتها
تجديد الهواء في الاذن الباطنة ويوجد في صندوق الطبلية اربع عظيمات
متصلة ببعضها على هيئة سلسلة متحركة احد طرفيها مثبت في غشاء الطبلية
والثاني في فتحة من الخلف تسمى الكوة البيضاء مغشاة بغشاء مخاطي ايضا
وبجانب الكوة البيضاء الكوة المستديرة مسدودة بغشاء ايضا وفي باطن الجزء
الصخري من العظم الصدغي تلافيف متعرجة مكونة للتيه الذي هو مكون
من الدهليز الذي هو مسافة صغيرة ومن جزء ملوب يسمى الحلزون ومن ثلاث
قنوات صغيرة هلالية مملوءة من جواهر رخوة مجهول منفعتها والتيه كله
مملوء بسائل ضروري للسمع بحيث لو انفجر غشاء احدى الكوتين وخرج منه
هذا السائل لحدث الصمم بخلاف غشاء الطبلية فانه قد ينمحق ويبقى السمع
وان كان مع بعض تغير فيه والصيوان في الحيوانات الجبن طويل متحرك جدا
ليتمكن من تلتف اذ في دوى فكانه قرين سمعي وغشاء الطبلية يتوتر بالعضلات
المتحركة للعظيمات اذا تأثر من الهواء الحامل للاهتزازات الصوتية والهواء
المنحصر في صندوق الطبلية معد لتوسيل الاصوات للاذن الباطنة ويقال ان
العظيمات الاربع منوطة بادراك الاصوات اللطيفة والفروق الواهية جدا
التي تقع بينها بدليل انها اذا انمحت من داء نشأ عن ذلك فقدان دقة حس
السمع والاعصاب اللطيفة الرخوة المنتشرة في جميع هذه الاجزاء هي التي بها
تدرك الاصوات فهي المكونة لحس السمع

الباب الحادي عشر في الكهربائية وفيه خمسة عشر فصلا

الكهربائية سيال في غاية اللطافة منتشرة في جميع الاجسام بمقادير مختلفة
وله اوصاف مخصوصة يأق التنبيه عليها وتنشأ عنه حوادث عجيبية جديدة
بالاهتمام بها وانما سمي هذا السيال بالكهربائية لان اول ما عرف وجوده فيه
من الاجسام هو الكهرباء وهذه التسمية هي ترجمة تسميته في اللغة الانجليزية
فانه يسمى ^٢ بليك تريستبة من ايليكترون وهو الكهرباء واول من عرف وجوده

في الكهربا الفيلسوف تاليس الملقى فانه اخذ قطعة من الكهربا ودلكها
فوجد انها تجذب قصاصات الورق وقش التبن ونحوه اذا قرب منها فانه يش
من هذه الخاصة الجذبية وظن ان الكهربا ذات روح وذكر اليونان ذلك
في مؤلفاتهم منسوب الى تاليس وترك في زوايا النسيان مدة قرون الى ان
راها طبيب انكليزي من مدينة كولشيستر يسمى جليبر فجرها وخطر بهاله
ان يجرب غير الكهربا من الاجسام فرأى ان الزجاج واللك والراتنج وبعض
الاجار الثمينة والكبريت توجد فيها هذه الخاصة اعني الجذب باللك وجودا
تاماً واشتهر ذلك غير انه لم يلتفت اذ ذلك الى نفور الاجسام الخفيفة ويغدها عن
الجسم الجاذب بعد لحظة التصاقها به وقد التفت لذلك المعلم او توديعه
مخترع الالة الكهربا ثمة فذكره ثم ادرك ذلك غاية الادراك بتقريب كرة صغيرة
من جسم خفيف كخشب القلين وقلب السنبق معلقة بخيط من الحرير
للجسم المكهرب باللك ثم ظهر ان الكرة المذكورة اذا جذبت لجسم زجاجي
تكهرب باللك ثم نفرت عنه وراى قطعة من الراتنج انجذبت نحوها بقوة
عظيمة وكذا عكسه فعرف من ذلك ان الكهربا ثمة نوعان زجاجية
وراتنجية والذي عرف هذين النوعين هو المعلم دوفاي الطبيعى الفرنسي
ثم سميت اولاهما بالموجبة وثانيتها بالسالبة وهذه التسمية ناشئة عن رأي
طبيعى هو انهم لما رآوا الكهربا ثمة في بعض الاجسام مفردة وفي بعضها
قليلة استحسنا التعبير عن المفردة بالموجبة وعن القليلة جد بالسالبة ونوعا
الكهربا ثمة وان كانتا من الفين طبيعة يوجدان في جميع الاجسام وانما الحكم
للمتسلطن ثم ان اتفق الجسمان في نوع الكهربا ثمة تسانرا وان اختلفا فيه
تجاذبا والمستعمل غالباً في ذلك الاجسام لاظهار كهربا ثمتها الشعر والوبر
والصوف والحرير (تنبيه) اذا تذاك جسمان مختلفان في الكهربا ثمة تعاوضا
كهربا ثمتها فيشحن كل من كهربا ثمة الاخر فلو ذلك الراتنج بجلد السنور
او الصوف اكتسبا منه الكهربا ثمة الزجاجية واذا دلك بهما كبريت او زجاج
مدهون باللك اكتسبا الكهربا ثمة الراتنجية وحيث ظهر بذلك ان احد

الجسمين فيه الزجاجية والاخر فيه الراتنجية فليجزم بان الكهر بائيتين
 موجودتان طبيعة في الاجسام متحدتان فيها وهذه الحالة اعني حالة
 وجودهما متحدتين تسمى بالكهربائية الطبيعية والحالة العبيطة للاجسام
 اى التى لم تظهر فيها كهر بائيتها تسمى حالة الخمود الخمود الكهر بائيتين فيها فاذا
 اريد ايقاظ خاصة الجذب فيها دلكت وطريق اثبات وجود الكهر بائية ان
 يؤتى بقرصين املسين احدهما من زجاج والاخر من معدن كالنحاس وصورة
 القرصين مرسومة فى الشكل (١١٦) وفى مركز كل منهما قضيب من زجاج
 فى نقطة ب من الشكل المذكور يمسك منه القرص عند ذلك وعند
 تبعيده عن صاحبه ثم يطبق احدهما على الاخر فاذا ما سطبقتين لا تظهر فيهما
 كهر بائية بحيث لو قرب منهما بندول كهر بائى اعنى كرة صغيرة من لب
 السنق معلقة بخيط من حرير لا يجذب البندول نحو احدهما فاذا افترقا عن
 بعضهما اجذبه كل منهما نحو فيعلم من ذلك انهما متكهربان الزجاج بالزجاجية
 والنحاس بالراتنجية بمعنى ان الزجاجية ويقال لها الموجبة هى المتسلطنة
 فى القرص الزجاجى والراتنجية ويقال لها السالبة هى المتسلطنة فى القرص
 النحاسى وهذان وسائط اخرى تظهر الكهر بائية وهى الضغط واللامسة
 والحرارة والاتحاد الكيماوى وستكلم عليها فيما بعد غير ان الذى يجب ان ننبينه
 هنا انه متى ظهرت احدى الكهر بائيتين فى جسم لا بد وان تكون فيه الاخرى
 والازم ان الحالة الطبيعية للاجسام تتغير على انه لم نعرف حالة ظهرت فيها
 احدى الكهر بائيتين دون ان تظهر الاخرى

الفصل الاول فى الاجسام الموصلة للكهربائية

كانوا فى الزمان القديم يعتقدون ان كثيرا من الاجسام لا كهر بائية فيه
 كما لعادن فانهم اوان فعل بها مسما فعل من الامتحانات لا تظهر منها علامة
 كهر بائية الى ان ظهر المعلم استوفان غريبة الانجليزية واظهر ان عدم ظهور
 الكهر بائية فى المعادن ليس لعدم وجودها فيها وانما هو لعدم حفظها المادّة

لانه متى رفع عنها ذلك كنت الكهرباء فيها فيسافيتوهم ان لا كهربائية فيها
واظهر ايضا ان من الاجسام ما لا يتكهرب منه الا محل الملامسه ومنها
ما يتكهرب كله فلذا قسم الاجسام الى ما هو غير موصل للكهربائية اعنى انه
اذا تكهرب جزء منه حفظت الكهرباء في ذلك الجزء ولا تسرى منه لبقية
الاجزاء والى ما هو موصل لها وهو الذى تسرى الكهرباء منه من بعض
اجزائه الى باقىها والاجسام الغير الموصلة هي الزجاج وصمغ اللك والراتنج
والكهرباء والشمع الاحمر والحريرو والصوف والوبر والخشب الجاف والكبريت
والغاز الجاف واكثر الاجزاء الثمينة وغير ذلك والموصلة هي المعادن والسوائل
غير الزيوت وما هي من الموصل الرديء والجواهر الحيوانية والفجيم المسكس
والغازات الرطبة وغير ذلك والاجسام الغير الموصلة تسمى ايضا بالعازلة ففى
جمل الجسم العازل جسم غير عازل كان السلك عازلا وتظهر فيها الكهرباء
بالدلك بسهولة ولذا تسمى ايدى اوليكترىك اى المتكهربة من ذاتها بخلاف التى
لا تظهر فيها الكهرباء اصلا وتظهر فيها قليلة جدا فانها تسمى انىلىكترىك
اى غير المتكهربة من ذاتها

الفصل الثانى فى الايليكترو سكوب اى المستقصية الكهربائية

والايليكترو وميتر اى مقياس الكهرباء

آلات معرفة طبيعة الكهربائية فى الاجسام تسمى بالايليكترو سكوب وآلات
معرفة مقدارها بقوة انتشارها تسمى بالايليكترو ميتر ومن حيث انه قد
يرسم فى الآلات الاولى ما به يعرف مقدار الكهرباء وقوة انتشارها يكون
الاسمان لشيء واحد غير انه يختلف الاسم باعتبار ما يستعمل الآلة فيه فان
استعملت لمعرفة طبيعة الكهربائية من كونها زجاجية او راتنجية سميت
بالايليكترو سكوب وان استعملت لمعرفة كيمتها وشدة انتشارها سميت
بالايليكترو ميتر واختراع الآلات المذكورة مؤسس على القاعدة السابقة
وهي ان الكهرباء اذا اتحدت فى الاجسام تنافرت الاجسام وان اختلفت

فيها تجاذبت ومبنى تركيب هذه الالات على أن تكون مشتملة على اثناء كدورق
 او ناقوس من زجاج له موصل ثابت وموصل ينتقل وابسط هذه الالات
 واسهلها الهندولة الكهربية المرسوم صورته في الشكل (١١٧) وهو كرة
 صغيرة من لب السنبق معلقة بخيط من الحرير في محالة من زجاج وطريق
 الامتحان بها أن يقرب منها الجسم فان لم تجذب اليها علم انه لا تظهر فيه
 الكهربية وان جذبته كانت فيه ظاهرة ثم ان اريد معرفة نوع كهربيائته
 فليقرب منها جسم كهربيائته راتنجية فتكهرب منه ثم يقرب منها سريعا
 الجسم المواد معرفة نوع كهربيائته فان جذبته علم ان كهربيائته زجاجية
 وان نقر عنها علم ان كهربيائته راتنجية وقد مر ان اليليكتروسكوب انواع
 فيها اليليكتروسكوب الهاوى نسبة للمعلم هاوى ويسمى بالابرة الكهربية
 وصورته مرسومة في الشكل (١١٨) وهو ابرة من نحاس في طرفها زران
 من نحاس ايضا مرسوم عليهما ثقبان وهما مجوفان ليكونا خفيفين جدا
 وتباعدا عن النقطة المتوسطة ب على حد سواء وفي النقطة المذكورة
 جسم مخروطي من عقيق فيه حفرة من الاسفل مخروطية ايضا ليرتكز عليها
 السن الدقيق الذي من القولاذ لقضيب ص فتكون الابرة متحركة جدا
 وعند احتمال هذه الالة توضع على قطعة من زجاج لتكون معزولة تحفظ
 ما يعطى لها من الكهربية زمنا ثم يقرب منها جسم مشحون باحدى
 الكهربيائتين ثم يقرب لها المراد معرفة طبيعة كهربيائته فتعلم حقيقة ذلك
 مما يحصل من الجذب او النفور ومنها اليليكتروسكوب الذهبي الذي له
 ورقتان من الذهب ويسمى ابليكتروسكوب المعلم ينبت بفتح التحتية
 وكسر النون المتعددة وصورته مرسومة في الشكل (١١٩)
 وهو مكون من ناقوس يحوى ورقتين من الذهب ه ه ضيقتين
 معلقتين في قضيب من نحاس في طرفه العلوى زرا وحلقة مرسوم
 على محله ن والقضيب المذكور موضوع في الناقوس الذي هو من
 زجاج لصيانة الورقتين عن اضطرابهما من الهوى ومطلي باللك من محل

نفوذه في عنق الناقوس والناقوس مطلقا باطنه من ب الى ث بطبقة رقيقة من القصدير اثلا يتفرغ الموصلان المتحركان وهما ورتنا الذهب من كهرباتيهما فتشوش التجربة وذلك لانهم اذا انفرجتا ولا مستا الزجاج الصقته به واخذ كهرباتيهما فتشوش العملية وتحت الناقوس فرص من نحاس يرتكز عليه ويسده من الاسفل وطريق معرفة كهرباتية الاجسام بهذه الالة ان تكهرب اولها كغيرها من بقية الالات بكهرباتية معروفة بان يقرب منها جسم معروف الكهرباتية ثم يضع المقرب اصبعه في ذلك الوقت على طرف كرتن لتخرج عليه الكهرباتية الخارجة من الالة وتقع في الارض ثم يبعد الاصبع اولها وبعده الجسم فتبقى الالة مشحونة بالكهرباتية المنجذبة اليها اعني الكهرباتية المضادة لكهرباتية الالة * ومنها الايليكتروسكوب وولطه ويقال له ذوات التبتين وصورته مرسومة في الشكل (١٢٠) وهو كالسابق غير ان فيه بدل ورقتي الذهب قشتين من تين خفيف طولهما نحو قيراطين ومعلقتين بالقضيب من النحاس في حلقتين صغيرتين جدا وناقوسه مربع مرسوم على احد اضلاعه خطوط بها يعلم مقدار تباعد القشتين فتكون مقاييسا لمقدار الكهرباتية في الاجسام فتقرب للكرة او الزر الذي في اعلا القضيب جسم مكهرب تباعدت القشتان عن بعضهما بمقدار ما فيه من الكهرباتية ومنها الايليكتروسكوب ذوات الكرتين من لب السنبق وهو كالسابق الا ان فيه بدل التبتين كرتين صغيرتين من لب السنبق معلقتين بسلكين رفيعين جدا من معدن والمخترع له المعلم كروالطبيعي الانجليزى وصورته مرسومة في الشكل (١٢١) وبذل الصفيحتين من ابرصاير كرتين من نحاس ن ن موضوعتين على قضيبين من معدن ايضا لتتبع استفرار الكهرباتية ولا بد في جميع انواع الايليكتروسكوب من ان يدهن الميزر والعلوى من الاناء بطبقة من صمغ اللك لئلا يكون القضيب منعزلا بالانكسارية * واحسن انواع الايليكتروسكوب واكثرها حسا ولطفها هو المنسوب الى كلونب اذ به يعرف وجود الكهرباتية ونوعها معا وصورته مرسومة في الشكل (١٢٢) وهو

مـ كون من خيط من حرير خام فـ فـ وابرة من صمغ اللك ن ن
 في طرفها قرص صغير من بهرجان ت او ورقة مذهبة وملفاف صغير ط
 يلف عليه الخيط عند الحاجة والخيط المذكور مار في وسط النبوة من زجاج
 ص ص لها غطاء متحرك من يدار عند لف الخيط ان كان مسترخيا ويحوى
 ذلك كله صندوق اسطوانى من زجاج و و ويصون الجهاز الذى في باطنه
 عن اضطرابه من الهواء ومرسوم في دائرة د د حلقة من خطوط لمعرفة
 مقدار الكهر بائية في الاجسام المختبرة وانما كان من زجاج ليصير ما يقع
 في الجهاز الذى في باطنه وفي غطاء هذا الصندوق فتحة فيها قضيب من نحاس
 ق يتهى طرفاه بكرتين من نحاس ايضا فاذا اريد معرفة مقدار ما في الجسم
 من الكهر بائية رفع هذا القضيب وانزل بدله في محله الجسم المراد معرفة
 كهر بائيته شيئا فشيئا ومقدار جذب الجسم للقرص الكهر بائى او تنغيره على
 حسب ما فيه من الكهر بائية فان كان الجسم مكهر با جسا فبدل ان يدخل
 في الصندوق من فتحة ق يعرض للبهرجان من خارج الصندوق ولا بد من ان
 تعلق الابرة من مركز ثقلها الذى هو الوسط الحقيقى لتكون في الموازنة التامة
 فتدور من ادنى كهر بائية فان كان المراد معرفة طبيعة الكهر بائية من جسم
 شخصيت الابرة بكهر بائية معروفة بواسطة قضيب ق المرسوم في الشكل
 (١٢٢) المار ا ب بواسطة القضيب الصغير المرسوم في الشكل (١٢٣)
 فتعرف طبيعة كهر بائية الجسم بتقريبه من احد القضيبين وفي هذه
 الامتحانات ينبغى ان يجتهد في مماسة الزر الباطنى من قضيب ط او قضيب ف
 للبهرجان عند التماس ذلك القضيب بالكهر بائية * ومنها الالبليكترو متر
 ذو وجه الساعة المرسوم في الشكل (١٢٤) وهو مكون من قضيب معدنى في
 اعلاه نصف دائرة من عاج د مرسوم على حافتها خطوط هي عدد الدرجات
 ومثبت في مركزها قضيب رفيع من عاج ايضا في طرفه كرة صغيرة من لب السنبق
 فانما اريد معرفة قوة انتشار الكهر بائية وضع هذا الجهاز على الالة الكهر بائية
 حال اعمالها فبارتفاع الكرة تعرف قوة انتشار الكهر بائية (تنبيه) اذا كان

الهواء رطباً تشرب الكهرباء بسرعة فلا ينبغي ان تعمل التجربة الا بعد ان يجتهد في تخفيف الهواء المتحصر في الالات بان يوضع فيها قطع من موريات الكلس لانه كثير التشرب للرطوبة ويلزم ان يجفف الهواء المحيط بالالات ايضا بان يوضع في نواقيس كبيرة من زجاج ويوضع في تلك النواقيس بعض الجواهر التي من خواصها امتصاص الرطوبة

الفصل الثالث في سريان الكهرباء من جسم الى آخر

سريان الكهرباء بين الاجسام اما ان يكون مع الملامسة واما ان يكون مع البعد فالسريان مع الملامسة ان كانت الاجسام فيه غير موصلة كان حاصلها في محل الملامسة فقط فيكتب اللامس كهربائية للمسوس من محل الملامسة فقط كما ان للمسوس يفقدها من ذلك المحل فقط وان كانت الاجسام فيه جيدة التوصيل كان السريان من جميع الاجزاء اكتساباً وفقداناً وكانت مشاهدة الكهرباء فيها على حسب سعة سطح الجسم فان كان الجسم متصلاً بالارض فلا تشاهد كهربائيتها لان سطحه وسطح الارض حينئذ كشي واحد وسطح الارض لا يظهر فيه كهربائية ويقال حينئذ ان الكهرباء انصرفت للمستودع المشترك وهو الارض وان كانت الاجسام واسطة بين الموصلة وغير الموصلة كان السريان متوسطاً والتساوي متوسطاً ايضا فحقو الورق والمقوى الغير الناشفين جدا تسرى فيهما الكهرباء من بعد ما من محل الملامسة والذي مع البعد تسرى فيه الكهرباء بين الجسمين بواسطة شرارة كهربائية تشاهد فيما بينهما فاذا رطب الخشب معدني او مفصل اصبع للالة الكهربائية او لابلية كتر فوراً حاملة الكهرباء تولد بينهما شرر كهربائي وطقطقة دغمية فاشقة الصوت ثم ان كانت الالة قوية الكهرباء انسحب منها الشرر الى ابعد من قدم وكان يرتفع ساطعاً والاطقة صوت الفرقلة هذا واول من اظهر الشرر الكهربائي المعلم اوتودي غير ذلك ثم بعده دوفاي الفرنسي فانه هو الذي اظهر تجرع شرر ادهش

العقول بكثرته من جسم بشري مسك الآلة الكهربائية حال دورانها وفصله
 عن الارض بواسطة انه اجلسه على العازل الذي هو كرسي من خشب قوائمه
 من زجاج والانسان في هذه الحالة لا يخرج من نفوذ الكهرباء فيه وانشكاه
 منها نعم ان كانت الآلة جدا قوية احس بنسيم يقع على الجلد وارتجف منه
 الشعور في بعض الاوقات يخرج من ذلك الشعور شرر كالشعلات الصغيرة
 فاذا قرب انسان مفصل اصبعه من ذلك الرجل او جسما موصلا انسحبت
 اليه شررات كهربائية طويلة وحصل للمقرب اضطراب كهربائي لكنه
 لا يؤذي به ثم ان كان مقدار الكهرباء كافيا لاحداث الشرر من قيراطين
 او ثلاثة احس الانسان بالاضطراب الى المرفق واثني منه الساعد وان كان
 كافيا لاحدائه من ستة اقدام او ثمانية وصل الاضطراب الى الصدر وحصل
 في الجسم كله رجة عظيمة والحذر ثم الحذر من الزيادة على ذلك في التجريبات
 والانسان المنعزل الجالس على الكرسي المذكور يحس بالردة مثل المباشر
 والشرارة الكهربائية شديدة الحرارة وان لم تحرق الانسان واشده حرارتها
 لو قرب اليها زهر شمعة منطفئة حالاً لا تقدت ولو قرب اليها ايتير في اناء صغير من
 زجاج او نحاس كالمرسوم في الشكل (١٢٥) في وسطه زبراز عن الايتير
 لالتهب بن لوقرب الايتير المذكور لانسان مكهرب منعزل على الكرسي
 لالتهب الايتير لكن بشرط ان تقع الشرارة على الزبراز عن الايتير لا على
 نفس الايتير والشرارة الكهربائية تلهب الغازات ايضا وقد اسس المعلم
 وولطه طينجته على ذلك وللطبنجة المذكورة صورتان كالمرسومين
 في الشكلين (١٢٦) و (١٢٧) وتكون من نحاس او زجاج سميك وفي القرب
 من رأسها زران يابسان ب و زران باطنان متقاربان جدا وفي طرفها فتحة
 د فاذا اريدت تعذيبها ملئت من الفتحة بغاز مكون من حجم من الاوكسيجين
 وحجمين من الايدروجين وبكفي ان يوضع فيها الايدروجين وحده لانه
 يختلط باوكسيجين الهواء الذي فيها ثم تسد بسدادة من خشب الغلين
 والزران المذكوران مغطيان بسلكين من نحاس يمران في ابوابين صغيرتين

من زجاج ويثبت السلكان في الأنبوبتين بالشمع الاحمر فاذا اريد اطلاقها
سلطت الشرارة الكهربائية على الزر الظاهر فتسرى على السلك حتى تصل
للغاز الذي بين الزرين الباطنين فيلتهب ويقذف السدادة بعنف فيحصل
صوت كصوت الطبخية وتنقذف السدادة بعيدا كالرمادة

الفصل الرابع في الكهرباء بالتأثير وتحليل الكهرباء الطبيعية من بعد

اذا اثر جسم مكهرب في جسم موصل ولو كان بينهما بعد قدم تحمل تركيب
الكهربائية الطبيعية للموصل وامكن ان يكتسب كهربائية جديدة
فاذا انقطع تأثير الجسم المكهرب اضمحلت تلك الكهرباء كلية ولذلك سميت
الكهربائية بالتأثير ولتحلل لذلك بما هو مرسوم في الشكل (١٢٨) خرف
ن فيه حلقة من نحاس معلق فيها كرتان صغيرتان من اب السبق بسلك
رفيع من معدن والحلقة المذكورة معلقة بخطاف وانبوبة من زجاج فاذا
ادنيت الحلقة من الجسم المكهرب كهربائية راتنجية ص حتى صار ما بينهما
فوق قدم تباعد الكرتان عن بعضهما الى ب ب فان كان بينهما اقل من
قدم او زيد في قوة الكهرباء راتنجية بوجود جسم جديد مكهرب كهربية راتنجية
زاد البعد بين الكرتين عن ذلك بدون ان يخرج شرر فان زال الدوا وانقطع
التأثير تلاصقتا ثانية فيعلم من هذا ان تباعد الكرتين عند دوا الجسم من
الحلقة دليل على ان كهربائيتيهما واحدة والدليل على انهما راتنجية تلاصقتا
عند زوال الدوا وانقطاع التأثير وذلك لانهما لم يفترقا الا بعد ان انحل تركيب
كهربائية الكرتين والموصلين وذهب من الزناجبية الى الحلقة
يجذب جسم ص والراتنجية الى الكرتين فيعلم من ذلك ان الكهرباء راتنجيتين
تتلاصقا وفارقتا محلتهما ثم تركتا بتجاذبهما عند زوايا نواحل الحلقة من ص
والدليل على انفصالهما عن بعضهما مسددة العمل انه اذا استخرجت
الكهربائية المجتمعة اذ دالت في الحلقة وجدت زناجبية واستخرجتها يكون
باس الحلقة بسطح الاختبار ثم رفعه عنها سريرا واسطح الاختبار قرص

صغير من بهرجان قطره بعض خطوط من قيراط ماصق به من الوسطا والحواف
 مرود رفيع من صمغ اللك او من زجاج مطلى بالصمغ ثم ان الجسم المكهرب
 بالتأثير يذهب المكهرب الجسم المقرب منه والمقرب يذهب ما يقرب منه وهذا
 على التوالي كما هو مرسوم في الشكل (١٢٩) فان حرفي س ش فيه
 جسمان اسطوانيان موصلان ومنعزلان وحرف م طرف آلة كهربية
 هي الجسم المكهرب وحرف ط كرة من نحاس وحرف ب كرة صغيرة من
 لب السنبق فتباعد هذه الكرة عن الكرة التي من النحاس دليل على وجود
 الكهربية في الصليب المرسوم هكذا $\times$ اربع مرات في الجسمين وطرف الالة
 والكرة من النحاس اشارة الى محل استقرار الكهربية الموجبة والنسبة
 المرسومة هكذا - ثلاث مرات في الجسمين والكرة من النحاس اشارة الى
 محل استقرار السالبة وما حصل في الشكل السابق عند تقرب الجسم
 المكهرب يحصل في هذا الشكل فاقبل هناك يقال هنا كما استدل على تحلل
 الكهربية هناك بلس سطح الاختيار للعلاقة يستدل عليه هنا بذلك
 ايضا بان بلس سطح الاختيار محل الصليب والنسبة في أخذ السطح المذكور
 كهربية محلهما غيران هذا لا يوجد في جميع الاجسام الاربعة
 المصورة هنا اذ نقطة ذ من جسم س لا توجد فيها كهربية اصلية
 انه متى اتصلت نقطة ذ بالارض ذهبت منها الكهربية الزاجية وبقيت
 الراتنجية في جسم س كله بخلاف نقطة ق فانها اذا اتصلت بالارض
 ذهبت منها الكهربية الراتنجية وبقيت الزاجية وذلك بسبب قرب السلك
 الموصل الى نقطة م $\therefore$ فانه كلما قرب لها تأثر منها كما يتأثر جسم س وينفر
 سيماله الزاجي نحو الارض والراتنجي الى اعلا جسم س نحو حرف
 ق هذا وقد ذكرنا ان الكهريائيتين الطبيعيتين يخل تركبها ويفترقان
 مادام المؤثر وبعود تركبهما ويجتمعان متى انقطع المؤثر وسرعة العود
 تكون كسرعة انقطاع التأثير وقد برهننا على ذلك بما في الشكل (١٢٨) من
 تقارب الكرتين من بعضهما كلما بدلتا عن جسم ص ولئلا كرهنا برهاننا

اوضح من ذلك فنقول اذا اخذت ضفدعة وهى حية ونظمت في موصل اعنى
سلكا من معدن وعرضت للكهربائية الزاجية حال خروجها من الالة
لا يظهر لها حركة البتة لكونه انخل منها بالكهربائية بالتأثير الكهربائيتها
الطبيعية فذهبت الراتنجية الى الجهة المعرضة للالة ونفرت الزاجية جهة
الارض بواسطة السلك فلواخذ بفصل اصبع شرارة كهربائية من قرب المحل
المقابل للضفدعة عاد لها بتركب كهربائيتها بسرعة فتجد هاتنطق مع بعض
تشنج يحصل لها وهذا مما يدل على ان اجزاء الاجسام تضطرب وتهتز عند
رجوع حالتها الطبيعية لها يعود السائلين المستجلين لتركبها وهذا
الاضطراب يسمى في هذا العلم بصدمة الرجوع وما حصل في المكهربائية
بالتأثير في الشكل (١٢٩) يوضح ما يحصل في الشكل (١٣٠) المرسوم فيه
طرف الة كهربائية ط مكهرب كهربائية زاجية لكونه مرسوما في وسطه
صليب هكذا $\times$ وهو علامة الزاجية وجرس هو ص متصل
بالارض بواسطة سلسلة ط مكهربة بالتأثير الكهربائية راتنجية من الجهة
اليمين لكونه مرسوما فيه نصبة هكذا - وهى علامة الراتنجية وبينهما
بندول ب فطرف الالة الكهربائية الذى هو جسم ط يجذب البندول اليه
اولا حتى يشبهه ثم ينفره فيجذبه الجرس وهو جسم ص حتى يشبهه ثم
ينفره وهكذا فبهذه الحركة يقرع البندول جسم ط ثم جسم ص الذى
هو الجرس فيرن وقد يوضع بدل ككرة البندول ب صورة حيوان
العنكبوت من خشب القلين المحص سطحه قليلا ويجعل ارجل هذه الصورة
من معدن ويوضع بدل الجرس كرة من نحاس متصلة بالارض كما كان الجرس
فتلتصق الصورة العنكبوتية لحظة لطيفة بجسم ط مرة وبالكرة النحاسية
اخرى وبذلك ترقص ايضا صورة وزع صغير من خشب القلين اولب السنبق
منقوشة بان توضع بين صفتين معدنيتين احدهما با بعيدة عن الاخرى
بجذمة قراريط اوستة تعاق احدهما بالالة الكهربائية وثانيتها تجعل
متصلة بالارض وقد يستحدث بهذه الواسطة قطعة قطعة البرد المنساقط

وذلك بان يؤخذ ناقوس من زجاج كالمرسوم في الشكل (١٣١) له قعر معدني ط متصل بالارض بسلسلة ص وفي باطنه قرص ب متصل بالالة الكهربية بتيه بعضيب د المنتهى بحلقة س ويوضع في باطن الناقوس جلة كرات من لب السنبق في وصل الكهربية الى الناقوس تنابذت الكرات وارتفعت في الناقوس بعد ان كانت قارة في قعره ونصادمت وتساقطت فينشأ من ذلك طقطقة كطقطقة وقع البرد المتساقط

الفصل الخامس في الابلية كتر وفور اى حامله الكهربية

هى من الالات التى تثبت الكهربية بالتأثير وتحليل السيل الكهربية الطبيعى بالتأثير والمخترع لها المعلم وولطه وهى كما في الشكل (١٣٢) مركبة من جزءين احدهما فطيرة من راتينج م م صفتها ان يذاب الراتينج ويصب على سطح مدور من خشب او معدن حوافيه عالية بقدر قيراط او قيراط ونصف ولا بد ان يكون سطح الفطيرة مصقولا جيدا والثاني قرص من نحاس او خشب ص ص مغشى بورقة من القصدير يكون اضيق من الفطيرة بقيراطين وله يد عازلة من زجاج ط مثبتة في مركزه فاذا تكهرب السطح الراتينجي كهربية راتينجية بلمسه بجلد سنور مدة بعض ثواني ثم مسك القرص من العازل ط وطبق على الراتينج ثم مس باصبع اليد الاخرى خرجت شرارة صغيرة هى الكهربية الراتينجية فتسرى من الاصبع وتقع في الارض فاذا رفع القرص في الحال وجد متحونا بالكهربية الزاجية واذا قرب لحافة القرص جسم او مفصل اصبع مرات عديدة خرج منه شرر بعدد مرات التقرب بدون ان يلمس الراتينج بجلد السنور ثانيا وفي هذه العملية تؤثر الكهربية الراتينجية في الكهربية الطبيعية للقرص وذلك انما يحصل في الطبقة الهوائية الرقيقة الحائلة بين السطحين فيتحلل تركيب كهربية قرص ص ووضع الاصبع على القرص انما يخرج الكهربية الراتينجية لان الزاجية منجذبة بقوة عظيمة من الراتينج والراتينج من حيث انه ليس موصلا لا تنفذ فيه الكهربية

الزجاجية بل يبقى في الوجه السفلي للقرص لكنه لا يظهر منه الشرر الا اذا لمس
القرص بمفصل الاصبع بعد رفعه عن القرص الراتنجي وهذا الايليكتروفور
كالاته الكهربية غير انه لا يستعمل الا اذا لم يرد الا كمية قليلة من الكهربية
كشمر متقطع لاجل اتحاد الايدروجين بالاكسيجين او لاجل اطلاق
طبخة وولطه ونحو ذلك

الفصل السادس في الآلة الكهربائية

هي على اشكال مختلفة ومهما كانت اشكالها فهي مركبة من ثلاثة
اشياء دالت ومدلول وموصل عازل والمستعمل بالاكتر من اشكالها الآن هو
المرسوم صورته في الشكل (١٣٣) فالمحكول فيه قرص من زجاج مستدير
ص ص قطر داي عرضه في الغالب ستة اقدم وفي وسطه محور
محميطين ١ ١ ١ محيطتين من الاعلا بالقرص الزجاجي ويرتكز عليهما
المحور يد م لتحريكه حركة دورانية وفي الوجه الباطن اسكل من القائمتين
ه ه وسادتان من جلد محشوتان من شعر الخيل مثبتتان بمسامير
حين متينين كي لا تبرع عن محملهما والوسايد المذكورة هي الجسم الدالت
ليرم ليكون ذلكهما كافيا لظهار الكهربية ان يذرع على سطحها فوق سولفور
مادير المسمى بذهب موسى وهو مركب من كبريت وقصدير او تطلي بطبقة
مناخمة تصنع من الخارصيني والقصدير والزئبق بان يؤخذ من الاولين
مساويان متساويان ويذابا ثم يصب مذاهما على قدرهما من الزئبق المسخن
من رلدوينبغي ان تكرر الطبقة التي تطلي بها الوسائد من احدهذين المخلوطين
منفعة لا خشونة فيها ويحصل ذلك بان تدلك الوسائد ببعضها اذا كانا جيدين
قبل وضعهما في محملهما وكثيرا ما يضطر لتسخينها قليلا في اول الامر سيما اذا كان
الهواء رطبا لان الرطوبة تشرب الكهربية المنتشرة بسهولة وتأخذها
وينبغي قبل العمل ان تنشف جميع قطع الآلة بمخرقة من الصوف او اللبد
لتكون دائما في حالة الجفاف والنظافة الجليدين والموصل هو الاسطوانتان
المصنوعتان من الصفر المعترضتان على جانبي القرص ولا بد من ان تكونا

مصقوانتين من كل جهة صقلا جيدة بحيث لا يكون فيهما تضاريس اصلا ولا
لذهبت الكهربائية عند ظهورها من تلك التضاريس والاسطوانتان
المذكورتان مرتكزتان على اربع قوائم من الزجاج طوطط مطلية بصمغ
اللاك ليكمل انعزالهما بالكلبة وفي الجهة الخلفية لهما تين الاسطوانتين عارضة
اسطوانية من الصغرا ايضا فتمسكهما من الخلف وتضمهما لبعضهما في
وسطهما ساق في رأسه زروجيع هذا الجهاز موضوع على صندوق من الخشب
مثبت عليه تثبيتا متينا و متصل بالموصل من الامام الذي هو الاسطوانتان
ساقان بوب من الصغرا ايضا مقوسان كما في الشكل (١٣٤) منتهيان بكرتين
من زجاج ت وفي جهتي تقوسهما اسنان معدنية كالديابيس يعرفا بينهما
القرص الزجاجي عند تحريكه ومن تعلقات الآلة قطع من الخنافسر تطلي
بطلاء صمغي وتحفظ منتبية طاقين بربع دائرة من خشب لتحيط بربع القرص
وتغطيه من الاعلام من جهة احدى القائمتين ومن الاسفل من الجهة الاخرى
ومنفتحة تحفظ الكهرباء المنتشرة في القرص وكيفية تشغيل هذه الآلة ان
يدار القرص فتقع المحاكاة بينه وبين الوسائد فتتكهرب الاسطوانتان والقرص
تتكهرب بازجا بسبب انحلال تركيب كهربائية الاسطوانتين والقرص على
ما ذكرناه في الشكل (١٣٩) والرائنجية تغوص في الارض بواسطة سلسلة
لذلك لانه بادارة الآلة وحصول المحاكاة تنتشر من القرص الكهربائية
الزجاجية فتنتشر بالاسطوانتان بواسطة الاسنان المعدنية وتنفر منهما
الرائنجية إلى الاسنان فينتشر بها القرص ثم ينفرها كرائنجيته إلى الوسائد
والوسائد تنفرها إلى القوائم والقوائم إلى السلسلة وهي إلى الارض فبذلك
تتزايد الزجاجة على سطح الاسطوانتين والقرص ويمكن استخراج الكهرباء
من الاسطوانتين متى اريد بتقريب الاصبع او جسم موصل غير منعزل من
احدهما فتخرج منهما شرارة تفرغ الآلة من معظم الكهرباء فاذ اقرب مرة
اخرى عقب الاولى سريعا خرجت شرارة افرغتها بالكلبة ولوشبكت الموصلات
أي القضبان المعدنية المنخنية ببعضها المرسوم صورة احدها في الشكل

(١٣٥) ومس اولها الالة سحبت منها شرارات تستفرغ بها الالة مع البعد
 الزائد فقد نتج مما ذكرانه لا يستفرغ من الالة الكهربية المعتادة غير
 الكهربية الزاجية * واما الالة المنسوبة لوانباروم المرسوم صورتها في الشكل
 (١٣٦) فتستفرغ بها احدى الكهريائيتين اما الزاجية واما الراتنجية
 على حسب المراد وهي كالسابقة في ان لها قرصا زاجيا ن ن وتخالصها في ان
 اسطوانيتها ا ا ب ب مقوستان لتحكن ادارتهما على نقطتهما الثابتة ط
 وقلبهما حتى يواجههما ه ه لوجهي القرص وعلى العارضتين المهيأتين لذلك
 توضع الوسادتان ولهما حافظا الكهربية من الجانفس المطلي فحق اريد تحصيل
 الكهربية الزاجية ادير القوس الخلفي ا ا ادارة عامودية كما يعرف من وضع
 الشكل المذكور وحينئذ فينتهي طرفا القوس في طرفي الحافظين من الجانفس
 ويدار القوس الاخر للاسطوانة المقدمة ب ب ادارة اقية كما يعلم من وضع
 الشكل المذكور ايضا بحيث يلامس طرفا القوس الوسادتين ومتى تحركت
 الالة جذب القرص المتكهرب كهربية راتنجية الكائن في وجه القضيبين
 الموصلين حال بعده عن الحافظين كهربية القوس الراتنجية الذي هو في هذه
 الحالة متكهرب كهربية زاجية وكذلك كهربية الكرة المعدنية التي يستند
 عليها القوس التي هي راتنجية ايضا وجذب القرص لكهربية القوس والكرة
 بخروج شريرين القرص وبين الطرفين المستديرين للقوس اللذين هما بمنزلة
 موصلين والراتنجية للقرص تمر في الوسادتين ومنهما في القوس الاخر ب ب
 ومنه في الكرة ص ومنها الى الارض بواسطة سلسلة و ومتى اريد تحصيل
 الكهربية الراتنجية فليوضع القوس الخلفي ا ا وضعا اقيا بحيث يصير
 ملاصقا للوسادتين فيقبل منهما الكهربية الراتنجية ويكون وضع القوس
 المقدم حينئذ وضع عاموديا بحيث يصل طرفاه لطرفي الحافظين والمقصود من
 هذا الوضع ان يقبل هذا القوس الكهربية الزاجية لتمر منه الى الارض كما
 هي من الراتنجية المذكورة والا اليها

الكلام على القوة الكهربائية

قد عرف ان الحالة الطبيعية للأجسام وجود الكهر بائيتين فيها وان ظهور كهر بائيتها يكون بالذلك او المحاكاة واما ظهور احدهما بالذلك دون الاخرى فلم يعلم له سبب وحينئذ فيجزأ الذهن عن توضيح علة ككون الزجاج اذا ذلك بالصوف او الحررت كهر ب كهر بة زجاجية واذا ذلك بجلد السنور او الثعلب الماءى مثلاً تكهرب كهر بة راتنجية وكذا عن توضيح علة ككون اللون وكيفية ذلك لهما تأثير في اظهار احديهما دون الاخرى فانه اذا ذلك شريط من الحرير الاسود بشريط من الحرير الابيض اكتسب الكهر بائية الراتنجية وظهرت فيه واذا ذلك شريطان ببعضهما وكان الذلك متحركاً بالواراب تكهرب الساكن كهر بة زجاجية والمتحرك كهر بة راتنجية والذي عرف انما هو كون الكهر بائية الزجاجية تنشأ عن الزجاج المدلول بالصوف والراتنجية عن الراتنج المدلول بالصوف او جلد السنور او الحرير من غير معرفة علة لذلك وقد عرف ايضا انه متى انتشرت الكهر بائية باى طريق كان فالجذب والتنافر بين الاجسام المكهربة يكونان دائماً على نسبة كمية الكهر بائية طردا وعلى نسبة مربعات المسافة عكسا بمعنى انه اذا طالت المسافة بين الجسمين نقصت قوة الجذب او قوة التنافر وكانت على حسب مربعات المسافة واذا قصرت زادت وكانت على حسب الكمية وقد وضع هذا بالكلية الماهر كولونب بميزانه المسجي بميزان اللى المرسوم صورته في الشكل (١٣٧) وهو آلة لم يكن في تركيبها موصل للكهر بائية اصلا وانما هو سطح من خشب موضوع عليه اربع مرامى مثبتة عليه طول كل ضلع من اضلاع تلك المرامى من ثلاثين قدما الى اربعين وتوضع ملصقة ببعضها لئلا تنفذ الهواة بالكلية في باطن الجهاز ويوضع اعلاها مراءاة ماسية في مركزها فتحة توضع فيها انبوبة ت التي قطر ها قيراطان أو ثلاثة وارتفاعها من اثني عشر قيراطا الى خمسة عشر وفتحة ثانية ط لتدخل منها الاقسام المكهربة المراد امتحانها وعلق

في ملغاف ب سلك من نحاس اوفضة يحمل المروء الخفيف من صمغ
اللك ن وليكن هذا المروء في اتم الموازنة ومنتهى بقرص من البهرجان قطره
من نصف قيراط الى ثلثي قيراط وخطوط ح ح ح ح عدد الدرجات ولتضع
فقد الكهربية في الرطوبة يوضع في طاسة صغيرة كوروراكسيوم وتوضع
تلك الطاسة في الجهاز ومن ذلك يعلم ان هذا الجهاز مشابه لاليليكتروسكوب
المرسوم في الشكل (١٢٢) وكيفية العمل ان ينفذ في مروء ن كهربية
معروفة ثم ينفذ الجسم المراد تحقيق كمية كهربية منه من فتحة ط ويعلق
في خيط من الحرير او البوبية من زجاج مدهونة بصمغ اللك فيحصل بين الجسم
والبهرجان تنافر او جذب على حسب مشابهة كهربية الجسم الممتحن لسطح
الاختبار او انجذابها وله بحسب كمية كهربية الجسم ايضا فان استخرج
من قرص البهرجان نصف كهربية كانت الميل للتنافر او الجذب اقل من نصف
ما كان اولاً وكيفية استخراج نصف كهربية القرص ان يمس جسم عازل
كروي مماثل له في القطر فانه اذا تلامس جسمان موصلان متشابهان شكلا
وحجماء اتساخا الكهربية بالتساوي

الفصل السابع في اسباب فقد الكهربية

الذي يفقد الكهربية المنتشرة من الاجسام هو الرطوبة التي هي في الغالب
تغطي القطع العازلة الداخلة في تركيب الآلات كالزجاج المستعمل للعزل
فانه يحفظ الرطوبة على سطحه وتنفذ منه الكهربية وان كانت قليلة جداً
وتسرى منه لبقية الآلات فتفقد منها الكهربية شيئاً فشيئاً ولذا ينبغي تنشيفه
كثير اوقت تشغيل الآلة وقد جعلوا للصيانة عن الرطوبة ما يمكن اطلية
ودهانات يطولون بها العازلات بان يدهنوها بطلاء من صمغ اللك او يذيبوا
الصمغ المذكور ويغمسوها فيه لتلبس عليها طبقة منه واما فقد الكهربية
بالهواء فانما هو لوطوبته ايضا ولذا كان يكثر اعدامه لها كلما كثرت رطوبة الهواء
واذا اريد استغراغ جسم من كهربية كقطعة من الراتنج او الكهربية فان

عليه بالقلم اوسلط عليه نفخة من بخار ماء واذا اريد استقراغ الآلة من
الكهربائية سلط على موصلها المنعزل نفخة من البخار المذكور

الفصل الثامن في تكون الكهربائية على سطح الاجسام الموصلية

من المعلوم ان الكهرباء الطبيعية موجودة في جميع اجزاء الجسم على السوا
فعند ما تنفصل احدى الكهربائيتين عن الاخرى تنتعش في جميع اجزاء الجسم
بسرعة غريبة ثم تتجمع على سطحه ويظهر ذلك بجملة تجارب الاولى ان
تؤخذ كرة معدنية منعزلة كالمرسومة في الشكل (١٣٨) وتغطى بطبقة من
بهرجان منقسمة الى نصفين ينطبقان على الكرة ولهما ميدان من زجاج
توضعهما ورفعهما بحسب الارادة ثم تكهرب الكرة وعليها الطبقة التي
من البهرجان ثم ترفع تلك الطبقة عن الكرة برفع النصفين معادفة من يديهما
فتوجد الكرة حالاً مجردة عن الكهرباء بالكلية الثانية ان تعزل كرة قطرها
من سبعة قواريط الى ثمانية يكون فيها حفرة صغيرة عمقها قيراط ونساعها من
ثمانية خطوط الى عشرة ثم تشحن بالكهربائية فاذا امت بسطح الاختبار
من قعر الحفرة لا يكتسب منها ذلك المسطح الكهربائية قليلة جداً انكاد تذكر
بخلاف ما اذا امت به من غير هذا الموضع من بقية سطح الكرة فان سطح
الاختبار يكتسب من الكهرباء مقداراً عظيماً الثالثة ان تؤخذ كرتان من
معدن منعزلتان متماثلتان في القطر وتكهربا معاً ثم تفصلا ونمس احدهما
بكرة مثلهما في القطر مصحمة ونمس الثانية بكرة مثلهما في القطر مجوفة رقيقة
جداً كالپهرجان فاذا امتخت كمية الكهرباء في الكرتين الثانيةين لم توجد
في احديهما اكثر من الاخرى وهذا مما يثبت ان الكهرباء انما تكون على
سطح الاجسام بطبقة رقيقة اذ لو كانت بطبقة انحن من البهرجان لما اكتسبت
المجوفة كهربائية مثل المصممة

الفصل التاسع في خواص الاسنة المعدنية

من خواص الاسنة التي تكون في آلات الكهرباء ان تذهب منها

الكهربائية السارية في الالات فاذا كان في اسطوانة الالة الكهربائية واحد
من تلك الاسنة لا يمكن ان ينشأ منها شرارات ابد ابل كما قلنا فيها شيء من
الكهربائية انصرف من ذلك السن ولو كان السن لقضيبت متصل بالارض
وعرض لاسطوانة الالة الكهربائية ولو بعيدا عنها بنحو قدم لم تمس على
الاسطوانة بالكهربائية فيكون هناك تحليل تركيب بالتأثير فتغوص
الزجاجية في الارض بواسطة السن وتسرى الراتنجية في الهواء لتتحد
بكهربائية الموصل الزجاجية ولكون خواص الاسنة ما ذكر فلا ينبغي
وضعها في الالة الكهربائية المعتادة الا في المواضع التي منها يكون تأثير
انقرص الزجاجي في الموصلين وكذا لا ينبغي ان يكون في الالة المذكورة زوايا
حادة فان من خواصها ان تفقد الكهربائية ايضا فاذا وضع سن في طول
الموصلات وادبرت الالة خرجت الكهربائية الزجاجية من هذا السن على
هيئة نبرة ضوئية تبصر في الظلمة واما الراتنجية فتشاهد في حرف السن
نقطة لامعة فقط وكأن سبب ذلك بحسب الظن ان الراتنجية اذا انتشرت
في الجو تنكبد فيه مقاومة اكثر من التي تنكبد بها الزجاجية واذا كان خروج
الكهربائية من الاسنة بمقدار كاف فتحرك الهواء الذي امامها فاذا قربت منه
يد مثلا احست بشيء كالنسيمة الخفيفة التي يمكن ان تخطط سطح الماء

الفصل العاشر في الكهربائية الكامنة

لو وضع لوح من زجاج بين لوحين معدنيين كما في الشكل (١٣٩) فان لوح
الزجاج فيه ط واللوحين المعدنيين ص س لتجاذب المعدنيان
الكهربائيتين من جانبي لوح ط لكون لوح ص يطلب الكهربائية
الزجاجية ولوح ص يطلب الكهربائية الراتنجية واجتهدت الكهربائيتان
في الانضمام لكن يمنعهما من ذلك وجود الحائل وهو لوح الزجاج بينهما
فتبقيان كامينتين فاذا لمس شخص احد القرصين وحده لم تظهر كهربائيته
لكونها بسبب جذب كهربائية الاخر لها ولا تظهر الا لمن لمسهما معا

والكمون هنا غير كامل لكون الجهاز ممتلئاً بالكهربائية ومقطوع الوصلة
بالارض بازالة سلسلة له منه فالـ $\llcorner$ كهربائية ماثلة بالاكثر للانتشار
وانما المانع لهما من ذلك وجود لوح الزجاج ولورقيقالانه هو المانع للسائلين
عن ان يجتمعا ويتحدوا وهما لا يتحدان الا باللامسة من غير واسطة
واعلم ان قوة الانتشار في الكهـربائية السكامنة على سطحى اللوح الزجاجى
فيما بينه وبين اللوحين المعدنيين قوية بحيث لو اطلقت لامـ $\llcorner$ ان
تنقب الزجاج ويتحد السائلان بل قد يغلب اجتهاد الكهـربائيتين
فى الاجتماع المانع الذى هو اللوح الزجاجى فينقب بالفعل اذا لم تكن فيه مقاومة
كافية بان كان رقيقة جداً فعلم من هذا ان الكهـربائيتين فخلتا من بعضهما
وكنتا فاذا اريدا رجعا تركبهما ولا يكون الا بلس اللوحين معاً فى آن واحد كما
مر فلتؤخذ الآلة المسماة بالمنبهة المرسومة فى الشكل (١٤٠) وهى قضبان
مقوسان من نحاس ص ص يجتمعان فى نقطة س بطرفيهما
المجعولين على هيئة رزة ليسهل تقريهما وتبغيرهما اذا مسكا من يديهما
د د المجعولتين ليكون ماسكهما عند العمل منعزلاً والارتجاض اضطرب
حال عود تركب الكهـربائيتين وينتهى كل من القضيبين بكرة صغيرة كالزر
ويلس باحدى شعبتي المنبه لوح س ثم تقرب الشعبة الثانية للوح ص
فيشاهد قبل لمسها له بزوغ الشرارة بطفطقة وحينئذ فتكون الكهـربائيتان
قد اتحدتا واستفرغ الجهاز واتصلت الكهـربائيتان بشعبتي المنبه من لوح
س الى لوح ص ويمكن فى هذه التجربة ابدال اللوحين المعدنيين
بورقتين من قصدير تلصقان على وجهى اللوح الزجاجى بعد ان تترك حوافيه
مكشوفة قدر قيراطين او ثلاثة من كل جهة وبطلى المكشوف بصمغ اللك
تكمى لا لعدم التوصيل ما يمكن فتحصر الكهـربائية فى ورقتي القصدير

الفصل الحادى عشر فى المكشفات

جميع الالات التى تتركب فيها الكهـربائية وتسمى بالمكشفات ولا بد

في هذه الآلات من ان تكون مركبة من جسمين موصلين بينهما جسم غير موصل والذي ذكرناه في الفصل السابق هو المكشف الزجاجي وهو يجمع كمية عظيمة من الكهرباء والتي نذكره هنا المكشف الجانقي ويقال له مكشف وولطه وصورته مرسومة في الشكل (١٤١) وهو قرص من خشب ط مغطى بجانفس مطلي بنحو صمغ اللك و سطح معدني س س له يد من زجاج م فاذا اتصل السطح بعض ثواني ينبوع كهربائي انتشر عليه السيال فيفعل بالتأثير من الجانفس في الكهرباء الطبيعية للقرص المتصل بالارض وامتلاء الجهاز المذكور من الكهرباء يكون على حسب غزارة الينبوع واذا اريد تحقيق حال ذلك السطح بواسطة الاليكتروسكوب رفع عن الارض رفعا عموديا وقرب الاليكتروسكوب واكمل المكشفات واتقنها هو المكشف ذو الصفيحتين الذهبيتين المنسوب للمعلم وولطه ايضا لانه يتمكن به من تحقيق ادنى كهربائية وهو كالاليكتروسكوب ذو الصفيحتين الذهبيتين غير انه يوفق عليه قرصان معدنيان رفيعان املسان للعلوى منهما يد من زجاج ويقوم مقام الجسم الذي يتوسط بينهما ان يدهنا بطبقة من طلاء مانع جدا من صنع من صمغ اللك المحلول في روح العرق

الفصل الثاني عشر في زجاجة ليد

صورتها مرسومة في الشكل (١٤٢) وهي من المكشفات وسميت باسم القرية التي اخترعت فيها وقد اخترعها المعلمان موشينبرول وكوينووس سنة ١١٦٠ هجرية وهي زجاجة مغشى اربعة اجناسها من الظاهر بورقة رقيقة من ذهب او قصدير وباطنها مملوءة بورقات رقيقة جدا من نحاس او ذهب او مغشى بما غشى به ظاهرها وفي هذه الحالة تسمى بالجرة الكهربائية ويوفق على فتحها سداة ينفذ فيها بالقوة تضيق من نحاس ينتهي احد طرفيه من الخارج بزر مستدير والطرف الثاني من الداخل ينتهي بسن دقيق به يلامس الورقانة الذهبية او القصديرية وهذا القضيبي مقوس طرفه الذي

من الخارج على هيئة خطاف تتعلق منه الزجاجة عند الحاجة ولا بد من ان
تطلى المسافة التي بين الفوهة والطبقة الرقيقة الظاهرة التي من القصدير
المسماة باللبوس الظاهر تشبيها باللبوس المتسلخ كما ان الورقات الباطنة تسمى
باللبوس الباطن بطبقة من صمغ اللك متقنة غاية الاتقان وبذلك تكون
الزجاجة كأنها لوح من زجاج موضوع بين لوحين موصلين فاذا اريد شحن
هذه الزجاجة بالكهربائية مسكت من اللبوس الظاهر وقرب الزر لاحد
موصلي الآلة الكهربائية فيعرف انها شحنت متى شوهذان الشرر الذي
كان خارجا منها بالتعاقب اخذ في البطو وغلظ والكهربائية الزجاجية الداخلة
في باطن الزجاجة تؤثر في الكهربائية الطبيعية لللبوس الظاهر فتجذب
كهربائيته الراتنجية وتغوص الزجاجية في الارض بواسطة يد مقرب
الزجاجة وهذا عين ما ذكرناه في المكثف ذي الصفيحة الزجاجية ويمكن شحن
الزجاجة من اللبوس الظاهر اذا مسكت من خطافها وقد تنفرغ الزجاجة من
ذاتها وتخرج الشرارة بنفسها من بين الزر واللبوس الظاهر وقد تخرج
الشرارة فتشبهها وتصير الزجاجة حينئذ غير نافعة واما استفراغ الزجاجة
بالصناعة فيلزم له كما ذكر في الكهربائية السكائمة ان يلبس اللبوسان الظاهر
والباطن معا في آن واحد وذلك بان توضع الزجاجة على جسم عازل وتلبس
بشعبي المنبه المرسوم في الشكل (١٤٠) معا بان تجعل احدي الشعبتين على
الملبوس الظاهر والاخرى على زر الخطاف المتصل باللبوس الباطن فيحصل
اتصال بين اللبوسين ولوعرضت الزجاجة الى جملة موصلات لاستفراغ
الكهربائية منها انتخب الكهربائية اجودها واسـتفـرغـت فيه فاذا وضع
يباطن الكف سلسلة فيها طول كاف لان يلبس بطرفها زر الزجاجة ومسكت
الزجاجة بذلك الكف ولمس الزر بطرف السلسلة استفرغت كهربائية
الزجاجة بدون ان يحصل للخصص الرجة التي يخشى منها لو لمس الزجاجة بيده
فقط وذلك لكون معدن السلسلة موصلا اجود من الجسم البشري فكان به
الاستفراغ نعم يلزم ان تكون السلسلة غليظة بالكفاية ومتصلة ببعضها بحيث

تكون لا قطع فيها ولا تلم وحيث كانت الرجة من زجاجة ليد المذكور
قوية وبخشي منها الخطر اخترعوا لها المنبه السابق للتحرز من خطرها وقد
يعمل الانسان بيديه عمل المنبه بان يمسك الزجاجة باحدى يديه من اللبوس
الظاهر ويلبس بالآخرى زر الخفاف فتسرى الرجة حالاً في ذراعيه وصدره
وعلى حسب الامتلاء من الكهربية تكون قوة الرجة فيمكن ان لا يحس بها
الا في الساعدين او الى المرفقين والرجة الكهربية يمكن ان تصيب جلة اناس
معاف لحظة واحدة وذلك فيما اذا مسكوا ايدي بعضهم ومسك الاول الزجاجة
من وسطها ولمس الاخير الزر بالموصل او يده فان جميعهم يحس بالرجة
ولو كانوا اكثر من مائة بل قد قيل انه ارجح منها الاى بتمامه مصفر رجة
اوقعت العساكر على ظهورها وقد تحقق ان التهاب السوائل الروحية
بشرارة زجاجة ليد اقوى واكثر من التهابها بشرارة الآلة الكهربية
نفسها الى الواصلة للارواح من غير واسطة وقد شوهد من الآلة المسماة بشاقبة
المقوى المرسومة في الشكل (١٤٣) امر غريب هو ان الشرارة تثقب
المقوى وذلك بان يوضع بين سني ن اللذين لقضي ط ث قطعة
رقية من المقوى ثم يوضع طرف احد القضيبين متصل باللبوس الظاهر
وطرف القضيب الاخر متصل بالزر فتنزّل الشرارة من احد السنين الى الاخر
فتجذ المقوى بينهما فتثقبها ثقباً لطيفاً كثقب س من الابرة ويبقى حول دائر
الثقب من ثقبها كحوية صغيرة وقد تحصل بزجاجة ليد الاشكال المسماة باشكال
ليشتينبرغ ايجاد من تحصيلها بموصل متصل بالآلة الكهربية المعتادة
وتزيد عليها بان يعرف بها الفرق بين السيل الزجاجي والراتنجي وذلك بان
تؤخذ زجاجة ليد بعد افعامها من الكهربية ويرسم بزرها المكهرب كهربية
زجاجية ما يراد من الاشكال على سطح من راتنج جاف ويرسم بجزئها
السفلى المكهرب كهربية راتنجية ما يراد من الاشكال ايضا على ذلك السطح
ثم يوثق بمسحوق ناعم من كب من كبريت وسيلقون ويوضع في باطن منفوخ
وينفخ على الراتنج المذكور فتظهر الاشكال المرسومة بالزر صغيراً والمرسومة

باللبوس السفلى حمرا ومن حيث ان كهربائية الكبرى راتينجية وكهربائية
السيلقون زجاجية اذ امر احدهما على الشكل الكهربي المضاد له اثر فيه فتجد
خطوط الكبريت منهفرشة مسطحة وخطوط السيلقون مرتفعة مسننة

الفصل الثالث عشر في البتريه الكهربائيه والمنبه العام

البتريه بفتح الموحدة والفوقية وكسر الراء مع تشديد التحتية صفوف المدافع
والمراد بها هنا جملة زجاجات من زجاجه ليد المسماة بالجرة الكهربائيه تجمع
مستطرقه لبعضها من الباطن كما في الشكل (١٤٤) بواسطة قضبان
معدنيه ا ب ت ث ن حامله لسلاسل د د د د تلامس
اللبوس الباطن من الزجاجات لكونها داخله فيها واصله لقعرها وكل زجاجه
ملتصقه بظاهرها مع صاحبها وجميع ذلك في صندوق من الخشب مطلي
باطنه بصفيحة رقيقه من الرصاص متصله بالارض بواسطة ذيل موصل لـ
وكيفيه طلق البتريه ان ينعم الجهاز كله بالآلة الكهربائيه من ن ويطلق
باستفراغ الكهربائيه منه كما يستفريغ من زجاجه ليد وينبغي الاحتراس الكلي
عند الطلقة لئلا يصاب المباشر لذلك فيقع في الخطر ثم وضع الاجسام المراد
اصابتها بطلقة البتريه الكهربائيه بين الشعبتين المعدنيتين للمنبه العام
المرسوم صورته في الشكل (١٤٥) وتوصل احدي الشعبتين ط
بظاهرا للبتريه بواسطة سلسله س وثانيه ص بالكرة المنفردة د
بواسطة سلسله و ثم اذا اريد تنفيذ الشرارة يمسك العازل لـ الذي هو
يد من زجاج باحدى اليدين ويقرب الى قضيب البتريه بسرعة فتتركب
الكهربائيه ثانيا من جميع حائط الجهاز د و ص ب ط س وتنتشر على
الحامله في المغطى اعلاها بصفيحة من عاج يمكن ان تصعد الى اعلاهما كانت
عليه بواسطة برمة ث عند الحاجة لوضع الجسم المراد اصابتها بالبتريه
الكهربائيه فاذا كان ذلك الجسم سلكا من حديد امكن ان يسخن او يحمى
او يذوب ويقطر اكر صغيره على حسب قوة استفراغ البتريه واذا كان الجسم

المذكور ورقة من قصدير خفيفة طولها ثلاثة قراريط اربعة استحالته بخارا
دفعه واحده بحيث لا تدرك تلك الاستحالة وان كان فتسلة من القصب اى
الحري الملقوف عليه ذهب اوفضة واصابته الطلقة تطاير الذهب والفضة
من غير ان يشتعل الحري وقد استنجوا من ذلك الواسطة التى بها يفعل الاثر
الكهربائى المسمى ايضا بالانطباع الكهربائى وهو ان تؤخذ ورقة تجعل على
هيئة الصليب كما فى الشكل (١٤٦) ثم يلقى على جانبها ف ف ورقة
رقيقة من القصدير عريضة كالشريط ثم تؤخذ ورقة اخرى وتصور فيها صورة ما
بالتحريم بالابرة بحيث يحكى تلك الصورة ضوء ذلك التحريم ثم توضع الورقة
المخرمة على وسط الاولى بعد ان يفرش تحتها ورقة رقيقة جدا من الذهب
وتكون بحيث تلامس القصدير بمحاقتها ثم يوضع فوق الورقة المخرمة قطعة
من الاطلس الابيض ثم يطوى طرفا الورقة الصليبية ص ط على الاطلس
وما تحتها ثم توضع هذه الورقة المطوية فى نحو لمسة كلازم الطباعة
ويضبط عليها بمرتين لاجل احكام الملازمة بين هذه الموضوعات فتى اتصال
الشريطان من القصدير الخارجان من الملمزة بوجهى البتريه بوقت منها
الشرارة فيتطاير الذهب وينفذ فى جميع تخاريم الورقة فتنتطب الصورة على
الاطلس بلون الذهبية لكن مع بعض سمرة ومن الغريب ان الطيور والارانب
ونحوها تقتل بهذه البتريه من غير ان يظهر فى اعضائها اثر محل الاصابة ولا يلزم
اقتلها ان تكون الضربة قوية ومن انواع البتريه السلسلة الكهربائية وهى
جمله زجاجات من زجاجة ليد تعلق متتابعة من خطاطيفها بان يعلق خطاف
كل زجاجة فى حلقة مثبتة بقعر الاخرى من الظاهر كما فى الشكل (١٤٧)
فبذلك يتصل ظاهرا كل واحدة بباطن الاخرى فيكون ابوس باطن الزجاجات
الاولى متصلا بموصل الالة الكهربائية ولبوس ظاهرها الاخرى متصلا بالارض
فاذا اريد استفراغ كهربائية هذه السلسلة بتمامها جعل الاتصال بين الطرفين
لكن لا تكون الشرارة قوية واذا اريد استفراغ زجاجات وزجاجتين او ثلاث جعل
الاتصال بين ما اريد استفراغه فقط واذا عزل الجهاز برفع السلسلة الصغيرة

ص واستقصى عن طبيعة الكهرباء في كل من طرفي الجهازا وطرفي كل زجاجة على حدة ووجدت - الزجاجة في احد الطرفين والراتنجية في الاخر كما يدل على ذلك الصلجان والنصب المرسومة في الجهاز والذي يظهر في الزجاجات المتوسطة ان مقدار الكهرباء فيها قريب منه في الحالة الطبيعية

الفصل الرابع عشر في اسباب ظهور الضوء الكهربائي

مئنء المعلوم ان الضوء الكهربائي لا يظهر من الاجسام الابعد انفصال السيلالي الكهربائيين منها وانتشارهما بكمته كافية وقدم من خروج الكهرباء بنفسها من الموصل ذي الزوايا الحادة يكون نبذة ضوئية تبهر في الظلمة ولولم تكن الكهرباء في الالة قوية واما الموصلات المستديرة من جميع الجهات فلا يخرج منها الشرر بنفسه الا اذا افعمت من الكهرباء افعاما عظيما واذا عرض للالة الكهربائيية جسم متصل بالارض وكان فيه تفرق اتصال حصل فيه كهربائية بالتأثير فيخرج منه الشرر بلون ازرق ويتعدد ظهور الشرر على حسب تعدد تفرق اتصال الجسم الموصل للالة الذي يغوص منه السيلال في الارض فان نظمت حبات معدنية في خيط من الخرز وعقدين كل حبتين عقدة بحيث يكون بينهما قدر خط وقدم هذا العقد للالة الكهربائية شوهة سلسلة من الشرر يخرج منها شرارات ما دامت الكهرباء سارية فيها وسيرها يكون سريرا جادا بحيث يشاهد ضوءها بين الحبتين الاوليين والآخرين في لحظة واحدة ومن قبيل ذلك الانابيب المسماة بالانابيب المنيرة وتصنع بصف قطع اوراق من القصدير معينة الشكل تلصق متواصلة على الانابيب بحيث يكون اتصالها ببعضها على زوايا كما في الشكل (١٤٨) ففي وصلت الكهرباء اليها ظهر الشرر بين المربعات المعينية معا في آن واحد فتشاهد الانابيب نيرة في جميع طولها كان حوائقها قضيب من الضوء ملتف عليها متعرجا كالخملزون واذا الصق على لوح مربع من زجاج اشربة من ورق القصدير متصل ببعضها كما في الشكل (١٤٩) من ا الى ب ثم ازيل منها قطع صغيرة كالحمال المنقطة

في الشكل المذكور شوهد شرر الكهربية من جميع محال الازالة في شاهد رسم
نارى له شرر على قدر النقط العارضة عن القصد يرو هذه النقط يمكن تغييرها على
حسب الارادة والمربع المذكور هو المسمى بالمربع المنير وفي الفراغ يظهر الضوء
الكهرباءى لمعان عظيم فلو عمل الفراغ في انبوبة طوله امان ثمانية اقدام الى
عشرة كالمرسومة في الشكل (١٥٠) ووصلت بالارض بواسطة سلسلة
ص وكان لها من الاعلا خطاف موصل ب لحصل بمجرد وصول الكهربية اليها
من الاله حيث لا هواء يقاوم انتشار السيل ضوء بارق يضى باطنها كله
ويتشر في جميع جهاتها وذات قرب من الانبوبة حينئذ جسم موصل ذهب
الضوء الى جهته واشتد ضوءه وكثيرا ما يتفق بعد الفراغ من التجربة وتبعد
الانبوبة عن ينبوع الكهربية ن تمكث الانبوبة لحظات يخرج منها ضوء بارق
واذا فعلت هذه التجربة في اناء يضى الشكل كالمسمى بالبيضة الفيلسوفية
حصل امر اعجب مما سبق وهوانه كلما خل فيه بعض هواء تتركب الضوء وقيل
انتشاره وتكون قرب الزر الباطنى اقواس ضوئية شربة بلون ارجوانى
ومن حيث ان لهذه البيضة في كل من قطبيها زرافتى امثلة من الهوائى تذهب
الضوء بهيئة شرر يتفصل من احد الزرين الى الاخر واعلم ان الضوء
الكهرباءى يكتسب من الغازات الوانا على حسب طبائنها فيكون اصفر
وكلها وينفسجيا واحمر

الفصل الخامس عشر في اسباب ظهور الكهربية

قد ذكرنا ان الكهربية تظهر بالخشخشة والاسباب اخر تظهرها ايضا هي
الضغط والحرارة واللامسة والميل الكيماوى لذي سفتكلم عليه في مبحث
السيل الجوى الكهرباءى فبعض الاجسام كهربية بالضغط عليه كالمو
اخذت قطعة من الاسيات الكسبى اى كاربونات الكلس ذات اسطحة متوازية
وضغط عليها بين الاصابع لحظة فانها تنكهرب تكهربا زجاجيا وكذلك الجير
المفلورائى الموضوع عليه حمض الفلوريك والميسكاى الطلق الابيض والمياقوت

الاصفر والكوارس وهو حجر معدني معروف وغير ذلك فان كلاً منها اذا ضغط عليه ببعض اجسام تكهربت ايضا والكلس المكربن فيه قوة تحفظ الكهربية مدة بحيث اذا ضغط عليه بالاصابع لحظتها بقيت فيه انكهربائية نحو واحد عشر يوماً من وقت الضغط والذي اظهر هذا الضغط المعلم هاوى واستنبط منه تركيب الاليترو سكوب المنسوب اليه وهو كالابرة الكهربية غير ان في احد طرفيه صفيحة صغيرة من كلس مكربن بدل الكرة المعدنية فاذا ضغطت هذه الصفيحة بين الاصابع تكهربت ومن ذلك استنتج الاليترو سكوب السهل النقل ومن المعروف ان التورمالين وهو حجر كثير الوجود في بلاد الهند وجزيرة سيلان يجذب الاجسام الخفيفة ثم ينفرها واذا سخن صار في قطبيه الكهربية اثنان اعني احدى طرفيه يكون زجاجيا والاخر اتينجيا وهناك اجسام كثيرة تمكهرب بالحرارة كالماس وكاربونات الكلز وافتوراته وبورات المقيسيات والزمرذوايا قوت الاصفر ونحوها

الباب الثاني عشر في السعال الجلواني والكهربائية باللمس

قد كشف المعلم جلواني طبيب يولونيا من بلاد ايطاليا في سنة مائة وعشرين بعد الالف من الهجرة الكهربائية باللمس وحصل له ذلك بالاتفاق حين كان يشرح بعض الضفادع فانه لما علق الضفدعة بعد سلخها في شبالة من حديد بخطاطيف صغيرة من نحاس نفذها بين الاعصاب القطنية وهزتها الريح حتى مست الحديد تشنجت تشنجا عظيما فاستغرب وقوع ذلك في السعال العصبي ويقال له الحيوى وقال هذا التشنج انما صدر من سريان السعال العصبي في الموصل المعدني اعني الحديد والنحاس وانه سرى حال الملامسة في العضلات فانقبضت كانهباضها من طلقة كهربية فحين ذلك سموا هذا السعال بالجلواني وقالوا انه شبيه بالسعال الكهربائي ثم بعد وقوع جملة تجارب في خصوص هذا السعال بمدارس الاوربا ظهرت له خصوصيات بها ظن انه كهربائي بطهر ليس بعض الاجسام وكان المشتغل بالكهربائية اذ ذلك المعلم واولاه فاعاد تجريبات

جلوانى فظهر له ان اضطراب الضفدع لا يكون قويا الا اذا كان الموصل الذى
يجعل بين الاعصاب والعضلات مركبا من قضيتين من معدنين مختلفين يتلامس
طرفاهما فجزم بان سبب ذلك تلامس المعدنين وان هذه الظاهرة ليست
الا كهربية بآلية اعتيادية وهذا مخالف لراى جلوان فانه قابل بان يشخ الضفدع
كما يحصل بقضيبى وولطه يحصل بقضيبين من معدن واحد وان كانت التشنجات
بقضيبى وولطه اشد وا قوى حتى انه قابل بحصول هذا التشنج فيما اذا طرجه
ضفدعة مسلوخة مجهزة جيداً بتبعية العصب القطنى عن عظم العמוד
الفقارى مع بقائه متصلابه على زئبق وان اورد على هذا ان العضلات
والاعصاب مادتان مختلفتان وملاستهما للزئبق كافية في ظهور الكهربية
والذى قطع هذا الجدال الامتحان الذى عمله وولطه بالمكثف ذى الورقات
الذهبية وهو انه وضع على القرص السفلى للمكثف صفيحة من الخارصين
ثم وضع القرص العلوى على تلك الصفيحة ووصله بالارض بواسطة وضع اصابعه
مبتلة عليه فانتشرت الكهربية وظهرت في لحظة واحدة ثم رفع القرص
العلوى فتباعد الورقتان الذهبيتان في الحال والتباعد المذكور دليل على انه
تولد هناك كهربية وانه بلامسة الخارصين انفصلت كهربية منهما
فذهبت الراتنجية للقرص النحاسى السفلى وكنت فيه وذهبت الزاجية
للخارصين وغاصت في الارض ورفع القرص العلوى تخلصت الراتنجية
التي كانت كامنة في القرص السفلى بوضع القرص العلوى من كونها ومرت
في ورقى الذهب وباعدت بما فلو ابدل القرص الذى من الخارصين بقرص من
النحاس لم تحصل هذه النتيجة نعم الرصاص والحديد والقصدير والبرقشيتا
والانتيمون تولد الكهربية كالخارصين وفي هذا الباب خمسة فصول

الفصل الاول في اظهار السبب الجلوانى على الضفدعة

كيفية ذلك ان تقطع الضفدعة وهى حية نصفين من القطن ثم يؤخذ النصف
الظلفى ويسلخ بان تمسك العظام القطنية باحدى اليدين ويجذب الخلد باليد

الثانية الى ان تدسّخ فتعزل الاعصاب القطنية من احد طرفيها وتلف كلها
 مع ابورقة من قصدير او من خارصين ثم تثني رجلها ويوضع ذلك النصف
 بتمامه على صفحة من نحاس فبمجرد ملامسة القصدير للنحاس تضطرب
 وتغتر رجلاها في الحال وان كانتا مرتكزتين على جسم متين قفزت الضفدعة
 كأنها حية والكيفية التي علمها وواطه انه ربط الاعصاب مع بعضها والضفدعة
 معقولة كما ذكرنا داخل بين الاعصاب قضيبا من الخارصين ثم مس ذلك القضيب
 بطرف قضيب من نحاس وواصله لطرف الرجلين فتشجبتا في الحال وصارتا
 كأنهما ترقصان واعلم انه اذا تكرر ذلك في ضفدعة واحدة ضعفت منها القوة
 المتعاقبة العفوية وكذا اذا مكثت ميتة بعض ساعات ثم علمت التجربة فان
 التشجبات تتكاثر لان نحاس ومع ذلك فلا تحصل الامرات قليلة وتظهر
 الكهربية الجوانية للانسان فيما لو وضع قطعة من الفضة النقية كالريال
 الفرائس على اللسان ووضعت قطعة من الخارصين على الشفة العليا ثم
 تلاصقتا فانه بمجرد الملامسة يتولد شرر في العيين ويحصل في الفم طعم خاص
 بسبب افراز بعض اللعاب

الفصل الثاني في عمود وواطه

هو من الكهربية الجوانية التي ذكرنا انها تظهر من تلامس جسمين
 معدنيين وانما افرد بفصل وحده لان كهربية تزيد عن السابقة بانها مستمرة
 فبكانه كلما ذهب شرارة تولد غيرها اذ يجعل الموصل بين الوجهين المتقابلين
 للمعدنين المتراكبين يصير هذا الموصل مجسبا لتيار كهربي مستمر بحيث ينفر
 كل من السائلين من السطح الذي خرج منه بدون انقطاع ثم يجتمعان
 في الموصل ففي هذه الحالة توجد قوة تقهر السيل الطبيعي على تحليله وخروجه
 من الاسطح المعدنية بدون انقطاع وهذه القوة تسمى بالقوة المولدة للكهربائية
 وسمى هذا المودبعمود وواطه لكونه اول من وضع القطع المعدنية على بعضها
 على هيئة العمود واختار النحاس والخارصين لكونهما يظهران الكهربية

بكمية كبيرة أكثر من غيرهما من المعادن فالخارصيني يظهر الكهر بائية
للموجبة والنحاس يظهر السالبة والعنصران المجتمعان أي اللئيمان ببعضهما
لذا إن يكون أحدهما موجبا والآخر سالبا يتكون عنهما زوج ويلزم لكل
زوج من الأزواج أن يكون له موصل اما قرص من جوخ أو من مقوى
متشرب لماء ممحض بقدر نصف عشره من حامض النيتريك أو لاء مشبع من الملح
الاعتيادي فعلى هذا يكون عامود وواطه مركبا من ثلاثة اجسام مختلفة
اثنان معدنيان مولدان للكهربائية والثالث غير معدني وغير موصل لكنه
موصل جيد فيوصل بين الأزواج ويوصل الكهر بائية من زوج الى آخر وكيفية
تنظيم العامود ان تجعل قاعدته قرصا من النحاس وفوقها قرص من
الخارصين وفوق هذا قرص من الجوخ أو المقوى مندى بالماء المحمض
أو المشبع من الملح وهكذا يجعل بين كل زوج واخر كما في الشكل (١٥١) ويركب
العامود بين ثلاثة قوائم من الزجاج د د د لاجل حفظه كما في الشكل
المذكور فالطرف الخارصين المرسوم عليه ع يسمى بالطرف الموجب
أو القطب الموجب والطرف النحاسي يسمى بالطرف السالب أو القطب
السالب والذي ينتج من وضع العامود على هذه الوجهة ان القطب السالب
اعنى القرص السفلى من النحاس المتصل بالارض بواسطة سلك معدني
يجذب الكهر بائية الراتنجية من القرص الخارصيني الذي فوقه ويدفعها
الى السلك المعدني الموضوع تحته فتغوص في الارض وتبقى الكهر بائية
الزجاجية فيهما ولتقدر قوتها بواحد فلوازيلت هذه القوة بتوضع موصل
على الخارصين اتولد غيرها في الحال ويستمر الامر هكذا مادام القرصان
متلامسين ولورفع الموصل المتصل بالارض وجع بالموصل المتصل بالخارصين
لا تجد السائلان نائبا وحصل هناك دورة كهر بائية مستمرة فاذا ترك
الموصل المتصل بالارض ووضع القرص من الجوخ أو المقوى مندى بما مر على
الخارصين تشارك الجوخ مع الخارصين في الكهر بائية الموجودة عليه
فياخذ جزءا منها ومع هذا فلا تزال الكهر بائية تتولد من الخارصيني بالمقدار

المفروض بواحد فلو وضع زوج جديد على هذا القرص المندى لحدثت قوة
 جديدة تقدر بواحد ايضا وتنجذب اليها القوة الاولى بواسطة القرص المندى
 فيوجد على خارجيه الزوج الثاني قوة من الكهربية الزجاجة مقدرة باثنين
 وبذلك كما فادت الازواج مع وضع القرص المندى بين كل زوجين تريد
 الكهربية لكل زوج بواحد فيكون للزوج العاشر عشر كيات من
 الكهربية وللزوج آتشرين عشرون كمية وهكذا لو وصل القطب الموجب
 اعنى القرص من الخارجين بالارض بدل النحاس لحصل في تولد السيل
 الراتنجى هنا ما حصل في تولد السيل الزجاجى هناك ولو ازيل السلك
 الموصل للقطبين وكان في العامود عشرون زوجا لمكان اكل من القطبين
 عشرون كمية من كهربية على حسب ما ذكرنا ضرورة ان كهربية
 احدهما راتنجية وكهربية الاخر زجاجية والكميتان تكونان في القطبين
 دون ما بينهما من الازواج فيكون ما بينهما في الحالة الطبيعية لان في القطبين
 يكون مجموع كيات السائلين المتعادلة لاتيية احدهما من اعلا والثاني من اسفل
 ولرؤى اكل قطب سلك موصل ثم وصل طرفاهما السائلين ببعضهما
 كما هو مرسوم في الشكل (١٥١) لحصل تركيب السائلين وشوهد حوله
 شرر مستمر متتابع بين السائلين وذلك نوع من البثرية لا تنفد كهربية بل
 كلما ذهب منها شئ تجد بدله واذا وضع بين الطرفين السائلين للسائلين سلك
 معدني رفيع وصلهما ببعضهما سخن بدون احمرار ان كان طويلا ومع
 الاحمرار ان كان قصيرا فان قصر جدا زاد احمراره حتى يبيض ويبيض المعادن
 التي يكون منها هذا السلك يذوب ويسقط قطرات وبعضها يبحترق ويظهر له
 شعلة وبعضها يبقى احمر ساخنا فلو كان الموضوع لتوصيل احد القطبين
 بالآخر سلكا واحدا لم يشاهد من ذلك شئ ولو كان مقدارا كهربية واحدا
 واذا بليت الاصابع انصير البشرة موصلا جيدا ووضعت من احدى اليدين
 اول اعلى القطب السالب اعنى السفلى ثم الثانية ثانيا على القطب الموجب
 تولدت شرارة بين الثانية والقطب هي علامة على عود تركيب السائلين

فيحصل للشخص الفاعل لذلك رجة كالتى تحصل من زجاجة ليذو اذا استمرت
ملاسة الاصابع من اليدين للقطبين معا الشئ شعرت شئ في الذراعين وكانت
بمنزلة موصلين فاذا اراد ان لا يحصل له ارتجاج فليلمس احد القطبين باليد
معاً ثم يراهما على بقية الأزواج صاعداً وانزل حتى يسلم للقطب الثاني
فلو كان وضع اليد الثانية قبل القطب بجملة الأزواج كانت الرجة التى تحصل
لذلك الشخص على حسب عدد الأزواج التى بين تلك اليد والقطب الثانى اذا
لم يتبع الأزواج فى العمود وزوجاً

الفصل الثالث فى اختلاف وضع العمود

ينبغي ان لا يبالغ فى زيادة عدد أزواج عمود وولطه لانها اذا كثرت انعصرت
الاقراص المنددة بثقل الخارصين والخماس عليها فتقل رطوبتها عن القدر
اللازم وايضا قد يسيل السيل منها على طول العمود فيحدث بين الأزواج
اتصالات تضعف النتيجة المطلوبة وللخوف من هذا الانعصار وقصيل القوى
الكهربائية الشديدة جد البديل عامود وولطه اولاً بعامود الحوض ثم بعامود
دولاسترون فعامود الحوض مركب من أزواج قائمة الزوايا من الخارصين
والخماس ملتصقة ببعضها كاقراص عامود وولطه فتوضع تلك الأزواج عمودية
كل منها بعيد عن الآخر بخطين او ثلاثة فى صندوق مستطيل من خشب مطلى
باطنه بطلاء غير موصل لتحفظ الكهرباء وتثبت الأزواج تثبتاً كلياً فيكون
مسافات البعدين الأزواج بمنزلة حياض صغيرة تملأ بماء حمض كالمسقى وتكون
تلك الحياض بمنزلة الاقراص من الجونخ او المقوى المارة فى عامود وولطه
وايحترس من ان يكون بين هذه المسافات التى هى بمنزلة الحياض اتصال ليكون
كل حوض حافظاً لكهربائيتها ومنعزلاً تماماً وانتشار الكهرباء
هنا كانتشارها فى عامود وولطه فاذا جعت بجهة عمدات حياض بواسطة
قضبان معدنية توصلها ببعضها تركبت بتربة جلوانية او وولطية واذا ضمت
إقطابها المتماثلة فى المعدنية حصل قوة انتشار كهربائية عظيمة جدا

فعلى هذا الوجه جعل اتصال بين عامودين كل واحد منهما خمسون زوجاً قطر كل زوج عشر ميمتر مربع حصلت بتربة تعادل حوضاً محتوياً على خمسين زوجاً قطر كل واحد منها عشر ميمتر مربع لان قوة الانتشار تكون على حسب سعة الموصول وجرده ولو وصل قطبان متخالفان في المعدنية بان وصل قطب زجاجي بقطب رصاصي حصل قوة تجمع في الكهربية المزدوجة في هذا المثال من حيث ان الحوضين المذكورين متصلان ببعضهما من القطبين المتخالفين تحصل قوة مائة زوج من الكهربية قطر كل زوج عشر ميمتر مربع وهذه الطريقة يسهل عمل عمر قوية جدا ذات ازواج من خمسمائة الى ثمانمائة بل الى الف والفين ومن حيث ان مدة العمل وان كانت قصيرة جدا يفقد فيها السيلال المندى قوة سريره شيئاً فشيئاً فيضاف له سيلال جديد زمنيافز مناور ال منه ما زاد عن الحاجة من حنفية صغيرة تكون في جانب الحوض واما عامود ولاستون فركب من جملة ازواج معلقة بعارضة من الخشب تغمر تلك الازواج كلها في سائل منحصري او في بعددها مصفوفة في صندوق من الخشب كما في الشكل (١٥٢) في طرفي ذلك الصندوق ص ص قائمتان لكل واحدة شرمان لحمل العارضة المعلق فيها الازواج فالشرمان العلويان لحملها اذا كانت الازواج مرفوعة عن السيلال المحمض والشرمان السفليان لحملها اذا كانت الازواج مغمورة فيه ويلزم في الازواج ان تكون مصنوعة على وجهه به تحصل الفائدة من كل سطحى الخارصين في ان واحد بان تكون كل صفحة من الخارصين المرسوم عليها في الشكل (١٥٣) خ موضوعة بين صفتين من النحاس المرسوم عليها في الشكل المذكور وتكن الصفائح المذكورة متباعدة عن بعضهما من اعلى ومن اسفل بواسطة اجسام غير موصلة كقطع من خشب تحجز بين الصفحة من الخارصين المعلقة بالخطوط السوداء والصفحة من النحاس المعلقة بالخطوط البيضاء مع وجود الاتصال بين المعدنين المذكورين ويلزم لتشغيل الجهاز المذكور ان تنزل العارضة ط ط الى

شمر من السفليين ث ث كما في الشكل (١٥٢) لتغوص الزواج في سيال
الاولانى ويربط الخيطان د د بالقطبين واهذا العامود اعنى عامود
وولاستون قوة عظيمة لان السيال فيه المتراكم على الخارصين مثلاً لا يمكنه
ان يتجاوز غير طبقة رقيقة من الماء لينفذ من زوج لاخر سيما وسط الخارصين
عاريان فنتشر من الكهرباء كمية مضاعفة ومن حيث ان الماء المحمض فيه
غزير لا يحصل فيه تغير وضعف الا يسير جداً كان ذلك مفيداً للجهاز قوة
عظيمة وحينئذ فالعامود المحتوى على اثني عشر زوجاً مصفوفة صفين ينفع
في كل التجريبات الجلوانية

الفصل الرابع في نتائج العامود

الذى ينتج من تشغيل العامود المذكور اضطراب وارتعاش خفيف لمن يباشره
من الادميين وبقيّة الحيوانات على ما سبق ذكره فلو وضعت الارانب المصابة
بالاسفكسيا الى السكنة من نحو نصف ساعة بين قطبي العامود افاقت واذا سلت
تيار كهربائى على اطراف اعصاب معدة من حيوان بعد قطع تلك الاعصاب
عاد لها فعل المضم مادام التيار مسلطاً عليه اولو ادخل تيار كهربائى قوى
في جسم ميت عن قرب حصلت منه حركات غريبة بما يكاد ان يظن انه عادت
له الحياة وتقطع تلك الحركات بانقطاع التيار فيعود الجسم كما كان وقد ذكرنا
فيما سبق انه اذا وصل القطبان او السلكان الموصلان الاتيان من قطبي عامود
وواطه بسلك معدنى رقيق قصير سخن او احمر او ذاب على حسب المعدن الذى
هو منه وتطول هذان عامود وولاستون اذا كان محتوى على اثني عشر
زوجاً مجعولة صفين وعرض له سلك من البلاتين لحظة احر حتى يصل في بعض
الاحيان الى درجة البياض ولو كان طوله ميتر او ثخنه جزءاً من ميللى ميتر
فلو كان السلك ارفع واقصر عما ذكر ذاب وسقط قطرات مع انه لا توجد نار من
النيران المصنوعة تذيب البلاتين واذا عرض له ورقات رقيقة من الذهب
احترقت فان لمسه بعد انسان تطايرت وشوه دله بارق اخضر يلعب من محمل

الملامسة ويقرب من هذا ما يحصل فيما لو كانت الورقات من الفضة فان كان
 من القصدير احترقت وسقطت اكر صغيرة حرا تستحيل فيما بعد الى ندف ايضا
 خفيفة ولذا وصل السلك المعدنى الموصل باحد القطبين ثم قرب من الاخر
 تقريبا كالماء بينهما شرر زاه وسخن ما كان مجاورا للنقطة ثولد الشرر وان كان
 هنا لذب ثقب اسكوايل بخار او سمع له دوى وان كان بدل الزئبق فحماس احترق
 بشعلة خضراء رجوانية وان كان بلاتينا ذاب ومن العجيب انه اذا لمس في وقت
 الذوبان ما يجاور محل الذوبان وجد باردا كان لا سخونة به فان كانت
 الملامسة للقطبين جيدة تساوت الحرارة في جميع طول السلك هذا والنتائج
 الكيماوية للعهد المذكور غريبة فانه يحلل تركيب الماء بسهولة وقد علموا ذلك
 الجهماز المرسوم في الشكل (١٥٤) الذى هو مكون من قمع هو زجاج مسدود
 اسفله بسدادة من خشب الفليبين مطلاة بالشمع الاحمر ومن سلكين من
 البلاتين مارين في تلك السدادة الى الخارج هما ثقتا قريبين من بعضهما
 مع عدم الملامسة ومن مخبرين مملوئين ماء وموضوعين في القمع منكسين في
 باطنهما طرفا السلكين فاذا اتصل السلكان بقطبي العا سود تصاعد في الماء الذى
 في المخبرين فواقع غازية هي غاز الايدروجين والاكسيجين المركب منهما
 الماء وقد ار تلك القواقع في المخبرين مختلف فالتى في المخبر الذى فيه السلك
 المتصل بالقطب الراتينجى فتتقاع غاز الايدروجين والتى في المخبر الذى فيه
 السلك المتصل بالقطب الزجاجى فتتقاع غاز الاوكسيجين وهى نصف الاولى
 في الكمية ولا شك ان المقادير الثلاثة هى المكونة للماء فعلم بالضرورة ان ذلك
 انما صار من التحلل مقدار من ماء المخبرين بواسطة السيمال الكهربائى
 ويعرف غاز الايدروجين بانه اذا قرب منه وهو في المخبر عقب تفريغ الماء
 منه سر يعامص باح متقداجترق بفرقة خفيفة ولهيب ازرق كما يعرف غاز
 الاوكسيجين بانه اذا غمست فيه قتيلة مطفأة جالا اشتعلت بلهب لامع صاف
 جدا هذا في الماء الغير المقطر واما الماء المقطر فيحلل تركيبه بيطي نعم ان وضع فيه
 قطرة او قطرتان من اى حمض كان او بعض اجزاء من اى ملح كان حلل تركيبه

بسرعة فتتصاعد منه الفقاعات الغازية ويلزم لاتقان تحليل الماء ان يكون في
 القمع الذي ينكس فيه المخبار ان ماء ليتصل بالماء الذي فيه ماء وقد يجثوا كثيرا
 عن معرفة كيفية حصول هذا الانحلال وعن الجزء المائي الذي وقع فيه
 الانحلال وعن محل مرور الغازات ليتجه كل الى مخبأه وعملوا الذين تجريبهم
 كثيرة فلم ينتج منها شيء والذي يتخيل في ذلك ان تحليل التراكيب صادر من فعل
 الكهربيائية بالتأثير فالتأثير يكون اولاً من السلكين في اجزاء السائل القريبة
 منهما ثم من تأثير تلك الاجزاء في الاجزاء القريبة منها وهكذا على ما ذكرنا
 في الشكل (١٢٩) فالزجاجية تؤثر من جانب فتجذب الجزء الاوكسيجين
 من الماء والراتنجية تؤثر من جانب فتجذب منه الايدروجين ويحلل الى
 تركيب الاكاسيد فيذهب منها الجزء الاوكسيجين الى القطب الموجب ويذهب
 الجزء الثاني الى القطب السالب غير ان الاكاسيد يسهل ردها لاصلها
 فاذا وضع اوكسيد الفضة وهو مسحوق جاف على صفيحة من البلاتين متصلة
 بالقطب الموجب ثم لمس ذلك المسحوق بالسلك البلاتين السالب شوهد
 في الحال حبة صغيرة من الفضة في طرف السلك واذا توالت ملازمة السلك
 للاوكسيد المسحوق تولد بينهما شرر متلون فان كان العمل في الاكاسيد
 التي لا يسهل عودها فينبغي ان تندي بالماء بلطف سيما اذا كانت مسحوقة
 لان الرطوبة تسهل فعل العامود فيها وقد حلل المعلم دافى الانجليتييري
 القلويات الست التي هي البوتاسا والصودا والجير والباريت والاسترونسيان
 واللين وكذا المغنيسيا وفصل قواعدها بواسطة بترية كهربائية قوية عملها
 في احواض بعد ان مكشوا يقولون انها غير قابلة للتحليل لمدة ثلاثين سنة فاذا
 ريد تحليل البوتاسا وضعت على صفيحة من البلاتين كما ذكرنا فيذهب
 البوتاسيوم كرات صغيرة الى طرف السلك المتصل بالقطب السالب ويلتهب
 حالاً بماسة الهواء فاذا اريد حفظه على هذه الحالة فلتوضع جفنة صغيرة من
 البوتاسا التي هي اوكسيد البوتاسيوم وتلاء من الزئبق وتوضع على صفيحة
 من البلاتين ومن تحت الجفنة يجعل السلك المتصل بالعمود الموجب والسلك

المتصل بالعمود السالب يجعل ملامسا للزئبق فبذلك يلتصم البوتاسيوم
 بالزئبق ويتصاعد الاوكسيجين في الهواء آمن طرف السلك الموضوع تحت
 الحفنة ثم تقطر الملمعة في زيت الحجر لينفصل الزئبق ويبقى البوتاسيوم
 في الزيت وهو حيث ان زيت الحجر متكون من ايدروجين و C كاربون لا غير
 لا يمكنه ان يؤكسد البوتاسيوم والعامود المذكور يحمل تركيب الحوامض
 ايضا فيذهب او كسيجنها الى القطب الموجب ويحمل تركيب الاملاح ايضا
 لكن ان كان الملح مما يسهل فيه تجرد الحامض والاوكسيد عن او كسيجنهما
 ذهب الاوكسيجين كله نحو القطب وان كان مما يسهل فيه تجرد الحامض عن
 الاوكسيجين دون الاوكسيد ذهب الاوكسيد والعنصر الحمض معا الى
 القطب السالب وان كان مما يسهل فيه تجرد الاوكسيجين عن كل من الحمض
 والقاعدة كما في بعض الاملاح القلوية انفصل الحمض عن القاعدة وذهب
 الحمض الى القطب الموجب وان كان الحمض مما يقبل زيادة الاوكسيجين عن ما
 فيه والاوكسيد مما يقبل الانحلال ذهب او كسيجين الاوكسيد كالحض الى
 القطب الموجب وتنشعب الحمض منه ولو وضع بعض اجرام من الزئبق في حفنة
 من ملح النوشادر موضوعة على لوح من البلاتين متصل بالقطب الموجب
 لعمود قوى شوهدت زيادة حجم الزئبق وقت ان يلمس بالسلك السالب حتى
 يصير قدر حجمه الاصلي خمس مرات اوستاويكون في قوامه بعض ترنج
 ولا ينقص حجمه المكتسب ولا يعود الى حالته الطبيعية الا اذا زال الاتصال
 بالعمود فعلي هذا لا يمكن تلغيم الزئبق بالملح النوشادرى الا بالتيار الكهربائى
 وهذه النتيجة تحصل ايضا من روح النوشادر المركز ومن جملة املاح نوشادرية
 ولو وضع اربع مائة اجرام او خمسمائة من الزئبق النقي في اناء من زجاج او من
 صيني ثم غمر بطيخة من الاسيد سوافوريك H_2SO_4 بها بعض خطوط ثم وضع
 السلكان الواصلان لقطبي العمود في هذه الطبقة اضطرب الزئبق بمجرد
 وضع السلكين في الحامض فلو غمس السلكان حتى قربا من الزئبق جدا
 وكانا متفرقين عن بعضهما مع كون احدهما في قبالة الاخر امتد الزئبق

التي هي سمي في ناحية السلك السالب واضطرب الحامض من السطح الملاصق
للزئبق واذا كان احد السلكين عموديا على الزئبق شوهد في الزئبق موجات
مستديرة مثل ما يحصل فيما لو نفخ عليه انسان فلو تكوّن من السلكين
والزئبق مثلث استدار الزئبق نحو القطب السالب كانه يطلب عيافته وذلك
يحصل ذلك من حوامض غير الاسيد سوانفوريلك المرص  ولا يحصل من
المحولات الملحمة المركزة

الفصل الخامس في العمدة الجافة

هي كغير الجافة في كون اجزائهم الابدوان تكون معدنية لكون المعادن هي
المحرّكة للكهربائية وفي كون الموصلات الفاصلة بين الازواج فيها تكون جافة
او قريبة من الجفاف واشد هذه العمدة تأثيرا وعمودا تبون وهو ان يؤخذ الورق
المعتاد الثخين ويندى بالماء قليلا حتى يكون كما اذا تشرب رطوبة الهواء
في زمن الامطار ثم يطلى وجهها بالصمغ او الفسفا او الغرا ويلصق على احدهما
اوراق رقيقة من الخارصين ويذر على الثاني مسحوق من فوق او كسيد المنقذين
ويصقل هذا الوجه بقطعة من خشب الفلين او من الورق يمسح بهامرات
عديدة مع الاتكاء حتى يستوى ويصير امس ثم يقص ذلك الورق ويجعل
اقراصا متساوية خمسمائة او الفا والافين قطر الواحد منها من قيراط الى قيراط
وربع ثم يجعل عمودا كعمود وولظه وجه الخارصين على وجه المسحوق
او العكس لوجه الخارصين على بعضه ولا المسحوق على بعضه ثم تكبس تحت
مكبس لتحصل الملاصقة الجيدة بينها وينبغي ان يصان ذلك العمود عن تأثير
الهواء بدهنه بطبقة من صمغ اللك سمكها خط او خطان ثم يوضع على سطح
احدى نهايتي العامود قرص من الخارصين فيه بعض ثخن وذلك على وجه
الخارصين محكم عليه ومن فوق ذلك القرص كرة معدنية لتكون بمنزلة القطب
الموجب وقرص كذلك من نحاس على وجه المسحوق وفوق ذلك القرص كرة
من نحاس لتكون بمنزلة القطب السالب وقد يستعمل القصد بديل الخارصين

بل كل معدن يقوم مقام الاخر في ذلك بشرط ان لا يشابه المعدنان في طبيعتهما
الكهربائية فلذلك لا تحصل النتيجة باستعمال الذهب مع الفضة والبلاتين
لان قوة الكهربية السالبة فيها قريبة من بعضها هذا والعامود الجاف
الذي يعلق الخواجه التي زوج لا تحصل منه رجة ولا تحليل كما يرى ابداننا على
منه سطح الاحتكاك كهربية عظيمة تظهر في الميزان الكهربي وذللك دليل
على ان العامود المذكور تنشر منه الكهربية ولكن الورق القريب من
الجفاف في هذا العامود موصلا رديثا كان وصول الكهريائيتين منه للقطين
بطئا عسرا بسبب تعوق سيرهما في تلك الموصلات وبسبب فقد كثير منهما
في الهواء لان الهواء ولو باسدادا ما يتشرب بعض الكهربية من الاجسام
المكهربة المارة عليها فكيف اذا كان رطبا فيتشرب مقطرًا كبيرًا يمكن ان
لا تظهر بسببه كهربية في العمود والغالب في التجريبات ان يعمل من
العمد الجافة عامودان متحاذيان في كل واحد الفازوج ويجعل قطباهما
السالبان من جهة والموجبان من جهة ويوصلان لبعضهما بشريط معدني
ليكونا كعمود واحد فيه اربعة آلاف زوج فاذا وضعت ابرة معدنية خفيفة
سريعة الحركة بين العامودين في الموازنة بان علق في جسم منعزل وكانت
غير متحركة بقيت كذلك لانها تكون مجذوبة لكل من العامودين على السوا
فلو املت نحو احدهما ولو قليلا انجذبت اليه حتى تشبع من كهربيته
فيطردها وتذهب نحو الثاني فيجذبها اليه حتى تشبع من كهربيته
ايضا فيطردها نحو الثاني وهكذا فتحصل لها حركة مستمرة على هذا النسق
وسرعة حركتها هذه او بطؤها يكون على حسب رطوبة الهواء او يسه فاذا
اريد ابطال هذه الحركة نفخ على القطبين بالغم او اسباب اليد او بموصل جيد
لكون العامود حينئذ استفرغت كهربيته ولا تعود الا بعد جملة ساعات
لما مران سير الكهربية نحو القطبين بطيء جدا

الباب الثالث عشر في المغناطيسية

الطيف لا يقبل الوزن وجوده في الاجسام كوجود السيل
الكهرباء لكنه دائما على نسق واحد ووجوده في بعض المعديات يفيد
خاصة بجذب الحديد اليها وانجذابها اليه فيسمى ما وجدت فيه هذه الخاصة
مغناطيسا او مغناطيسا طبيعيا تميزا عن المغناطيس الصناعي يسمى
والقدماء كانوا لا يعرفون من لفظ المغناطيس الا خاصة جذب الحديد ثم ان
من الجواهر المغناطيسية ما تكون هذه الخاصة فيه ضعيفة حتى ان ذالجم
الكبير منها لا يجذب الحديد الا قليلا وبعضها تكون فيه قوية فيجذب ما يكون
بجمله منها بعض قراريط مكعبة مائتي رطل او ثلثمائة من الحديد ولا يتفصل
عنه الا بقوة وعنق واذا دفن المغناطيس او الجسم المغطس في برادش
الحديد تعلقت به وكانت فوق سطحه على هيئة الشعر واذا عرض المغناطيس
او الجسم المغطس لكرة من حديد معلقة بخيط سلس في الهواء وفي الفراغ
جذب تلك الكرة اليه وكذا لو كان المعلق المغناطيس والمعرض الكرة
وفي هذا الباب تسعة فصول

الفصل الاول في قطبي المغناطيس

هما نقطتا الجذب من الجسم المغناطيسي فلو عرض البندول المغناطيسي
اعني الكرة الحديدية المعلقة بالخيط السلس المتقدمة لجملة نقط من المغناطيس
الطبيعي او الصناعي لشوهد في البندول زوغان عن خطه المستقيم العامودي
وميل الى ناحية ذلك البندول وهذا الميل يكون في الاجزاء البعيدة عن
الوسط من المغناطيس دون الوسط فلا يكون فيه ميل البتة ولذا يسمى بخط
الجنول او الخط الوسط وهو الذي يقسم الجسم المغناطيسي الى جزئين
متساويين ونقطتا نهاية البعد عن ذلك الخط من الطرفين تسميان بالقطين
وقوة الجذب فيهما اقوى منها في بقية نقط الجسم وتنقص القوة كلما قربت
الاجزاء من الخط الوسط كما يظهر ذلك فيما لو دحرج المغناطيس على برادة
الحديد فانه يشاهد التصاقها به يكثر في القطبين وينقص كلما اخذت

في البعد عنهما حتى لا يوجد شيء منها يلتصق عند الوسط ويشاهد مثل ذلك
 فيما لو جعل بين المغناطيس والبرادة حائل من الورق او المقوى الرقيقة
 المصقولة فان البرادة تصطف فوق ذلك الحائل على هيئة خطوط منتظمة
 فمن قرب الوسط ثم تقوس كلما قربت الى القطبين حتى تجتمع فيهما فتكون
 عليهما سطحا موازدا قطع الجسم المغناطيسي الى اجزاء متعددة كان كل جزء
 ولود قيعا مغناطيسا مستقلا له قطبان ووسط فمن ذلك يعلم انه يستحيل وجود
 مغناطيس له قطب واحد ولو علق قطعتا مغناطيس في خيط غير مغتول
 وقربتا الى بعضهما الشوه وتباعدهما من القطبين المتماثلين وتجاذبهما من
 القطبين المتخالفين فاذا تركا معلقتين بينهما بعد اتجه من كل واحدة طرف
 الى ناحية الشمال فاذا قرب هذان الطرفان من بعضهما تنافرا واذا قرب
 احدهما للطرف الثاني الذي كان متجهما نحو الجنوب تجاذبا فمن ذلك اخذ
 وجه تشبيهه بالسيال الكهربائي وعلم ان فيه قوتين متضادتين وتأثيرهما
 في جذب الحديد واحد ومعنى تضادهما انهما يتعاكسان الجذب فلما تجذبه
 احدهما تنفره الاخرى وكل واحدة منهما تحقق الاخرى فلو علق قطعة من
 حديد كالمرسوم عليها حرف ن في الشكل (١٥٥) في قطب مغناطيس
 وقرب لهذا القطب على وضع عامودي القطب المتخالف له ج من مغناطيس
 اخر وكانا تماثلين في القوة لسقطت حديد ن قبل ان يلمس قطب ج قطب
 ش في الشكل المذكور لان قوة كل من القطبين تتحقق الاخرى واذا انضم
 قطبان متماثلان لبعضهما ازدوجت القوة والغالب في المغناطيس الصناعي
 والالات المتغطسة ان يرسموا على القطب الشمالي منها وهو الذي يدور دائما
 الى ناحية القطب الشمالي من الارض حرف ش لكونه اول حروف شمال
 او يعلمون الرزقة كما يشاهد ذلك في ابرة البوصلة ونحوها ولا باس بان يرسموا
 على القطب الثاني الذي هو الجنوبي حرف ج علامة له والقطب الشمالي
 يسمى بالموجب والجنوبي يسمى بالسالب

الفصل الثاني في طبيعة السيل المغناطيسي

اكثر الخواص الموجودة فيه تقربه من السيل الكهربائي ومنها ما تشخصه
وتعينه والى الآن لم يتحقق انه اجنبي عن السيل الكهربائي بالكلية
وسنبين ما اشتراك فيه وما اختلف فيه في اثناء الكلام الآتي وقد اظهرت
التحليل الكيماوية ان المغناطيس مركب من اكسيد الحديد بدرجات مختلفة
بمعنى انه لا يوجد المغناطيس الامع الاوكسيجين لان اتحاد الحديد
بالاوكسيجين موجب لتولد المغناطيس والالكان او اكسيد الحديد دائما
مغناطيسا وكان كلما عمل او اكسيد الحديد وجد المغناطيس وليس كذلك في
كان الامر كذلك ايضا لما امكن تجريد الحديد عن المغناطيس مع انه ممكن
بتسخين المغناطيس على النار حتى يحمر فانه بذلك يتجرد عن المغناطيسية
بالكلية ولا يفقد شئ من عناصر تركيبه التي هي الحديد والاوكسيجين واذا برد
عادت له خواصه ما عدا المغناطيسية ويمكن ان ترد له المغناطيسية ايضا بدون
زيادة في مادته القابلة للوزن والسيل المغناطيسي وان كان يظهر على
نوعين كالسيل الكهربائي اعني ان كلا منهما يحتوي على سائلين يتجاذبان
لينصحا الان بينهما فرقان وجوه الاول ان السيل المغناطيسي ينحصر
في الاجسام ولا يخرج منها مادامت على حالتها الطبيعية بخلاف الكهربائي
الثاني ان مس المغناطيس لا يفقد منه خواصه المغناطيسية بخلاف
الكهربائي الثالث ان المغناطيس يمكن ان تمغطس منه قطع كثيرة من الحديد
مرات عديدة في ازمة طويلة من غير ان يفقد من مغناطيسيته اى قوته
الجاذبة شئ الرابع انه لا يلزم لحفظ خواص المغناطيس عزله بخلاف
الكهربائية الخامس ان المغناطيس لا يوجد في جميع الاجسام المعدنية
بل انما يافق الحديد واكسيده والقول الذي هو ناشئ من اتحاد الكاربون
بالحديد وكذا جميع ما تكون من الحديد كسوفور الحديد وهناك بعض
اجسام غير الحديد وما تكون عنه توجد فيها الخواص المغناطيسية لكن بقله

واما النيكل والكوبالت والكروم والماتقنيز ففيها المغناطيسية الانه
في الاخيرين اقل منها فيما قبلها وخصوصا المتقنيز ففيه اقل منها
في الكروم لانه لا يتغطس الا بعد ان يصل في البرودة لدرجة ١٥٠ ر ٢٠
فوق الصغور

الفصل الثالث في تأثير المغناطيس في الحديد والفولاذ

اذا عرض الحديد لتأثير المغناطيس فيه صار مغناطيسا وقتيا اذا قطبين وخط
متوسط فاذا وضع على احد قطبي مغناطيس اسطوانة صغيرة من حديد
قرب منها برادة الحديد تعلقت بها حالاً على هيئة شراطة لكنها لا تنصل الى
نصف الاسطوانة لان خطها المتوسط بعد وضعها على المغناطيس يكون قبل
خطها المتوسط قبل وضعها عليه اذ بالوضع صار المغناطيس كجزء منها وصوره
ذلك مرسومة في الشكل (١٥٦) فان المغناطيس فيه جسم ص والخط
المتوسط نقطة ن فاذا انفصلت الاسطوانة عن المغناطيس سقطت البرادة
منها وبذلك يتبين ان تغطسها وقتي فلو قرب من تلك الاسطوانة بدل البرادة
اسطوانة اخرى مثلها تعلقت بها بواسطة جذب المغناطيس لها ولذا لو قرب
من تلك الاسطوانة اسطوانة ثالثة ورابعة وهلم جر على حسب قوة المغناطيس
ويكون ذلك كسلسلة اذ افصل اول حلقاتها الذي هو جسم المغناطيس انفصلت
كل حلقاتها من بعضها وتشتت ولا يكتسب الحديد من المغناطيس في هذه
الحالة شيئاً اذ لا زمن ولا محالة يكتسب بهما ولا يقال انه اكتسب شيئاً الا اذا
قي محفوظا فيه بعد انفصاله عن المغناطيس واذا ذلك الحديد بالمغناطيس مرات
كثيرة تغطس الحديد من غير ان يفقد المغناطيس من قوته شيئاً وتغطس
الحديد من ذلك لربيل على ان السائلين المغناطيسيين موجودان فيه لكنهما
محدان ولا يفصلهما الا المغناطيس يجذبه لاحدهما وتنفيره للآخر وهذا
هو السبب في ان الحديد يكون مجذوبا للقطين على حدسوا اذ لو تماثل السيل
في الحديد وفي القطب لتنافرا لانه لا يحصل الجذب الا اذا اختلف السائلان

المغناطيس وهو في حالته الطبيعية لا يظهر له علامة وجود اصالا لاتحاد
 السائلين حينئذ وهذه هي صفات الكهر بائية بعينها فلم تأمل الكهر بائية
 والمغناطيسية والقولاذ في ذلك كله كالحديد غير ان قبواه لتأثير المغناطيس
 فيه يكون بطيئا على حسب سقيه وكبر حجمه فالمسقى مجيدا او كبير الحجم
 لا يتأثر من المغناطيس ولا يعلق به الا بعد ربع ساعة او نصف فاذا تأثر بعد هذا
 الزمن انجذب اليه بقوة كالحديد واذا تحال مع المغناطيس بامر ارا حدهما على
 الاخر من غير ترجيع اكتسب القولاذ القوة المغناطيسية وحفظها كالحديد
 فيظهر في القطعة المغطسة منه القطبان وخط الخمود فيكون مغطسة
 كاملا وسبب بطئ مغطس القولاذ مقاومة اجزائه بسبب بيوستها التحليل
 المغناطيس سلم عليه المغناطيسين اكثر من مقاومة اجزاء الحديد لذلك وهذه
 المقاومة تسمى بالقوة الممانعة لكن متى حصل فيه تحلل السائلين المذكورين
 وجدت فيه مقاومة لتركبهما ثانيا اعني رجوعهما للحالة الطبيعية وتسمى
 تلك المقاومة بالقوة الممانعة ايضا فالحديد العبيط الذي لم يطرق ولم يلولا توجد
 فيه هذه الممانعة ولذا يعز عن غيره بتسميته بالحديد المطاوع فلم مما سبق انه
 يمكن عمل مغناطيس صناعي يقوم مقام الطبيعي في اعماله ومن ذلك الابرة
 التي تكون في البوصلة وهي شريط من فولاذ يعمل على هيئة المربع الممين
 المستطيل المستدق الطرفين كما في الشكل (١٥٧) ويجعل في وسطه فص
 صغير من العقيق محله ن في الشكل المذكور فيه حفرة مخروطية الشكل
 ليوضع فيها سهم من فولاذ مرسوم عليه ص له سن حاد تدور عليه الابرة
 لتكون مطلقة الحركة بالكلية وقد تجعل هذه الابرة قضيبا دقيقا جاد من
 فولاذ والآلة المسماة بالقضيب المغناطيسي هي كالأبرة السابقة غير انها
 كبيرة الابعاد واذا كان هناك جولة قضبان مغطسة اشكالها واقطابها
 متماثلة تكون منها ما يسمى بالحزمة المغناطيسية

الفصل الرابع في مفرقة كون الجسم مغناطيسيا او مغطسا

مق عرض جسم من جميع جهاته لقطب ابرة ممغطة ولم تجذبه علم انه ليس فيه سيمال مغناطيسي وان الشذب من كل جهة كان مغناطيسيا بالطبيعة وان الشذب من جهات ونقر من جهات كان الجسم ممغطسا وكان له قطب ابرته وقد يتقوى ان يكون له اكثر من قطبين فتكون له حينئذ نقط منتجة وطريق معرفة النقط المنتجة من جسم ان يقرب الجسم من جميع جهاته وهو عامودي لبرة ممغطة فان لم يشاهد الانفور البرة كان الجسم خاليا عن النقطة المنتجة وان شوه جذب ثم نفور ثم جذب في محل كان ذلك محل النقطة المنتجة فان كان فيه نقطتان منتجتان شوه جذب ونفور وجذب ونفور وقد تكشف النقطة المنتجة ايضا بوضع الجسم على برادة الحديد فتعلق به البرادة من جميع النقط المنتجة كما هو مرسوم في الشكل (١٥٨) فان نقطتي ب ن منتجتان زيادة عن النقطتين القطبيتين للمغناطيس هنا وهما ث وفي جميع الاجسام الممغطة المذكورة في هذا الباب ترسم نقطتان بدلتان التين هما النقطتان المركزيتان للقوة المغناطيسية لكونهما محل القطبين وبعدهما عن طرفي الاجسام المغناطيسية لا يختلف الايسرا

الفصل الخامس في تاثير الارض المغناطيسية

من الواضح المشاهد ان البرة الممغطة الموضوعة على السهم او المعلقة بخيط من الحرير لا تنقف على وضعها كغير الممغطة بل تتحرك وتضطرب حتى تأخذ اتجاهها ناحية احد القطبين ولو حولت عمدا عما اتت اليها وما ذاك الا من القوة المغناطيسية التي للارض التي شابهتها القوة المغناطيسية التي للبرة بدليل ان البرة دائما انما تنجذب لاحد قطبي الارض واتجاهها لذلك لا يختلف بكونها في اعلى الجبال او في اسفل المغارات او في الشمال او في الجنوب او في خط الاستواء وتسمية احد القطبين للمغناطيس بالشمال والاخر بالجنوبي انما هو تابع لقطبي الارض الشمالي والجنوبي فالسيمال

المستوى في النصف الشمالي من الكرة يسمى بالسيال الشمالى والمستوى
 في النصف الجنوبي يسمى بالجنوبى ومن حيث ان السيلين اذا اتحدتا فورا
 واذا اختلفا تجاذبا فالقطب الجنوبي للابرة المغطسة يتوجه نحو الشمال
 والشمالى نحو الجنوب والدليل على ان السيل المغناطيسى لا يتغير
 بالارتفاع وغيره مما مر ان المعلم غاليليو لما ارتفع في القبة الى نحو سبعة آلاف
 ميتر رأى ان التأثير المغناطيسى لكرة الارض في بيت الابرة الذى كان معه
 لم ينقص ولم يتحول ثم ان اتجاه سن الابرة الى ناحية القطب لما لم يكن على سمت
 خط الزوال دائما بل منحرفا عنه قليلا الى ناحية المغرب كان ذلك الانحراف
 يسمى بالبعد وهذا الانحراف لا يكون الا غريبا في الشكل (١٥٩) خط
 ش ج هو خط الزوال و ط هو قطب الابرة الجنوبي والزواية التى تتكون
 من انحراف رأس الابرة عن خط الزوال تسمى بزواية البعد والخط الزوال
 المغناطيسى هو الخط المقوس المار على حسب اتجاه الابرة نحو دائرة الكرة
 والآلة المعدة لمعرفة مقدار بعد الابرة عن خط الزوال تسمى بوسلة البعد
 والآلة المعدة لمعرفة مقدار ميل الابرة عن خط الافق تسمى بوسلة الميل
 وزاوية الميل هى الزاوية التى تتكون من ميل الابرة عن استقامتها على خط
 الافق اذا كانت مطلقة الحركة على سهمها في الشكل (١٦٠) خط و ي
 هو الافق وخط ش ج هو خط الزوال و ا ب هو الابرة وزاوية
 ا و ت هى الميل وقد وجد من جاب كرة الارض من جميع نواحيها انه كلما
 قرب من القطبين كان ميل الابرة اعظم ويفقد الميل المدكور في الاماكن التى
 تحت خط الاستواء ويكون وضع الابرة في هذه المحال افقيا على الخط الزوال
 ولذا تسمى هذه المحال بخط الاستواء المغناطيسى وهذا الخط مائل عن خط
 الاستواء الارضى بعشر درجات او ثنتى عشرة درجة واذا كانت الابرة سائرة
 في خط الاستواء وانفصلت عنه تحول قطباها معا فيصير الشمالى جنوبيا
 والجنوبى شماليا دفعة واحدة والى الآن لم يتحقق المحل الحقيقى للقطبين
 المغناطيسين في كرة الارض ويمكن ان يقال انهم ما بعيدان عن مجاور الارض

بعض ميات من الفراسخ وان انقطب الشمالى غريبه والجنوبى شرقيه وعلى
 حسب ما شاهد به بعض السفار عرف ان قوة السيل المغناطيسى اكبر الارض
 تكون عند القطبين اعظم منها عند خط الاستواء بمرة ونصف وبيت الابر
 الجبري المسمى بيوكار الفروق يوضع فى السفن على وجهه تستمر الابر على
 وضع افقى ولو اشتهد اضطراب السفينة بسبب الريح والامواج معها اشتد
 ومنفعة فيه فيما تعين النقطة الشمالية ليهتدى بها سير السفينة ويرسم تحت
 الابر ما يسمى بوردة الرياح وهى عدة مثلثات مستدقة الاطراف مختلفة
 الالوان مرسوم على اطرافها علامات الاركان الاربعة الرئيسة للهواء
 وعلامات النقط المتوسطة بينهما للدلالة على اتجاه الرياح عندها وبيت
 الابر المذكور وان كان حديث العهد عندنا فهو معروف عندها اهل الصين
 قبل البعثة باكثر من خمسة عشر قرنا وابرة البعد يحصل لها دائما فى جهة
 المشرق او المغرب من خط الزوال المغناطيسى حركات تحولية اما جائية
 عارضة او دورية منتظمة والاولى تسمى بالاضطرابات والثانية بالتغيرات
 البودية وقد شوهدت التغيرات الدورية فى باريز فى الايام التى لا اضطراب فيها
 لبيت الابر فشوهه ان الابر بالليل تكون فى حالة تقرب من حالة الوقوف
 فاذا برغت الشمس اخذت فى الحركة واتجه طرفها الشمالى والجنوبى نحو
 المغرب كانه فار من الشمس فأتأتى عليها ثلاث ساعات بعد الظهر الا وقد تم
 زوغانها واستقامت نحو جهة المغرب ثم تبدى فى الزوغان لجهة المشرق
 فأتأتى عليها الساعة الحادية عشر من بعد الزوال الا وقد رجعت لوضعها
 الاول فتقف كأنها نائمة الى طلوع الشمس ثم يتجدد دلها ذلك فى اليوم الثانى
 وهذا يكون فى الصيف اعظم منه فى الشتاء وكلما كان القرب من خط الاستواء
 المغناطيسى اكثر كان هذا التحول اقل حتى يبقى عنده لاشئ وفى جنوب خط
 الاستواء تكون هذه التغيرات بالعكس فيتجه الطرف الشمالى للابر نحو
 المشرق فى الساعات التى كان يتجه فيها نحو المغرب اذا كان فى شمال خط
 الاستواء واقوى الاسباب لاضطرابات الابر الاسفار الشمالى وهو الضوء

العظيم الذي يظهر في القسم الشمالي وتستدير به السماء في بعض النبالى مدة
عشر ساعات او ثنتى عشرة في بعض اقسام الارض وسيأتى ذلك في كائنات
الجو تنبى الابرة المغطسة في هذا الزمن في اضطراب دائم وتحول عظيم
يعرف منها مظهر ذلك الاسفار في بلاده ولو بعدت جدا عن محل الملاحظة فقد
شاهد من رصد الابرة المذكورة انه قد اعترها تحول فجأة ولم يظهر له سبب
ثم بعد ايام علم من اوراق الوقائع ان سببه ذلك الاسفار ومما اشتهر ان بيوت الابرة
في لوندرو وباريز وبيتر بورغ اعترتها حركات تحولية متماثلة في آن واحد
وبعد ذلك علم ان سببه ظهور الاسفار الشمالى فالعارف بالطبيعيات يعرف
وهو في داره من بيت الابرة ما حصل في الجهات الشمالية كما انه يعرف وهو
على وجه الارض ما حصل في طبقات الهواء بالباروميتر وكما كان اقرب من
الشمال اكثر كان التحول اشد والزلزلة كثيرا ما تسبب هذا التحول وكذا سقوط
الصواعق حتى ان امر ذلك قد يقلب اتجاه قطبيها فقد شوهد في السفن ان
بيوت الابرة انعكس اتجاه اقطابها واضر ذلك بالمسافرين اذ كان قصد هم
الجنوب فتوجهوا نحو الشمال بسبب هذا الانعكاس فوقعوا بين صخور
وكابد وامشاق عظيمة

الفصل السادس في تأثير الارض المغناطيسية في الحديد

قد ذكرنا ان للارض تأثيرا مغناطيسيا في الاجسام التي مغناطيسها في الحالة
الطبيعية فتجتهد في تحليل تركيب مغناطيسية تلك الاجسام الذي هو
مختلف فيها بقله المقاومة وكثرتها والحديد العبيط له في ذلك خصوصيات
لا توجد في غيره وهي انه ليس فيه مقاومة في تحليل مغناطيسه الى الساتنين
المغناطيسيين وانه لا يحفظ شيئا من التأثيرات المغناطيسية التي تحصل له فاذا
قرب قضيب من ذلك الحديد طوله ثلاثة اقدام من الابرة وهي على ستمم
وكان وضعه بمجذاتها عموديا كما في الشكل (١١٦) اكتسب القطيب قطبا
جنوبيا من الاقل وقطبا شماليا من الاعلى و اذا كان محاذيا

بطوله اطرف الابرّة ج ك ه و م تفضي الوضع العامودى والدليل على
 ان القضيب ليس له قوة ممانعة وانه يتأثر من السيمال المغناطيسى للارض
 انه اذا قلب دفعة بحيث صارت و في محل ل انقلب قطباه فيصير طرف
 م بالذي كان اولافى قطبا شماليا وطرف ل الذى كان فى و قطبا
 جنوبيا وانخل تركب السائلين المغناطيسيين فى الحال بعكس ما كانا عليه
 اولاولذلك انما هو بواسطة فعل الارض واذا كان المقرب للابرّة قطعة من
 حديد اقصر من القضيب لم يدرك حصول النتيجة وكذا اذا وضع اقضيب
 افقيا فتح مما ذكر ان الاجسام القابلة للتغطس تصير بتأثير مغناطيس الارض
 مغناطيسا لكن يكون قطباه مائلين للتغير على حسب الوضع الذى هما عليه
 ولو غرز قضيب من الحديد العبيط فى الارض من احد طرفيه وبقي مغروزا
 كالعالمود ثم طرق بالمطرقة مدة دقائق حفظ ذلك الطريق قطباه ولا يتغيران
 اذا قلب ما لم يطرق بعد القلب طرقا كالاول فانه يتمغطس بالعكس وبذلك يمكن
 تغيير القطبين على حسب ما يراد غير ان القوة الممانعة الحادثة من الطرق
 تفقد بعد بعض ايام بل قد يتفق انما تفقد بعد ساعات فيحتاج الى تجديد ها
 ثانيا بطرق جديد ومن احداث التغطس بالطرق المذكور يعلم كيف يتمغطس
 الحديد او الفولاذ باللى وبالبرد بالمبارد وكيف يتمغطس جميع الآلات التى فى
 دكان الحداد بسبب تشغيلها وما يكسب الحديد القوة المغناطيسية ايضا
 تصدّره قليلا وى جسم تمغطس بطريق من الطرق الميخا نكية التى هى الطرق
 واللى والبرد وغيرها وكان وضعه فى وقت ذلك عموديا فقطبه الجنوبى يكون من
 الاسفل فى نصف الكرة الشمالى اعنى الذى نحن فيه وهو من خط الاستواء
 الى القطب الشمالى من الاعلى وفى النصف الجنوبى وكيفية تمغطس الحديد
 باللى ان يؤخذ ثلاثون اواربعون سلكا من حديد طول كل منها نحو قدم
 وتوقف عموديا وتلوى على بعضها واحدا بعد الاخر حتى تكاد ان تذهب
 سلايتها وتقرب من الكسر فبذلك تصير كلها مغناطيسية ثم يجعل كل عشرين
 منها حزمة بحيث تكون اقطابها المتماثلة من طرف واحد وهذه الحزم ترفع

لمغطسة الابروالقضبان وغيرها من جميع الآلات المغطسة ويكون مغطسة
قضببان الفولاذ بوضعها عموديا وذلكها بقضيب من حديد ويكون لذلك
عموديا ايضا

الفصل السابع في تعيين القوة المغناطيسية

تتعين القوة المغناطيسية للمغناطيس الطبيعي او الصنعاى بفروق اوزان
الاجسام التى يرفعها المغناطيس ويمكن تعيين القوة المذكورة بعدد الذبذبات
التى تحصل فى الجسم المغناطيسى المعرض لتأثير الارض كالابرة الموضوعة
على سهمها وهذا واسطة لتعين القوة المغناطيسية اتقن من ذلك وهى ميزان
كلونب الذى هو كالميزان الكهربائى غير ان العمل فيه هنا يكون باجسام
مغطسة او مغناطيسية وفى طرف السلك ورقة رقيقة من النحاس بدل المروود
الذى من صمغ اللك وتطوى الورقة من ناحيتها حتى تكون بمنزلة ركاب تحمل
فيه الاجسام الممتحنة وقد امتحن بالميزان المذكور مررات كثيرة اذ اقوبلت
ببعضها نتج منها ان قوى الجذب والتفور اللذين للمغناطيس يكون كل منهما
بعكس مربعات المسافة كقوة الجذب والتفور اللذين للمغناطيس

الفصل الثامن فى طرق المغطسة

هما طريقتان طريقة باللمس المنفرد وطريقة باللمس المزدوج ولينين
كيفية المغطسة بكل واحدة من الطريقتين على حدتها فنقول
اما الطريقة الاولى فكيفية المغطسة بها كما فى الشكل (١٦٢) ان يطرح
على الارض ونحوها حزمتان من الحديد المغطس جيداً يجعل قطباهما ج
ش متقابلين وبينهما فضاء مناسب لطول الجسم المراد مغطسته ليوضع
فوقهما ثم تمسك باليدين حزمتان آخرتان مغطستان جيداً ث ث بين
الاصابع كما يمسك القلم عند الكتابة فتوضعان فى وسط الجسم المراد مغطسته
مع اما التما نحو طرفيه حتى تكون زاوية الميل خمساً وعشرين درجة
او ثلاثين درجة. ولا يمكن قطب كل من هاتين الحزمتين موافقاً لقطب الحزمة

التي في جهته من الخزمتين الاولين ثم يسيران على الابرة المراد تمغطسها مثلاً
 بسير بطي منع تحامل على نسق واحد موجهة احدهما الى جهة اى والثانية
 الى جهة ب مع حفظ ميلهما حتى ينهيان الى الطرفين في آن واحد ثم ترفعان
 وتردان على الوسط ويمر بهما ثانياً كما مر وهكذا حتى تتمغطس الابرة تمغطساً
 تاماً فان كانت الابرة رقيقة جداً لا تكتمل مرور الخزمتين عليها فليوضع تحتها
 قطعة من الخشب من ج الى ش وهذه الطريقة هي المختارة لمعطسة
 الابر والصفائح الرقيقة واما غيرهما مما هو عميل بان يزيد سمكه عن اربعة
 او خمسة من ميللى ميتر فيختار فيه الطريقة الثانية المذكورة في قولنا واما
 الطريقة الثانية وهي التي تكون باللمس المزدوج فكيفية المعطسة بها بعد
 الاستعدادات السابقة في الطريقة الاولى وكون زاوية الميل هنا خمس عشرة
 درجة او عشرين ان يوضعا معاً من طرفيهما ن ب مع تبعيدهما
 عن بعضهما باخمسة اوسنة من ميللى ميتر وحفظ هذا البعد بوضع قطعة من
 الخشب او الرصاص او النحاس بينهما على نقطة الوسط ثم يسيران منها الى احده
 الطرفين ثم منه الى الطرف الثاني وهكذا حتى يحصل التغطس للجسم المراد
 مغطسته بشرط ان يكون انتهاء المرة الاخيرة من التسييرات الى الوسط الذي
 وقع الابتداء منه ليكون عددهم وروهما على كل من النصفين واحداً وانما
 سميت هذه الطريقة بطريقة اللبس المزدوج لكون الخزمتين يمران معاً على
 كل الصفحة وان كان الابتداء من نقطة الوسط بخلاف الطريقة السابقة
 فان كل واحدة منهما تمر على النصف المخاذاً لها ويلزم في كل من الطريقتين
 ان يثبت كل من الخزمتين في حادلة من خشب ليكون مياهما دائماً محفوظاً
 على حالة واحدة ومن حيث ان اللبس المزدوج ينشأ عنه سبب مغنطيسي
 اكثر اختير بغطسة الاجسام السيكية كالقضب ان فلا يستعمل في مغطسة
 الابر ولا الصفائح الرقيقة لكونه يحدث فيها خللين اولهما ان الذي ينشأ عنه
 قطبان غير متساويين في القوة بل تكون نقطة الوسط اقرب الى الطرف الذي
 لمس آخر ثانياً انه كثيراً ما ينشأ عنه نقط متجهة سيما اذا كانت الصفائح

او القضب ان طويله والمغناطيس ذو النقط المنتجة لا يتجه اتجاها مطلقا هذا
وكثيرا ما تمغطس صفائح من الفولاذ تكون على هيئة نعل الفرس ثم تجمع
كما في الشكل (١٦٣) وكيفية تمغطسها ان توضع اطرافها ملاصقة للحزمتين
السفليتين كما هو مرسوم في الشكل المذكور ثم تسير عليها الخزمتان معا من
نصف تقوسها الى نهاية الطرف ثم منه الى الطرف الاخر وهكذا الى اخر ما سبق
واعلم انه يمكن تزييق القوة المغناطيسية في اجزاء الجسم المراد مغطسته بان
يرسم بالمغناطيس على صفائح من فولاذ قطر كل منها ثمانية قراريط او عشرة
وسمكها خط او نصف صو او اشكال على حسب ما يراد فيتمغطس من تلك
الصفائح ما مسه المغناطيس فقط فاذا ذر عليها برادة الحديد تراكت على الصور
والاشكال الممغطسة فتظهر تلك الصور والاشكال

الفصل التاسع في حافظ المغناطيسية

لما كانت بعض الاوضاع تفقد من الاجسام الممغطسة بعض قوتها
كما اذا وضع قضيب ممغطس وضعا عموديا زمن طويلا في النصف الشمالي
من الارض وكان قطبه الشمالي من الاسفل بل قد يتغير قطباه لزم ان يجعل
لبعض الاجسام الممغطسة قطعة من حديد تجعل لها كالدعائم كما في الشكل
(١٦٣) لتحفظ فيها القوة المغناطيسية بسبب تحليلها تركيب تلك الدعائم
ولزم ان يجعل نحو القضب ان الممغطسة بعد وضعها متوازية الاقطاب المتماثلة
في نحو علبة قضيبان مربعان من الحديد العبيط يوضعان بالعرض من
الطرفين حفظا لقوتها وان يجعل للصفائح المرسومة في الشكل (١٦٣)
في طرفها قطع من الحديد العبيط يغطي اطراف تلك الصفائح كما في الشكل
المذكور وان يجعل للحزم المرسومة في الشكل (١٦٢) في تقطعي و ورباط
متين من الخحاس ليحفظ قوتها المغناطيسية ويحفظ هيئة وضعها ايضا واما
الابر الدائرة في الاعمال فلا تحتاج الى حافظ فان تأثير الارض فيها كاف
في حفظ قوتها والمغناطيس الطبيعي يهيئونه على وجهه به يكون محفوظا باربع

قضبان من الحاس تحيط به كما في الشكل (١٦٤) اثنان عاموديان ب ب
يسميان بالجناحين واثنان اقصيان ت ت ودعامة هي ط وقدمان هما
ش ج وهما ايضا قطباه وحرف ي هو جسم حجر المغناطيس هذا
ويوجد في حجر المغناطيس غريسة لم تعلم حكمتها وهي ان الحجر اذا كان يرفع
بقوة الجذب ثلثة عشرين كيلو اجرام من الحديد وزيد له في كل يوم مقدار
لطيف تحمله حتى يصير يرفع ثلاثين او اربعين كيلو اجرام غير انه متى زاد المقدار
عن طاقته دفعة سقط ولا يرفعه بعد الا اذا قدم له جزءا جزا على التدريج حتى
يصل الى المقدار الاول

الباب الرابع عشر في الاليكترو وديناميك ويسمى بالاليكترو

وميناتيسم

هو فرع من العلم الطبيعي غايته معرفة الحوادث الصادرة من تفاعل
الكهربائية والمغناطيسية في بعضهما واول من زاده في هذا العلم ايرستيدت
معلم طبيعي من مدينة كوبنهاغن من بلاد السويد اخترعه منذ سبع عشرة سنة
اعني في سنة خمس وثلاثين بعد الالف والمائتين من الهجرة لما عمل تجربة منها
عرف تأثير الكهرباء في الابر المغناطيسية وسماه بالاليكترو وميناتيسم اي
الكهربائية المغناطيسية فلما علم ان الذي له تسلطن في تولد هذه الحوادث هو
الكهربائية سماه بالاليكترو وديناميك اي تأثير الكهرباء في المغناطيس
وكثيرا ما يستعملون احد الاسمين مكان الاخر والحوادث المذكورة امران
الاول انه اذا قربت ابرة مغطسة بتحركة على سهمها الى نقطة من السلك
الذي بين قطبي عمود وولطه او عمود ولوستون زاعت عن اتجاهها واضطربت
وتذبذبت كثير ولا يحصل منها جذب ولا نفور حتى تقرب بالسلكية من ذلك
السلك فقد اثرت الكهرباء في المغناطيس الثاني ان المغناطيس يؤثر في
الكهربائية فلما اذا قرب من موصل متحرك يكون فيه تيار جلاوي فيوقفه ثم
ان السيلين الكهربائيين لا يؤثران في المغناطيسية الا اذا كانا منتشرين

وكما زاد بعد التيار عن الجسم الممغطس نقصت شدة الفعل بخلاف القوة
المغناطيسية فان الكهربية تؤثر فيها ولو كانت كامنة فتحلر مركبها بازالة
القوة الممانعة فان هذه النتيجة كما تحصل في الحديد تنعبط تحصل
في القولاذ كما بين ذلك المعلم ارغو في فرانسا فانه قرب برادة الحديد من سلك
موصل سارفيه التيار الكهربياءى فالتفت البرادة حوالى السلك غير منغرسه
فيه كما تكون على المغناطيس بل صارت من رصعة عليه بالعرض كأنها حلق
وصارت كلما كان التيار اكثر قوة تكون هى اكثر ثخنا حتى انها ربما تراكت
وصارت طبقة سمكها من خط الى خط ونصف فلما انقطع التيار سقطت حالا
ولا بد في هذا الباب من ملاحظة امرين رئيسين اولهما يسمى الفعل
المهدى والثانى الفعل الجاذب او المنفر

الكلام على الفعل المهدى

اذا وصل بين قطبي عامود ولو ستون في حال تشغيله بموصل يغدق ووضعت
الابرة الممغطسة في الخط الزوالى وضعا افقيا فوق الموصل او تحته زاغت عن
ذلك الوضع ففي الحالة الاولى ان كان الطرف الموجب للعمود جهة الجنوب
اتجه القطب الجنوبي من الابرة جهة المشرق وفي الحالة الثانية يتجه جهة
المغرب وان كان الطرف الموجب للعمود جهة الشمال اتجهت الابرة بعكس
الاتجاه الاول وتبقى افقية على السلك الموصل اذ الموجه الفاعل المغناطيسى
الارضى الى الاتجاه نحو خط الزوال وذلك فيما اذا انقطع تأثيره فيما بوضع
قضيب ممغطس وضعا افقيا في اتجاه خط الزوال امام الابرة او بين ابرتين
متقابلتين في القوة المغناطيسية متعاكستى القطبين يجتبط من الحرير الخلام
الغير المقتول ص على محورت كما في الشكل (١٦٥) فانه متى فعل ذلك
لم يكن للقوة الا بليكترودynamية فعل به ترحج جذب قطب دورا آخر بل الذي
لهما هو الفعل المهدى الذي به تلتفت الابرة حتى تصير عامودية على السلك
الموصل للتيار الكهربياءى وانما عبروا بالتيار الكهربياءى تسميها بالمرقة الدورية
الكهربية فاذ افرض ان الكهربية ذهبت من القطب الموجب الى

القطب السالب بالموصل ومن السالب الى الموجب بالعمود حصل من ذلك حلقة كاملة لا تقطع فيها وقد اخترع المعلم الطبيعي الفرنسي امبير الذي مات سنة اثنين وخمسين بعد المائتين والالف من الهجرة عبارة تخيلية بها وضع الفعل المهمي فقال ان في باطن السلك الموصل انسانا قدماه نحو القطب الموجب ووجهه دائماً جهة الابرّة بحيث لو انقلبت لا تقلب بوجهه نحوها والكهربائية تمر من قدميه الى رأسه فهو دائماً ملتفت بوجهه الى الابرّة يمنعها عن ان يزوغ قطبها الجنوبي عن جهة شماله

الكلام على الفعل الجاذب والمنفر

ذا وضع سلك موصل في طول الابرّة بحذاءها سواء كان فوقها او تحتها او بجانبها او كان القطب الجنوبي شمالى التيار كما هو الغالب تفاعلت الابرّة والسلك تفاعلاً جدياً لكن لا يحصل هذا التفاعل الا اذا كان الخط العمودى واقع من وسط السلك على الابرّة واقعا بين قطبي الابرّة فان كان واقعا على القطب لم يحصل التفاعل وان كان واقعا بعيدا عنه حصل النفور في هذا الباب ثمانية نصول

الفصل الاول في الالة المسماة بالمضاعف

المضاعف بكسر العين ويسمى بالجلوانوميتر اى مقياس السيال الجلوانى قد اخترعه المعلم شوينغير بعد نظهور الكهرباء اية المغناطيسية بقليل وسمى بالمضاعف لانه يضاعف قوة الايليكتروديناميك ويكشف ادى كهربائية تنتشر وهذه الالة مؤسّسة على ان التيار الكهربائى الكثير الزوايا او الحلقى او المتلاقى الاطراف اى الذى يتبع موصلاً كثيراً الزوايا او حلقيا الى اخره يؤثر بجميع اجزائه في ان يوجه الابرّة المغطسة القليلة الحركة الموضوعة في وسط الموصل لجهة واحدة كما في الشكل (١٦٦) ويمكنها من ان تدور عامودية على سطح الموصل فجاء الموصل الذى من ب الى ك هو المستعد لتوجيه القطب الجنوبي من الابرّة الى الامام والجزء الذى هو من ك الى ر ومن

ر الى ه ومن ه الى ن هي المجتهد في ادارة الابر في جهاتها
 فان كان هناك حلقة ثانية من سلك احدث نتيجة جديدة مماثلة الاولى وكذا
 لو كان هناك حلقة ثالثة او رابعة وهلم جرا فانه يتولد في كل حلقة قوة جديدة
 اذا كان التيار ساريا في التلافيق لا مارا من جانبها من لغة الى اخرى لم يعمل
 ذلك يؤخذ سلك من الغضة او النحاس الاصفر طوله من ثلاثين ذراعا الى
 اربعين وغلظه بعض اجزاء من ميللى ميتر ويلف عليه خيط من حريرا جديدا
 بحيث لا يشاهد منه شيء ثم يلف السلك على مربع صغير ثخين من خشب
 كما في الشكل (١٦٧) له حافة مرتفعة لتحفظ السلك الملفوف في محله ويوضع
 هذا المربع عاموديا على جملتين من خشب ص ص وبترك سن طرفي
 سلك ب ب مقدار قدمين طولاسايبا وهذا المقدار هو المسمى بخيطي
 المضاعف يدخل التيار في احدهما ويخرج من الاخر ثم يوضع الجهاز في محل
 ك من الشكل (١٦٨) ويوضع فوقه بحيث يرتكز عليه بواسطة مسامري
 د د وجهه ساعة مدرج ط ليقين به مقدار الزوغان وفي طرف القضيب
 ف ف خيط من الحرير الخام معلقة فيه الابر المغطسة س وع قرب
 الساعة ه يتبع الابر في حركتها ويسير معها وينبغي ان يغطي جميع الجهاز
 في وقت العمل بناقوس كبير من زجاج ليصونه عن الاضطراب بالهواء
 ثم يوضع المربع من الخشب على حسب اتجاه خط الزوال الارضي فاذا حصل
 التيار الكهربي اى زاغت الابر فيحصل من زوغانها زاوية صغيرة او كبيرة على
 حسب شدة التيار وضعفه وقد يستعمل بدل الخيط الذي طوله اربعون ذراعا
 خمسة خيوط طول كل خيط ثمانية اذرع بشرط ان تكون اطرافها معرورة عن
 الحرير فتجف وتجعل حزمة مندحجة جدا في جزء عظيم من طولها وقد ذكرنا
 ان المضاعف يكشف ادنى اثر من الكهربية انتشارا باللمس ويبين طبيعتها وبه
 تعلم الكهربية الحاصلة من ملاسة الخارصين للنحاس اعنى من زوج
 واحد من العامود وكيفية ذلك ان يوضع قرص صغير من الخارصين في احد
 خيطي المضاعف ويوضع في الثاني قرص مثله من النحاس ويوضع على احد

القرصين قرص من ورق رقيق يكون مبتلا بماء قراح ثم يتربان لبعضهما مع الكبس على القرص المبطل الموضوع بينهما فتضطرب الابر في الحال وتطوف بحرية مرات قبل ان تقف لشدة تأثير الواقع عليها ليس انتشار الكهر بانهية هنا من ملامسة القرصين لان الورق حائل بينهما بل هو من ملامسة الخارصين لسلك النحاس لا غير والكهربائية التي تنتشر على الخارصين زجاجية والتي تنتشر على النحاس رتيجية كما هو معلوم مما سبق واذا كان احد خطي المضاعف متصلا بوساده الكهر بائية ولوقوية والاخر جاد على هيئة سن و $\equiv$ ان بعيدا عن هـ صلى الالة بعد الاتفا لم يتسبب عن ذلك الازوغان يسير لان المضاعف لا يكشف الا الكهر بائية باللمس دون التي بالدلك

الفصل الثاني في المغطسة تيار العامود وبالطقات الكهر بائية

اذا وضعت الابر في طول التيار الجـ لوانى بجذائه تمغطست منه مغطسة ضعيفة جدا بخلاف ما اذا وضعت في عرضه بان يكون سنها بجذاء عرض التيار بحيث تتلاقى معه على زاوية منفرجة فانها تمغطس مغطسة قوية حتى تنشبع منها بل لو كان بدل الابر قضيب رقيق لتشبع من الكهر بائية لكن لا بد ان يكون تأثير الكهر بائية في طول الابر والقضيب في آن واحد على وجهه يكون التأثير حلزونيا بان يلف سلك معدني على انبوبة من زجاج افـ حلزونيا مامن اليمين الى اليسار كما في الشكل (١٦٩) واما من اليسار الى اليمين كما في الشكل (١٧٠) وتوضع الابر والقضيب في جوف تلك الانبوبة ثم يسقط التيار الكهر بائي على الطرف البارز من السلك من اسفل الحلزون الى اعلاه مع حفظ الانبوبة على وضعه تكون عامودية على خط الزوال المغناطيسي فتتمغطس الابر والقضيب في اقصر زمن كزمن لجة المشراة تمغطسا كلياً مثل الذي يحصل لهما فيما لو عرضا للتيار المـ كورزما طويلا واتتمغطس الذي تستفيد به الابر والقضيب

بالحلزون اليميني يكون فيه القطب الشمالى من الاسفل والذى بالحلزون اليسارى يكون القطب الشمالى فيه من الاعلا فلو اف السلك على الانبوب لافا - لمزونيا متخالفا كما فى الشكل (١٧١) لاستفادة الابرة والقضيب من التناطيسية نقطا منتجة فقط ولا تتغطس كلها هذا فى المغطسة بتيار العمود واما المغطسة بتيار الالة الكه ربائية بان يوصل موصلها بوسائد هابواشطة سلك او سلسلة تتصل بهما او بسايطيارها على الابرة فلا تتغطس الا اذا وصلت اليها الكه ربائية متقطعة اعنى بالشرر ومع هذا فتغطسها يكون قليل القوة واما المغطسة بطلقات زجاجة ليد او البيترية الكه ربائية فتكون اقوى من المغطسة بالالة بكثير

الفصل الثالث فى تدوير التيار للجسام المغطسة

اعلم ان لكل من الاجسام المغطسة والتيار تأثيرا فى الاخر والمذكور فى هذا الفصل بيان تأثير التيار فى الاجسام المغطسة والمذكور فى الفصل الذى بعده تأثير الاجسام فى التيار والجهاز المرسوم فى الشكل (١٧٢) معد لتبيين الاول اعنى تدوير التيار للاجسام فحرف ك فيه مخبار واسع مملوء زيتقا الى قرب حافته العليا وحرف د قضيب اسطوانى مغطس فى آخره قطعة من البلاز فى محل ه مثقلة له ومثبتة فيه ببرمة والتطير المختصين من هذا القضيب اعنى طرفه الشمالى بارز عن الزئبق ببعض اجزاء من ميللى ميتر وفى اعلا القضيب المذكور تجويف صغير مملوء زيتقا ايضا يغمر فيه قضيب آخر ط بدون زيلام من جدران هذا التجويف لثلاث عشرة حركات القضيب الاول المغطس والقضيب الثانى ط معلق فى قضيب ثالث ث محمول على حامله لاجل ان يرفع او ينخفض عند الحاجة بواسطة برمة ي وقضيب ث المذكور متصل بموصل س الذى هو فية من نحاس متصلة بالقطب السالب للعمود ولا ستون وفى مقابلة هذا الموصل بموصل ش المتصل بالقطب السالب فبوصول هذا الموصل الثانى الى حافة المخبار

بواسطة قضيب ت وانغماره في الزئبق يحصل اتصال بين موصلى س
ش وقطبي غنود وولاستون السالب ف وللموجب ص فتذهب الكهرباء
الزاجية الى الزئبق بواسطة ش ت ثم تسرى في القضيب المغطى
وقضبي س ح ت حتى تصل الى القطب السالب من العامود ف فيدور
القضيب المغطى بسرعة عظيمة من اليمين الى اليسار اذا كان طوله من سبعة
قراريط الى ثمانية واذا غير اتجاه السيل الكهربائى كان الدوران بالعكس من
اليسار الى اليمين

الفصل الرابع في تأثير الارض والاجسام المغطسة في التيار

المقصود من تركيب الجهاز المرسوم في الشكل (١٧٣) اظهار تأثير الارض
والاجسام المغطسة في تيارى جالوا في خرفا و ف ساقان من نحاس
مكونان زاويتين كل منهما تنتهى بكاس ي م طلى باطنه بالراتنج
ومركز الثانى من الكاسين فوق الاول على خط عامودى والساقان المذكوران
يقربان من بعضهما في محل ك قربا قويا ولولا وجود الجسم الرقيق
بينهما العازل لتلامسا وحرفا ص ط لتلمس محفوران في لوح صلب من
الخشب ق عمقهما بعض خطوط وحرفا د د تجويفان صغيران
مخبران بهما سطران يمثلهما بواسطة صليب مكون من شريطين من
النحاس بينهما جسم غير موصل كالخشب المطلى بالشمع الاحمر لئلا يختلط
التياران الكهربائيان ببعضهما عند مرورهما في الشريطين وكل من الشطين
والجوايف الاربعة الصغيرة مطلق بطلاء من الراتنج لئلا تنفذ الكهرباء
من مسام الخشب ووطونه ثم الساقان المذكوران يوصلان بالعامود
الكهربائى بواسطة التى يتمكن بها عند الارادة من تغيير التيار المار في كل
منهما وتلك الواسطة هى اسطوانة من خشب مرسوم عليها في الشكل
(١٧٤) من مدهونة بالراتنج ومحمولة على مسندين من نحاس تدور فيهما
لتخفيض او رفع ساقى د د د الناقلين فيهما من اتفاخى ثم ذو فى الاطراف

الاربعة لهذين الساقين اربع عوارض من نحاس مرسوم عليها ٥٥٥
 كل واحدة منحنية من طرفها الى الاسفل مرسوم على الانحناءات الاربعة
 ت ت ت ت وقد رسمنا هذا الجزء من الجهاز في الشكل ١٢٠ نبرما يلزم
 لتوضيحه وموضعه منه الثلمان والحفر الاربعة المملوءة كما هازتها فيوضع
 فيها اوضاعا محكما وليكون احد الثلمين ص متصلا بالقطب السالب
 وثانيهما ط متصلا بالقطب الموجب لعمود بجلواني وهم اغبر متصلين
 بالساقين و ف لا يوجد في الكهر بائية اتصال الا اذا تأرجحت الانحناءات
 الاربعة وغاصت في طرف الثلمين والتجويفين للذين من جهتها فيحصل
 الاتصال بين الثلمين والتجويفين وبين الحفر والساقين بواسطة الشرطتين
 المتصالبين لكون الجزء السفلي من الساقين يرتكز على طرف الشرطتين
 المنتهيتين في اقرب الحفر اليهما فاذا غاصت الاطراف الاربعة في الطرفين
 الايمنين للثلمين ص ط والتجويفين الايمنين ايضا ذهبت الكهر بائية
 السالبة الى ساق و والكهر بائية الموجبة الى ساق ف واذا كان
 بالعكس ذهبت الكهر بائية السالبة الى ساق ف والكهر بائية
 الموجبة الى ساق و وبهذه الكيفية يمكن توصيل احدى الكهر بائيتين
 ايا كانت الى احدى الكاسين ايا كان على حسب الارادة واتقان العملية
 يحتاج لان يطل اللوح الذي يوضع عليه الجهاز كما طاوله مشيلا وهو الذي
 يكون فيه الثلمان بطلاء عازل وان يختصر شدة الاحتراس من ان يبقى على
 وجسه اللوح اثر زئبق او ماء والا ذهب التيار الكهربي الى خارج الطرق
 التي يلزمه ان يتبعها وان يملأ الكاسان زئبقا ليكون فيهما بمنزلة موصل
 كما هو في التجارب الصغيرة الاربعة والثلمين وفي قعر كل من الكاسين قرص
 صغير من زجاج ط مقعر قليلا لينطبق على قعر الكاس فمن اجزاء هذا
 الجهاز سلك من نحاس يجعل على هيئة حلقة كما في الشكل (١٧٥) يسمى
 بالموصل المتحرك لان جميع الموصلات المعدة لان تتحرك بالقوة المغناطيسية
 تسمى بذلك وله طرفان ن ب معوجان احدهما فوق الاخر ينتهي كل

منهم ما يتفاح صغيره سن رقيق كسن الابرة يرتكز عليه اذا وضع في الكاسين
 ي ي قد نزل بذلك حركة تلك الدائرة وفيما بين الطرفين المذكورين من
 ن الى ب قطعتان من الخشب مطلبتان ليمسكاذ ينك الطرفين فاذا
 علقت الدائرة بارق كاز السنين في الكاسين وحصل التيار بواسطة سلكي مر
 اضطربت ودارت نحو الاتجاه الذي توجه به المغناطيسية الارضية للتيار
 الساري في هذه الدائرة واذا حولت الى اتجاه اخر لم تتبعه بل تعود الى
 اتجاهها الاول لما قلنا من انها تتبع الاتجاه الذي تطبعه فيها المغناطيسية
 الارضية فاذا تأرجحت الاسطوانة المرسومة في الشكل (١٧٤) وتماصت
 الاطراف الاربعة الى خلاف ما كانت عليه تغير اتجاه التيار ودارت الدائرة
 نصف دورة واضطربت ثم تثبتت على اتجاه مخالف للاتجاه الاول وفي كلتا
 الحالتين يكون سطح الدائرة عاموديا على خط الزوال المغناطيسي وفي ذلك
 دلالة على تأثير المغناطيس الارضي فيها فلو كانت الدائرة مهيئة على حالتها
 تكون مهله الالتفات امكن بتحريك الاسطوانة تحريك الايقان ان تم للدائرة
 حركة رجوعية دائمة واذا اريد ان ينحى التأثير المغناطيسي الارضي فليوضع
 بدل السلك المجمعول كالدائرة السلوك المرسوم صورتها في الشكل (١٧٦)
 المجمعولة على هيئة بها يمر فيها التيار من جميع جوانب محور الدوران باتجاه
 واحد ونحوه اغتمتساوية ومن حيث ان القوة المهدية متساوية من كل جانب
 ومتجهة باتجاه واحد هو الاتجاه المعلم بالاسهم تحصل الموازنة ويبقى الجهاز
 المذكور على الحالة التي يوضع عليها على حسب الارادة لكون المغناطيسية
 الارضية تؤثر من الجانبين بقوة متساوية ويوجد في المسافة التي من ق
 الى ب في الشكل المذكور لوح صغير من خشب مطلي يحفظ
 السلكين عازلا لهما ولوح اخريين الطرفين العاموديين ص وما ذكرناه
 في تأثير الارض في التيار يدل على النتائج العظيمة الحاصلة من الاجسام
 المغطسة بالتيار ولكون تأثير الارض في التيار مستمرا ينبغي ان تستعمل
 الاجهزة التي يكون بها تأثير الارض كلاشي لتحصل نتائج المغناطيس

وحدها في التيار المذكور وهذا هو الذي يشاهد في الشكل (١٧٦) لانه
 بتقريب احد قطبي المغناطيس للجهاز المعلق في الكاسين يكون الجهاز
 مجذوبا ومنفرا ويحصل فيه حركات مختلفة بالارادة وذلك على حسب قرب
 او بعد ما عرض هوله من احد قطبي الجسم الممغطس سواء كان ذلك
 التعريض لليمين اكثر او الى اليسار اكثر وقد عرفنا في الشكل (١٧٥)
 ان التأثير الارضي قد يحدث حركة رحوية في الموصلات المتحركة التي للتيار
 الجواني وتحصيل الحركة الرحوية المستمرة يكون بتشغيل الالة ذات
 الارحوتين وهي لوح فيه ارجوحتان كالتي في الشكل (١٧٤) وجملة
 اشرطة من نحاس مسمرة فيه لتكون موصلات للنقط المرسوم عليها
 في الشكل (١٧٣) ص ط د د وهذه الاشرطة تسمى مجارى التيار
 وفي اللوح المذكور ايضا ثلاثة تجاويف تسمى بحجور التيار وتوضع فيها الارجل
 الثلاثة للالة المرسومة في الشكل (١٧٧) التي هي ككرسى ذي ثلاثة
 ارجل وحرف ك في الجزء العلوى من الشكل المذكور طشت من
 نحاس في مركزه اسطوانة قصيرة س ينفذ فيها قضيب من نحاس يعلوه
 كاس صغير د وذلك القضيب داخل في انبوبة معدنية يمكن ان تثبت فيها
 بواسطة برصة ضغط ه والانبوبة المذكورة مثبتة في اسطوانة من خشب
 في مركز س والشريط الذي من النحاس ق متصل باحد حجور اللوح
 الذي هو حفرة فيها زئبق تصل اليها الكهرباء من احد الاشرطة المسمرة
 على اللوح ثم تنفذ منها الى شريط ق التابع لرجل ط وتذهب منه تحت
 المركز السفلى لسطح الكرسي ذي الارجل الثلاثة وهذا الشريط ان يدل عليه ما
 خطاف ف في الشكل (١٧٣) تنفذ الكهرباء منهما الى ساقى ومنه
 الى الكاس د الذي فيه زئبق او ماء محض كالذي في طمرت ك ودائما
 في احدى هذين السائلين يغمر الجزء السفلى من جميع الموصلات المتحركة
 الموضوعه في د للاختانات في السائل الكهربائى من الكاس الى ساقى
 الطست ثم الى الطست نفسه ومنه الى جعر محفور في اللوح بواسطة شريط

آخر لكن الذي يسبب الحركة الدورية للموصل في هذا الجهاز هو شريط من
 نحاس ملتوي حول الطست في محل ص ملفوف عليه في جميع طوله
 خيوط من البرونز ينتهي بطرفين ت ت نازلين من الجانبين على طول
 الرجل ث حتى ينتهي في أحد الجور هـ إذا اريد أحداث الحركة بتيار
 حلقى فان اريد أحداثها بتيار على خط مستقيم محاس للطست استعمل الجهاز
 المربع المتوازي الاضلاع المرسوم في الشكل (١٧٨) وهو جهاز من خشب
 له شريط من نحاس طويل رقيق ملفوف على الخشب مرات كثيرة ت ت
 ت ت مغطى في جميع طوله بمجربون ينتهي بساقين من نحاس د د يوضعان
 في حجرين صغيرين إذا كان الجهاز موضوعا على اللوح ذى الارجوحة
 وفي العمل بهذا الجهاز ينبغي ابطال فعل الشريط الحلقى ص الذي
 في الشكل (١٧٧) بان يرفع الطرفين ت ت من الحجرين فان كان
 العمل على لوح ذى سوق مثل و ف لـ الذي في الشكل (١٧٣) والشكل
 (١٨٢) وهو الاحسن انقطع مرور التيار برفع الموصلات المتحركة وإذا اريد
 اعمال التيار الحلقى الذي في الشكل (١٧٧) ليؤثر في الموصلين المتحركين
 الذين في الشكل (١٧٩) وفي الشكل (١٨٠) اللذين يرتكز سناهما ١
 على الكاس الصغير فليسلط التيار المذكور على الموصليين المذكورين في دورا
 دورة رحري تتكون اولاسريعة على حالة واحدة فاذا عرض التأثير تيارا المربع
 القائم الزوايا بواسطة الجهاز المرسوم في الشكل (١٧٨) فحرك الموصل
 المرسوم في الشكل (١٨٠) حركة رجوية دائمة تختلف سرعتها على حسب
 تقرب او تباعد شعاع ا س من المربع القائم الزوايا واما الموصل المرسوم
 في الشكل (١٧٦) فانه يميل للدوران بتأثير الارض وتأثير المربع القائم
 الزوايا فيه يصير هـ على وضع ثابت بحيث تكون نقطتا ب ف موازيتين
 لسطح المربع المذكور والموصلان المذكوران اعني المرسومين في الشكلين
 (١٧٩) (١٨٠) مختلفان بكون اولهما له شعبتان عاموديتان احدهما ط
 منقطعة بلوح صغير رقيق من الخشب المطلى ن عن ان تتصل بجزء ب

• من التاج الذي من النحاس ص ص فلا يتصل ذلك التاج بسنن التعليق
 ١ الا بواسطة السلك الافقي من اربلوح صغير من خشب يوصل الى ايضا
 يكون من ١ الى ٢ يمنع الاتصال بالجزء الثاني للتاج من جهة ت
 واما الموصل الثالث المرسوم في الشكل (١٨١) فهو كالموصل المرسوم
 في الشكل (١٨٠) غير انه مقطوع في نقطة د ، بقطعة من العاج
 فاذا كانت تلك القطعة في نقطة د تحصل من ذلك موصل آخر جديد
 فبواسطة الموصلات المذكورة كلها تحصل الحركات الرجوية غير ان تلك
 الحركات تختلف باختلاف التيار فتكون مع تيار الموصل الجلي بخلاف
 ما تكون مع تيار المربع القائم الزوايا

الفصل الخامس في بقية الآلات الالكتريكية

لما برع العلم امبر في هذا الفرع الطبيعي ورأى الآلات المخترعة لتبيين الظواهر
 الالكتريكية ودينامية كثيرة ومصنوع لم ياطا ولا ت مختلفة الاشكال ذات
 اراجع ابدل تلك الطاولات كلها بلوح واحد وضع عليه اشرطة معدنية
 لتكون مجارى للتيار وارجوحين فقط فكان ذلك كافيا في جميع العمليات
 وحينئذ فجب حيازته في خزائن الآلات الطبيعية لانه تستغنى به عن جميع
 ما ذكر من الآلات من الشكل (١٧٣) الى هنا وقبل ان نتكلم على كيفية
 تركيب هذا اللوح باختصار نقول ينبغي ان ننبه على امرين هما اساس هذا
 الباب احدهما ان دائرة التيار الجلولي المستعمل في الامتحانات الكهربية
 الدينامية يلزم ان تكون دائما تامة فلذا عملوا الموصلات المخحركة
 والاشربة التي من النحاس المسيرة في محال مختلفة من سطح اللوح متباعدة
 عن بعضها ليتبعها التيار والاتي من محل الارجوحين والحفريات المستطيلة
 والمستديرة والهلالية لتكون بمنزلة جحور تدخل فيها اطراف موصلات آخر
 الآلات تايعبة تأخذ التيار الكهربي او تعطيه لتكمل الدائرة المذكورة
 الثاني انه يلزم عند استعمال اللوح ان يسمح مع ما فيه من القطع كالاسنان

والكؤوس والتيجان وبقيّة اجزاء الجهاز برفق حتى لا يكون هناك شيء
يعيق سير التيار وان يكون اللوح مطليا بطلاء عازل كي لا تفقد الاشرطة شيئا
من التيار مدة العمل واما تركيب اللوح المذكور اعني لوح امبير المرسوم
صورته في الماشكل (١٨٢) فهو من ارجوحتين محلهما ف ف من الشكل
المذكور ومن جملة مجارى كهربائية مرسوم على محلهما الالفات الاربعة
ومن قضيبين من نحاس ق ن يجتمعان في ل وفي محل الانضمام من
الاسفل يعلق ببرمة حامل كاسين صغيرين ج د من زجاج ه ت اولهما واصل
الى ص ومنعزل من ثانيهما ت بواسطة انبوبة من زجاج مطلية بمر فيها
الساق ليصل الى ص ويذهب من كل واحد من الكاسين سلكان من
النحاس ن ب ن ب في آخر كل منهما كاسان اخران ا ح د هما فوق
الآخر على خط عامودى وفيما بين ن و ب لوح صغير من الخشب المطلى
يرتبط فيه السلكان بحيث منعزل احداهما عن الآخر وفي محل ط ص فحيتان
رقبتان من النحاس احدهما في كاس ه وهى القصيرة والثانية في كاس
ت وهى الطويلة وبواسطة برمة ل يمكن تحويل الكؤوس الى اى جهة مع بقاء
وضعها العامودى ويوجد في محل ل ارتفاع مستدير من خشب بين
ج ح رين هلايين يغوص فيهما طرفا سلك من حديد بارز من الارتفاع الخشبي
مهيأ فى و بهيئة قوس وتحتاه ابرة ممغطسة مركبة على سهمها ليتكون من
مجموع هذا مقياس جلاوى هذه هى الاجزاء الرئيسة التى يتكون منها اللوح
ومع هذا فلا يتأتى توضيح هذا اللوح حتى التوضيح لا بالعبارة ولا بالتصوير
بالمشاهدة واما كيفية استعماله فهى كيفية استعمال ما فى الشكل (١٧٣)
غير انه ينبغى التنبيه الى انه متى اريد غمر اسنان المتوصلات المتحركة فى الكؤوس
اورفعها عنها فليكن وضع الاراجيح فى ذلك الوقت اقلها لتزول ملامستها
للسيال الذى فى الجور فينقطع التيار الكهربائى من الجهاز كله والا
لا تحترق الاسنان وذابت من الشرر الكهربائى الذى يبرز بينهما وبين سطح
بسائل الكؤوس وينبغى قبل الانتصاب للعمل ان يتحقق ان كانت التيارات

الكهربائية سارية في المجارى سراجيدا ام لا ويعرف ذلك اما بزوغان الابر
 المغطسة المجهولة للقياس الجلو انى حال مرور الكهرباء بها ما بزوغان
 موصل متحرك يعلق في الكاسين ن ن فبشاهدة زوغانه يعرف سير
 الكهرباء وكيفية الانجذاب في التيارات ان توضع الارجل الاربعة من الالة
 المرسومة في الشكل (١٧٨) في جحور اللوح المخصوصة بهذه الالة ثم يوضع
 الموصل المتحرك المرسوم في الشكل (١٨٣) في كاسى ذ ذ فان كان التيار
 المار في ل ن متجها كاتجاه التيار المار في الجزء العلوى من المربع القائم الزوايا
 المرسوم في الشكل (١٧٨) حصل جذب ويوجد في المسافات من ب الى
 ن ومن ث الى ط ومن ح الى ج الواح صغيرة مطلية مثبتة بحيط
 تعزل السلوك النحاسية فلو غير وضع احدى الارجوحتين حصل تغيير في
 اتجاه تيارات المربع القائم الزوايا او تيار الموصل المتحرك فيقع تنافر بين الموصل
 والمربع المذكور وبالجلة فالموصل المرسوم في الشكل (١٨٣) يشبه الموصل
 المرسوم في الشكل (١٧٦) في ان الارض لا تؤثر فيه فلاخذ بدل الموصل
 المرسوم في الشكل (١٨٣) الموصل المرسوم في الشكل (١٨٤) الذى في
 اعلاه ساق من نحاس ليحعل ذلك الساق الموصل في الموازنة وفي عرضه قضيب
 من خشب مطلى بصمغ اللك ووضع في الكاسين السفليين ض ض
 المرسومين في الشكل (١٨٢) وكان المربع القائم الزوايا في محله ومربعا كذلك
 التيار من س الى ب ثم الى ي ثم الى ن لحصل الانجذاب من
 حيث ان المسافة من ب الى ن موازية للخط العلوى للمربع المذكور
 وفي اتجاهه فاذا غيرت احدى الارجوحتين عن محلها تغير اتجاه التيار
 وحصل التنافر وفي هذه الاعمال يمكن ابدال المربع القائم الزوايا بالجهاز
 المرسوم في الشكل (١٨٥) الذى جميع الكافى التى فيه اللوح من الخشب
 وبقية الحروف سلوك من النحاس متصلة ببعضها تنتهى بطرفين ن ب
 يصلان الى جحورين من اللوح ثم الى شريطين فاذا علق الموصل المرسوم
 في الشكل (١٨٦) في الكاسين انجذب التيار السارى من د الى ب

في الجهاز المذكور لكون الموصل المذكور لا يتأثر من الارض ومثل
 هذا يحصل في السلك المتعرج ف ص اى فيسرى التيار على السلك
 المتعرج كما يسرى على خط مستقيم واذا غير وضع الارجوحة حصل التنافر
 وتظهر المساواتين قوتى الجذب والتنافر بواسطة الموصل المرسوم في الشكل
 (١٨٦) لكونه مكوّنا من سلكين ملفوف عليهما حرير احدهما يوصل
 التيار والثاني يجذبه فاذا صعد في احدهما نزل في الثاني فاذا علق الموصل
 المذكور في الكؤوس وعرض بنقطتي ل ل لتيار عامودى من د الى
 ب في الشكل (١٨٥) او بجزيئيه ل ل ط للتيار الافقى للجزء العلوى
 من المربع القائم الزوايا حصل في الحالين جذب وتنافر في آن واحد فيبقى في
 السكون وذلك دليل على مساواة قوتى الجذب والتنافر في ذلك كما في الشكل
 (١٨٦)

الفصل السادس في ظواهر الكهرباء بالحرارة

هى ظواهر التيارات الكهربائية ويمكن انتشارها في المعادن بتغيير درجة
 الحرارة لا غير وقد اظهر ذلك المعلم سيبيل في عام ١٨٤٥ سبع وثلاثين بعد المائتين
 والالف من الهجرة بواسطة الجهاز المرسوم صورته في الشكل (١٨٧) فان
 حرف ا فيه اسطوانته من بيزموت واثنيتون قد احلح في طرفيها بالعام المعتاد
 صفحة منخنية من نحاس ل م ل مغطاة في م بحرير لتكون معزولة
 عند مسكها من ذلك المحل باليد فهذا الجهاز لا يؤثر في الابرّة المتغطسة اذا
 كانت سرارته في الدرجة المعتادة فاذا سخنت احدى نقطتي العام د ط
 بمضباح ونحوه او باليد سرت الحرارة في جميع دائرة الجهاز وتحركت الابرّة
 مادام العام ساخنا فاذا كان التسخين في العام السفلى ط سرت
 الكهرباء من ط الى د ثم الى ل م ل م واذا كان في العام
 العلوى د حصل عكس ذلك فانتشار الكهرباء انما هو بواسطة تسخين
 العام اذ من المعلوم ان مماثلة التناحيج تستنتج من مماثلة الاسباب فلو تساوت

درجة الحرارة في نقطتي اللحام كانت القوة الكهربائية المحركة متساوية في
 ط د فلا ينتج انتشار السيل الكهربائي وهذا هو الذي يحصل فيما اذا
 سخن نقطتا الالتحام تسخيناً متساوياً فلذا يلزم ان تزيد حرارة احدهما عن
 الاخرى حتى تحصل النتيجة

الفصل السابع في ظواهر الكهربائية الكيمائية

هي مبنية على الاتحاد الكيماوي فلو وضع سلكان او صفيحتان من معدنين
 كالخارصيني مع النحاس او الفضة او البلاطين في اناء فيه حمض السوافوريك
 المضعف بالماء او بماء ملحي وتلامس بطرفيهما الخارصين من الاناء مع تباعد
 طرفيهما اللذين في داخل الاناء لحصل بينهما تفاعل كيماوي لا يحصل لو كان
 الموضوع في الاناء احده هذه المعادن وحده وفي مثل هذا التفاعل يحصل
 ما يسمى بالشجرة الزحلبية وهو ان توضع خلايا الرصاص في دورق من زجاج
 واسع العنق ويجعل في سدادته صفيحة من الخارصيني واصله للسيل بحيث
 تكون مغمورة فيه ويترك ذلك اياماً فتجد في داخل الدورق صورة شجرة
 اعضاءها واوراقها من الرصاص وساقها من الخارصيني وكيفية تكون
 ذلك ان يتفاعل الخارصيني مع خلايا الرصاص بواسطة السيل الذي في الاناء
 يذهب او كسجين الرصاص الى الخارصيني الذي هو بمنزلة قطب موجب
 فيرجع الرصاص حالته الاصلية وبتأ كسد الخارصيني فيكون من المعدنين
 المذكورين زوج من ازواج العمود الكهربائي يستمر التجاذب بين قرصيه
 بواسطة الحمض او اناء الملحي حتى تتكون الشجرة المذكورة فتكون انما
 هو بالتفاعل الكيماوي ومثل هذا يحصل في تكون الشجرة القمرية التي تحصل
 من سكب محلول من نترات الفضة على الزئبق فترجع الفضة الى اصلها وتتراكم
 على هيئة غصان واوراق وهذا التفاعل يفسر تأكل صفائح النحاس التي
 للسفن من ماء البحر فيقال في علة ذلك ان النحاس يلامس ماء البحر يكون
 النحاس بمنزلة قطب موجب وعمود كهربائي يجذب او كسجين الماء

ويستحيل الى الحالة الملمية بسبب تحليل الكاربونات التي في الماء سيما
 كاربونات الصودا فاذا غير ميل النحاس لجذب الاوكسيجين بتغطية جزء من
 سطحه بصفحة من الخارصيني والحديد او الحديد العبيط لم يتأ كسد ولم يتغير
 بشئ بل يبقى صقلا على حالته التي وضع عليها وهذا ما يفعله في الاوربا في
 السفن المصفح ظاهرها بالنحاس فانهم يضعون في مقدمها او مؤخرها فوق
 النحاس بعض صفائح من الحديد او الحديد العبيط لمنع تأ كسد الماء نسبتها
 للنحاس كنسبة الواحد لثنتين وخمسين لانه قد ثبت بالتجربة ان ملامسة قدم
 من الحديد لثنتين وخمسين قدما من النحاس يحميها من التأ كسد فان كبرت
 صفائح الحديد عن هذا القدر اكنسب النحاس كهربيائية سالبة لتحلل ماء
 البحر والاملاح التي فيه وتحللها الحالة عكس الحالة الاولى ويغطي النحاس
 بجوار ارضية فيتعلق به قطع كبيرة مكونة من ودع صغيرة ونباتات بحرية
 وغير ذلك واعلم انه لا بد من ان يكون بين الحديد والنحاس موصل جيد كما هو
 قاعدة الازواج الكهربيائية ويكفي ان يكون ذلك الموصل هنا طبقة رقيقة من
 لحم او من قطن او نسالة تجعل بينهما وماء البحر يكفي لتندية هذا الموصل

الفصل الثامن في الاسماك الكهربائية

من الاسماك ما يسبب بمسه رعدة قوية وخدر يسرى في ذراع من يمسه وهذا
 النوع من السمك يسمى بالرعاد ويوجد كثيرا في البحر المتوسط وعلى الشواطئ
 القريبة من بلاد فرانساهو من الاسماك الكهربائية والمعروف منها سبعة
 انواع منها اربعة من الرعادهى السيلور الكهربائى والثيراودون الكهربائى
 اى رباعى الاسنان والجمينوت الكهربائى اى عديم الاذن وهو من ثعابين
 البحر والرعاد المعتاد والرجة من الرعاد المعتاد والجمينوت تكون قوية جدا
 سيما خارج الماء فاذا لمس الرعاد المعتاد شخص خارج الماء يده او باصبعه
 او بموصل معدنى فلو طوى بلا بقدر اقدام اربع فان كان يجسيم غير موصل
 كضبيب من زجاج او من راتينج لم يتأثر فلو كان الشخص الماس ماسكا

لشخصين او ثلاثة ارتجوا جميعا لكنهما تكون في الاخير اقل واذا مسك عشرون
 شخصا بعضهم ومس الاول الرعاد من ظهره والاخير من بطنه ارتجوا معا
 وهذا النوع يصعق الاسماك الصغيرة القريبة منه ويورثها حالة انمائية وان لم
 يمسه او الوجة التي تحصل منه لمن يمسه تكون بحسب ارادته فهو فكثيرا ما يمسه
 بلطف ولا يتأثر من يمسه بخلاف ما اذا مس بعنف او بنحو غدغة في اجنحته
 فانه يحصل للامسه رجات متوالية ربما بلغت في الدقيقة الواحدة خمسين
 والجميوت السوري ينامى نسبة للجزيرة التي يوجد فيها اقوى كهربائية من
 الرعاد المعتاد لانه قد جرب ان رجاته تسرى من موصل الى اخرينهم ما فضاء
 قليل وتشاهد بينهم ماثرة كهربائية ويصاد الجميوت في الاميركا بالخيول
 والبغال الغير المتروضة اى الغشيمة الغير مستعملة قترسل في المياه التي فيها روبة
 كثيرة لكونه يختفي فيها فتضرب بارجلها في تلك الروبة فيخرج منها فاصدا
 مقاتلتها ويطلق على وجه الماء وينزرق تحت بطونهم فيضطرب من الرجات التي
 تحصل لها من هذا السمك بسبب ما يستفرغ منه من الكهرباء بآنية بلامسته
 لها فتخرج من الماء فارة منه فتردها رجال واقفة على شاطئ الماء تمنعها
 الخروج وهكذا حتى تضعف القوة الكهربائية من السمك من المفاعلة فيقرب
 من الشاطئ فيأخذ الصيادون بخطاطيف مربوطة في حبال فاذا كانت تلك
 الحبال مبلولة في جميع طولها ارنج ماسكهم او السمك المذكور كالثعابين الكبار
 في اللون غير ان صفرتها اكثر وطول الواحد من خمسة اقدام الى ستة وعظمه من
 ثلاثة قراربط الى اربعة وكثيرا ما تسقط الخيول والبغال من الخدرا الذي يحصل
 لها من الاستفراغات الكهربائية التي تصادفها وتصير شعورها خصوصا شعر
 المعرفة منتصبه نافرة واعينها جاحظة من شدة الضجر ودرجة المياه التي
 يعيش فيها هذا السمك خمس وعشرون اوست وعشرون فوق الصفرة فان كانت
 درجة الماء انزل من ذلك ضعفت قوته الكهربائية والعضو الكهربائي
 في هذا السمك فقا عشان مماثلتان على جانبي الرأس بقرب الخيشوم هما
 في الرعاد المعتاد من منسوج خلوى واسع الاخية فيه مفشورات عديدة

تبلغ جسمانية أو سمانية في كل واحدة منهما وقد شوهد في الواحدة ما يقرب من
الف ومائتين من المنشوريات ويوجد في بنية هذا النسيج الخلوي صفائح كثيرة
رقيقة جدا تارة تكون سطحية وتارة موجية موضوعة في عرض المنشوريات
متباعدة عن بعضها بطبقات مخاطية متينة جدا فهي كعمد جلوانية صغيرة
على خط يقرب من العمودية بالنسبة لسطح الجلد من هذا السمك وفي هذا
الجهاز أربعة أعصاب غليظة متوزعة فيه

الباب الخامس عشر في الاوتيك امي فن الالبصار

هو فرع من الطبيعيات يبحث فيه عن الضوء وتأثيره وهو ينقسم قسمين
احدهما الكاتوبترك وهو ما يبحث فيه عن انعكاس الضوء وثانيهما الديوبترك
وهو ما يبحث فيه عن انكساره فان الضوء اذا وقع على الاجسام المعتمة انعكس
وان وقع على الاجسام الشفافة انكسر اذا علمت ذلك فلتعلم ان للضوء احكاما
منها انه ينتشر من الاجسام المضيئة في كل جهة فاذا وضع المصباح في مركز كرة
مجووفة ابصر من كل نقطة منها وتبصر شعلة مصباح من خلف شعلة اخرى وان
كانت بجانبها ابصرت بالاكثر مما اذا كانت خلفها ومنها انه اذا سري في وسط
ذي طبيعة واحدة كالماء والهواء كان سريانه على خط مستقيم والدليل على
ذلك انه لو وضعت ثلاثة اقراص من جسم معتم على مسطرة وكانت تلك
الاقراص متقاربة من الوسط ثقبها بغير احد مع اليبعد عن بعضها الرؤيت شعلة
المصباح من تلك الثقوب مع البعد عنها جدا ولا ترى لو لم تكن على خط مستقيم
ومنها انه ينعكس اذا وقع بانحراف على جسم معتم صقيل ثم يتجه اتجاها اخر
ويسير به على خط مستقيم ايضا ومنها انه اذا كان الوسط مختلف الكثافة كان
سيره اذما على خط مقوس ولذا كان لا يصل الينامن الشمس على خط مستقيم
اصلا لكون طبقات الهواء مختلفة الكثافة وكذا ضوء بقية الكواكب ومن ذلك
نعلم انه لا يمكن ان ن شاهد كوكبا في حيزه الحقيقي وانما ن شاهده قبل بزوغه من
الافق وبعد غروبه فيه كما هو شأن سيره على الخط المقوس وعلى حسب كثافة

الوسط يكون زوغان الاشعة الضوئية اعنى تقوس خط سيرها وما هو مرسوم
 في الشكل (١٨٨) يوضح ذلك فان م د فيه قرص مغدنى كالزئال الفرائسا
 موضوع في اناء ص فاذا وقف المبصر في محل ع لم يشاهد من القرص
 الا حافته م من اعلى حافة الاناء ط فلو صب في الوعاء ما شيا فشيئا لشاهد
 ارتفاع القرص كلما ارتفع الماء حتى يشاهد القرص بتمامه مع انه قار في محله
 وماذا لا تكون اشعة القرص ارتفعت في الماء من م د الى ن ه
 على خط مستقيم ثم انكسرت وسارت في الهواء على خط مستقيم ايضا ولا شك
 ان المرتفع في الماء والسائر في الهواء هو اشعة جميع القرص فتصل الى عين
 المبصر كذلك وهذه المسافة الصغيرة التي ارتفع بها الشعاع في الماء حتى نظر
 القرص بتمامه لا تقتضى اختلاف الواسطين في الكثافة فهى فيها تماثلة وما قيل
 في طريق مشاهدة القرص يقال في مشاهدة الكواكب فاذا فرضنا ان
 المبصر للكواكب في محل القرص م د والكوكب المبصر في محل ع
 فعلى قياس ما سبق يقال ان الجو المحيط بنا المفروض امتداده من م د
 الى ن ه اكشف من الجو الذى فوقه الى حد الكوكب فهو بمنزلة الماء ينكسر
 عنده ضوء الكوكب فيصل للعين على خط مقوس فيرى الكوكب قبل بزوغه
 من الافق ولو كان الوسط النافذ فيه ضوء الكوكب بحالة واحدة في الكثافة لما
 امكنت مشاهدة الكوكب الا من ه ن فعلم ان الانكسار في الهواء مثل
 الانكسار في الماء موجب لتقوس خط الشعاع غير ان ذلك التقوس يكون
 في الهواء اكبر بسبب تعدد الانكسار فيه بعدد طبقات الماء فان الانكسار
 فيه واحد والشعاع الضوى هو الاجزاء الضوئية المتجهة من الجسم المضيئ
 الى جهة ما والضغت الضوى جملة اشعة فتنبع من احد طرفيها على هيئة
 الضغت وهو القنوب والحزمة الضوئية مجموع اضغاث ثم ان الاشعة ان اتت
 من بعد عظيم كالاشعة الاتية اليها من الشمس تعتبر في الامتحانات
 متوازية واشعة الحزمة منفردة ويعرض لها الانضمام بمرورها في وسط يجمع
 اشعتها الى نقطة واحدة تسمى البورة فاذا جاوزت الاشعة تلك البورة اخذت

في الانفراج ثانياً واتجهت على خط مستقيم في السير الجديد فتكون حزمة
 ثانية واعلم أن شدة الضوء تنقص على حسب مربعات المسافة فإذا نفذ الضوء
 من ثقب ضيق ووقع على جسم بعيد عن ذلك الثقب بمسافة ثم أبعده عنه
 بمسافة ضعف المسافة الأولى زادت سعة السطح المستنير عما كانت أربع
 مرات ونقصت قوة الضوء عما كانت مثلها وذلك لأن الضوء لم يزد كميته بل
 انتشر في مساحة قدر الأولى أربع مرات فضعفت قوته والاجسام الغير النيرة
 في ذاتها على ثلاثة أقسام * الأولى الاجسام المعتمة وهي التي لا يتقدمها
 الضوء والقول بأن عتامتها اتية من كثافة اجزائها احسن من القول بأنها من
 طبيعتها لانها اذا رقت جدا نفذ الضوء منها واذا الصقت ورقة مرققة من
 الذهب على جسم زجاجي شوهدمتها ضوء ماثل للخصرة اذا نظر من خلفها
 للشمس او المصباح * انشأ في الاجسام الشفافة وهي التي يتقدمها الضوء ولا
 تحجب ما وراءها فیری ما خلفها اتم الرؤية وهذه ان غلظ حجمها جدا تلونت
 لانها تنسرب حينئذ جزاً من الضوء النافذ فيها فلذا تجدد الماء القليل صافيا
 والماء الكثير ازرق واواخضر واذا وقف الانسان في عمق بحر وكان البحر صافيا
 جدا وفوقه مائة وخمسون قدما من الماء شاهد ضوء الشمس كضوء القمر
 على الارض لا يزيد عنه بشئ * الثالث الاجسام النصف شفافة اعني التي بين
 الشفافة والمعتمة وهي التي يتقدمها بعض الضوء ولا تشاهد من خلفها
 ألوان المرئيات ولا اشكالها ولا ابعادها كالورق المدهون بالزيت والزجاج
 المخشن فللاجسام المعتمة اذا صادفها الضوء في سيرة على الخط المستقيم
 كما ذكرنا لا يستنير منها الا ما كان جهة الضوء والجهة المقابلة يوجد فيها ظل
 تلك الاجسام ويمتد بعيدا عنها الى مسافة ما وكلما اشتد الضوء زادت قتامة
 الظل والظل المذكور لا ينتهي من جميع الجوانب بمقد قطعي تام بل يظهر في
 جوانبه خيال ظلي يأخذ في الضعف حتى ينتهي وهذا الخيال يسمى بالغيبش
 كلام كلي في سرعة سير الضوء

قد عرف سرعة سير الضوء في آخر القرن الحادى عشر من الهجرة المعلم الفلكى
 رابير الدانيار كى حين كان يتأمل فى كسوف اول التوابع للمشتري وبيان
 ذلك على ما هو مرسوم فى الشكل (١٨٩) الذى فيه حرفى هـ والشمس
 وحرف ت الارض وحروف ط ب م س ط الدائمة التى يقطعها
 التابع الاول وحرف لـ هو الظل الواقع خلف المشتري المستنير ووجهه
 الثانى من الشمس انما لو فرضنا ان الارض فى نقطة ط من دائرتها سائرة الى
 ب م وتأملنا فى عدد الانجلاءآت التى تقع لاول توابع المشتري بسبب
 خروجه عن الظل وسيره نحو هـ ج ص د وتحصل وقت ان تكون
 الارض فى نقطة ط من دائرتها لوجدنا ان بين كل انجلاء بن اثنتين واربعين
 ساعة وثمانيا وعشرين دقيقة وخمسا وثلاثين ثانية وترسم هكذا م ب ك ح لـ
 واذا تأملنا فى عدد الكسوفات التى تحصل له بدخوله فى الظل سائر فيه
 من نقطة د وجدنا ان بين كل كسوفين كما بين كل انجلاءين م ب ك ح لـ
 فاذا كانت الارض فى نقطة ب كانت تلك الانجلاءآت متاخرة قليلا عما
 اذا كانت فى نقطة ط وكذا الكسوفات واذا كانت الارض فى نقطة س او نقطة
 ط المتباعدتين كبعد ب عن ط شوه من نقطة ط ان الكسوفات
 تحصل ببعض تقدم عن نقطة س فعلم من ذلك ان تفاوت الزمن بالتقديم
 عين تفاوته بالتأخير الحاصل للانجلاءآت فى ب فجزم ريمير بان التفاوت
 بالتقديم والتأخير حاصل من الزمن اللازم لمرور الضوء من ط الى ب
 ومن ط الى س على بعد واحد ومن تكرار الامل مدة سنة كاملة امكنه
 تحقيق سرعة سير الضوء وباحصاء المسافة التى من ط الى ب ومن س
 الى ط علم ان الضوء يقطع فى كل ثانية سبعين الف فرسخ فيصل اليها الضوء
 من الشمس فى مدة ثمان دقائق وثلاث عشرة ثانية تكون بعدها عنا بنحو اربعة
 وثلاثين مليوناً من الفراسخ فلو سرت عنا دفعة واحدة وانفجرت فجأة لبعثت
 مشاهدتها بعد انحساقها مدة ثمان دقائق وثلاث عشرة ثانية ويقاس على
 ذلك بقية الكواكب البعيدة منها وبعد الكواكب عن الارض لم يعرف

معروفة جيدة وانما عرف ان منها ما بعده عنا بقدر بعد الشمس عنا بما تاتي الف
مرة فهذا الاصل الينا ضوءه الافي الف ومائة وواحد واربعين يوما وهو ثلاث
سنين وخمسة واربعون يوما لان السنة الحقيقية ثلاثمائة وخمسة وستون يوما
وست ساعات وكم من نجوم ابعده من هذه بعدة ملايين فلا يصل ضوءها الينا الا
بعد ثلاثين سنة او خمسين او مائة فعلى هذا يمكن ان نشاهد آلات كواكب انبثق
ضوءها قبل ان تولد وعلى ذلك لو فرض ان السماء التي حول الارض اعنى التي
نشاها منها التمحقت لبقيت الاجسام الموجودة فيها مشاهدة لنا مدة سنين
متجيبين منها مع انها مفعودة ولا سرعة تماثل سرعة سير الضوء فان جلة المرفع
التي تقطع في اول ثانية من خروجها منه ثلاثة الاف قدم لو استمرت لها
هذه السرعة سنة كاملة لما وصلت للسرعة التي يقطعها الضوء في ثانية واحدة

الكلام على القسم الاول اعنى انعكاس الضوء

قد سبق ان الضوء اذا وقع على جسم صقيل معتم انعكس وان زاوية الانعكاس
تساوى زاوية السقوط فلو دخلت حزمة ضوئية من ثقب صغير جدا في محل
منظلم واستقبل على مرآة معدنية صقيلة جدا ثم انعكس منها على جسم آخر
لحدث من الحزمة في الجسم المذكور قرص كقرص الشمس وهذه الاشعة
تسمى منعكسة مجتمعة وكلما زادت صقالة المرآة زاد لمعان الضوء وهناك
اشعة منعكسة منفردة اعنى منتشرة في كل جهة ولولا ذلك لما شوهد سقوط
الحزمة ولا نقطة انعكاسها الا في اتجاه الحزمة وهذه الاشعة بعكس تلك فكلمما
قلت صقالة المرآة زادت نورانية الاشعة كما يشاهد فيما لو استقبل الضوء على
مرآة مصقولة جدا ذر عليها مسحوق ناعم من طباشير ونحوها وانرجع الى
تقرير الانعكاس ممثلين بما في الشكل (١٩٠) فنقول لو وقعت حزمة الضوء
على مرآة في نقطة و لانعكس ذلك الضوء الى ر ولورسم خط ب و
عموديا على سطح المرآة لشوهدتكون زاويتين متماثلتين اتم المماثلة احدهما
مستكونة من الحزمة الساقطة التي هي ل مع و ب والثانية مستكونة

من انعكاس هذه الحزمة الى ر وكذا يشاهد تكون الزاويتين الحاصلتين
من خطى ل ر مع السطح المستوي للمرآة وقاعدة ناموس انعكاس
الضوء مطردة في جميع الاحوال سواء في الضوء الطبيعي او الاصناعي وسواء
كان بانقصاد او كهربائية او غيرها ما في هذا القسم خمسة مباحث

المبحث الاول في الصور المشابهة في المرايا المستوية

مشاهدة الصورة في المرآة المستوية ليست على ان الصورة مقلوبة كما قيل
بل على انها باقية على حقيقتها وانما المرآة ترى بها نظير تلك الصورة مع البعد
المعتبر بينهما وبين المرآة ويرى بها الوجه المقابل لها دون المقابل للناظر والشكل
(١٩١) بوضوح ذلك فان فيه الجسم ب منعكس للبصر ع لمرآة م ر
فيبصر في نقطة ر البعيدة عن ر ص كبعد ب عن ر ص
وزاوية انعكاس الشعاعين ت ث الذاهة من نقطة ص تساوي زاوية
السقوط من ب الى ص فكان الشعاعين ت ث يأتیان الى
البصر من ظ لكون الجسم مفروضاً كينونته في ظ وعلى
حسب نسبة وضع الشعاعين ت ث تتقابل الاشعة فشعاع ت يقابل
شعاع س وشعاع ث يقابل شعاع ا فيظهر للعين ان الجسم ب
منقلب في نقطة ظ وهو خلاف الواقع لان كل شعاع ضوئي ينبعث من
نقطة ما من الجسم يرى بهذه النقطة نفسها وبسبب ذلك تكون الصورة
الحاصلة عين الجسم المشاهدة لان كل نقطة من الجسم تبعث اشعتها الى المرآة
التي تعكسها على التعاقب على حسب ما يأتي اليها اعني ان اقرب اجزاء الجسم
للمرآة تبعث اشعتها اليها اولاً فتعكسها اولاً ثم ما فوفه فتعكسه ثانياً وهكذا
فبسبب ذلك يرى الباصر كان الجسم منقلب واذا وضع جسم بين مرآتين
مستويتين السطح تضاعفت صورهما لانهاية والباصر يشاهد الصور مضطفة
حلف بعضها وكما بعدت صورة ضعف ادراكها وسبب مضاعفة الصور ان
كلام المرآتين يعكس ما انطبع فيه في الاخرى فيزداد عدد الصور التي

في الاخرى وهكذا الى ما لانهاية فاذا اريد مشاهدة الصور الحاصلة من انعكاس كل مرآة فليوضع بين المرآتين جسم ذلونين كالأحمر من جهة والازرق من اخرى فيشاهد في ابعديهما جميع الصور حمراء زرقاء ويشاهد في الثانية جميع الصور زرقاء حمراء على التوالي فاذا كانتا مائلتين تضاعف عدد الصور اكثر مما اذا كانتا منصبتين على حسب درجات الميل وعلى هذا اسست صناعة الكايبند وسكوب اى مرآة الجنايب وهى آلة تنظر بها المور بمجبية اخترعها براوستير مكونة من اسطوانة مجوفة طولها من ثمانية اربط الى عشرة يجعل في طرفها سرة آتان مائلتان بحيث يتكون منهما زاوية ويربط في طرفها علبة صغيرة قعرها وغطاؤها من زجاج غيران قعرها غير صقيل ويوضع في تلك العلبة قطع مختلفة من اجسام ملونة كالحرير الملون فيتكون من انعكاس تلك القطع في المرآتين رسوم مختلفة تتغير اشكالها اذا رجحت العلبة وتشاهد هذه الرسوم من ثقب صغير في وسط قطعة من المقوى تجعل في الطرف الاخر من الاسطوانة لتسده وهذه الآلة تعمل لتحصيل رسوم غريبة تنقش صورتها في ثياب الحرير والقصب ونحوها وعدد ما يحدث من الرسوم يكون على حسب درجات زاوية الميل بين المرآتين فاذا كانت زاوية الميل بينهما بقدر خمس الدائرة كان المتحصل خمس صور اربعة رسدسها كان المتحصل ست صور اربعة من عشرين منها كان المتحصل عشرين صورة وهكذا

المبحث الثاني في انعكاس صور المرتببات في المرايا الغير المستوية

المرايا الغير المستوية هى المحدبة والمقعرة فاذا قطع من كرة معدنية مجوفة قطعة وكانت صقيلة جدا من جوفها كانت تلك القطعة المرآة المقعرة وان كانت صقيلة من ظاهرها كانت المرآة المحدبة وانسكك على الانعكاس في كل منهما على انفراد فنقول اما المرآة المحدبة فالانعكاس فيها اذا سقط الضوء على نقطة منها كالانعكاس في المستوية غير انه يفرض السطح مستويا لاجل حساب زوايا السقوط والانعكاس بان يفرض على نقطة السقوط في المحدب سطح

مستوئعاً من تلك النقطة فإذا كررنا بقا في انعكاس الضوء على الاسطحة المستوية
 يقال في انعكاسه على غير المستوية غير انه يحتاج في المحدث لمعرفة اتجاه خط
 الانعكاس لكل نقطة يفرض السطح مستوياً كما مر وإذا وضع مصباح في وسط
 كرة مجوفة صقيلة أتبعته منه على جميع نقط السطح المقعر اشعة ينعكس كل
 منها باستقامة الى ذلك الوسط ومنه الى الجدران ثم من الجدران الى الوسط
 وهكذا من غير نهاية فلذا ترى منها شدة الضوء وتظهر كأنها مضيئة اضاءة زائدة
 تتعب البصر وصورة النجم في الماء الصافي لا تكون الا نقطة مضيئة فاذا تموج
 ولو قليلاً كانت خطاً مضيئاً متعرجاً ووسطها مضيئاً غير مستوي في حوافه
 تشرف وما ذاك الا لعدم استواء سطح الماء وانعكاس الاشعة فيه الى كل
 جهة فتختلط وتتسع امام البصر

واما المرآة المقعرة فالانعكاس فيها كالانعكاس في المحدبة غير انه يلزم في كون
 الانعكاس فيها جيداً ان لا تجاوز قاعدة زاويتها عشرين او ثلاثين درجة من
 درجات الدائرة المنقسمة الى ثلاثمائة وستين درجة وصورة المرآة المقعرة
 مرسومة في الشكل (١٩٢) ففحة المرآة فيه هي مسافة م ن التي هي
 قاعدة زاوية م ن و ك م وقطرها هو المسافة من م
 الى ن ومحورها هو الخط المقروض من د الى ك المار من مركز المرآة
 الى مركز الكرة ونقطة د تسمى مركز الشكل ونقطة ك تسمى مركز الميل
 ونقطة ط هي البؤرة اي مجمع الاشعة الممكن سقوطها على السطح المقعر
 للمرآة كالاشعة المصورة بالخطوط المرسومة من و الى ي المجمعة في بؤرة
 ط وقدم ان البؤرة لا تكون محدودة جيداً الا اذا كانت فحة المرآة عشرين
 درجة كالتى من ك الى م ن او ثلاثين كالتى من ش الى س
 فان كانت اكبر من ذلك بان امتدت الى جهة ث او الى جهة ب على سير
 الخط المعلم بالنقطة في الشكل المذكور وسقط شعاعان احدهما في ث والاخر في
 ب لسكان اجتماعهما وانعكاسهما في نقطة ه دون نقطة ط التي هي البؤرة
 الحقيقية وحينئذ فلا نشاهد الصورة الناتجة من اجتماعهما جيداً وكان هنالك

ما يسمى بالخطأ الكروي فلو كان سقوط الأشعة على المرآة المقعرة منحرفاً
 عن محورها، كانت بؤرة الانعكاس منحرفة عن المحور بقدر انحراف مسقط
 الأشعة وفي الشكل (١٩٣) ما يوضح ذلك فإن بؤرة الأشعة الآتية من الجهة
 العليا لا تكون في بؤرة الأشعة الآتية من الجهة السفلى ل تكون
 في ص ولوعرض جسم مضيء كمصباح لمرآة مقعرة وكان آتياً من بعد ولو
 عظيم ما شوهدت صورة ذلك الجسم قريبة من البؤرة الحقيقية منكسة كما يدل
 عليه ما هو مرسوم في الشكل المذكور أعني (١٩٣) ويتحقق ذلك بهذه
 التجربة وهي أن يجعل في محل البؤرة قطعة صغيرة من الورق ثم يقرب المصباح
 من المرآة فيرى أن المرآة أقرب صورة المصباح من مركز الانحناء واتسعت
 غير أنها منكسة فإذا وصلت إلى مركز الانحناء رؤيت صورته على حجمها
 من غير زيادة لكنها منكسة فإذا قرب المصباح لجهة المرآة يرى أن
 صورته تباعدت ومتى وصل إلى البؤرة اتسعت وخرجت عن حدود المرآة
 فلا يشاهد منها شيء فإذا قرب أكثر من ذلك رؤيت الصورة كأنها خلف المرآة
 مستقيمة كبيرة وكلما قرب المصباح من المرآة قربت صورته أيضاً حتى يلامس
 المصباح المرآة فتري على حجمها وتشاهد كأنها على سطح المرآة وبعد نقطة
 تشاهد فيها الصورة إذا جاوز المرآة البؤرة الرئيسة ذاهباً لجهة المرآة تسمى
 البؤرة التقديرية وهي النقطة التي تجتمع فيها الأشعة إذا فرض أنها نفذت
 في المرآة ولو سقطت أشعة شمسية على مرآة مقعرة في خزانة مظلمة شوهدت
 صورة صغيرة كصورة الشمس في بؤرة ط في الشكل (١٩٢) إذا كانت الأشعة
 ساقطة باستقامة كاشعة وى في الشكل المذكور وفي بؤرة ب إذا كانت
 بانحراف كاشعة الآتية من أعلى في الشكل (١٩٣) ثم إن عظم
 الصورة المشاهدة يكون على حسب اتساع قطر قاعدة المرآة فإذا كان قطر
 قاعدتها ثمانين قدماً كان قطر صورة الشمس المرسومة في البؤرة ثلاثة أرباع
 أو كان قطر القاعدة ستة أقدام كان قطر الصورة في البؤرة ثلاثة أرباع وإذا
 كان قطر المرآة أميتر واحد كان قطر الصورة ثلاثة أرباع من ميللى ميتر

ولاشك في ان الصورة المذكورة ولوصغيرة يكون نورها شديدا جدا وكذا الحرارة لان الضوء والحرارة يجتمعان في محل الصورة وكثيرا ما احترقت حرارة الشمس المجتمعة في البورة الخشب واذابت المعادن وطيرتها ويمكن استعواض المرأة المقعرة بعدة مرايا مسطحة بان تصف على هيئة بهم تجتمع الحزم الضوئية المنعكسة من كل منها في بورة واحدة وقد احرق المعلم بوفون بثمان وستين مرء آة جمعها على هذا الوجه الخشب من مسافة ثمانى قدم واذاب الرصاص بل والنحاس من مسافة خمسة واربعين قدما و قد احرق ارشيميدس اساطيل الرومانى اى سفنهم الحربية في محاصرة مدينة سيراغوزا كرسى جزيرة صقاليا بما يماثل هذه المرأة

واعلم انه قد سبق ان المرايا المقعرة تجمع الاشعة الضوئية الساقطة على سطحها بخلاف المرايا المحدبة فانها تفرقها بمعنى انها تنعكس من سطحها متفرقة اجزاؤها ومتباعدة عن محور المرأة لا بجمعة فيه كما في المقعرة وحينئذ فلا تنشا عن المرايا المحدبة صور المرئيات لانها لا تكون الا في البورة الحقيقية وهذه ليس لها بورة حقيقية والشكل (١٩٤) يوضح ذلك فان الاشعة المنحصرة فيه بين حرفى وى بسقوطها على المرأة المحدبة م ن تنعكس متفرقة متجهة نحو خطوط ا ب ت ث ج ح على حسب خط المماس المستدل عليه باتجاه الخط القائم المار من مركز الانحناء ل الى نقطة سقوط الاشعة فاذا قرب مرئى من سطح مرء آة محدبة شوهدت صورته في البورة التقديرية ص لكن باصغر من حجمه وكلما قرب من المرأة كبرت صورته حتى اذا لامس المرأة كانت صورته مثل حجمه

المبحث الثالث في تعيين بورة المرايا الغير المستوية

اذا اريد تعيين بورة مرء آة مقعرة فليس تقبل ب تلك المرأة جسم نير كالشمس ويجعل خلفه فرخ ورق اولوح من زجاج غير صقيل ويتباعد بذلك عن المرأة حتى تظهر نقطة اقوى الضوء فتكون تلك النقطة هى البورة فاذا تباعد

بالورق او الزجاج عن تلك النقطة بمثل ما بينها وبين المرأة حصل شعاع الانحناء واما المرأة المحدبة فتعيين بورتها يكون بالصاق ورق اسود على وجهها بعد ان يشق فيه ثقبان مستديران بعدهما عن مركز المرأة واحد ثم يستقبل بها الشمس ويوضع خلفها ورق اوزجاج ويتباعده حتى يتساقط ضوء الاشعة النافذة من الثقبتين فنقطة التلاقى هي البؤرة

الكلام على القسم الثاني وهو الديوبترك اى انكسار الضوء

متى مر الضوء من جسم شفاف ذى كثافة معينة الى جسم شفاف يخالفه في الكثافة زاغ عن سيره الذى كان على خط مستقيم وهذا الزوغان هو المسمى بالانكسار والجو كالاجسام الشفافة موجب لانكسار الضوء ففى مر الضوء فيه تغير اتجاهه كما لو مر من الهواء الى الماء او من الماء الى الزجاج ونحو ذلك ثم ان كان مرور الضوء من وسط قليل الكثافة الى وسط اكثف منه كان سيره قريبا من ان يكون على خط عمودى نازل عن نقطة سقوط الاشعة بخلاف ما اذا مر من كثير الكثافة الى قليلها فانه يبعد عن الخط العمودى والشكل (١٩٥) يوضح ذلك فان الشعاع فيه لـ اذا وصل الى الجسم الشفاف وى المتوازى الاسطحه الذى هو اكثف من الهواء انكسر ذلك الشعاع فى نقطة الملامسة ا وسارنا فذا فى الجسم متجها الى نقطة د وبخروجه منه ودخوله فى الهواء يتجه من د الى س ففى هذا السير الاخير يبعد عن الخط العمودى ص ف ويتبع خطا موازيا لخط ا ك وفى السير الاول من ا الى د يقرب من الخط العمودى فهذا الانكسار وصل شعاع لـ الى س ولولا لوصول الى ط وزاوية السقوط حينئذ هي الزاوية المتكونة من الشعاع الساقط لـ ومن الخط العمودى ص وزاوية الانكسار هي المتكونة من الشعاع المنكسر ا د ومن تطويل الخط العمودى ا ف والسطحان المحدودان بالزاويتين يسمى اولهما بسطح السقوط والثانى بسطح الانكسار وكل منهما يكون عاموديا بالنسبة للسطح المشترك اى الفاصل بين الوسطين ونسبة جيب زاوية الانكسار لجيب

زاوية السقوط دائماً تكون واحدة في وسط لم تتغير كثافته فاذا نفذ الضوء من
الهواء للماء كانت نسبة جيب الانكسار لجيب السقوط كنسبة الثلاثة
للاربعة واذا نفذ من الهواء الى الزجاج كانت النسبة بينهما كنسبة اثنين الى
ثلاثة وان كان من الزجاج الى الماء كانت كنسبة ثمانية الى تسعة وجيب
القوس من دائرة هو الخط العمودي النازل من احد طرفي القوس على الخط
الشعاعي الاق من مركز الدائرة لطرفه الاخر كما هو مرسوم في الشكل
(١٩٦) فخط ن ت فيه هو جيب ن ط والخط الشعاعي هو ص ط
والخط العمودي المذكور لا تنكسر منه الاشعة لانه لا تتكون منه زاوية
سقوط ولا زاوية انكسار وقد دلت التجربة ايضا على انه لا يكسرهما ومن
فوائد انكسار الاشعة الضوئية يعلم سبب كون جسم م د في الشكل
(١٨٨) المغمور في الماء يرى من نقطة ع وسبب ذلك هو ان الاشعة
تنكسر بخر وجهها من الماء وتأخذ اتجاها غير الاتجاه العموي الذي سارت به
في الماء ولولا ذلك لما امكنت رؤية جسم م د الا من نقطة ه ن
وفي هذا القسم احد عشر مجسماً

المبحث الاول في المنشور

المنشور في علم الضوء جسم شفاف ذو سطحين صفيين مستويين مستند
احدهما على الاخر بحيث تتكون منهما زاوية وملتحق السطحين سواء كانا
متلامسين او مفروض تلامسهما بتطويلهما تطويلاً كافياً للتلامس هو قبة
المنشور وقاعدته هو الوجه المقابل للقمة سواء كان موجوداً كما لو كان اسفل
السطحين الملتقيين جسم ثالث وان لم يكن شفافاً كالذي من الورق
والمقوى او لم يكن موجوداً والزاوية المتكونة من ملتحق سطحَي المنشور تسمى
الزاوية المكسرة والذي يختص به المنشور من بين الات انكسار الضوء
اسر ان الاول انه يزيغ المرء عن وضعه الحقيقي ويلون اطرافه بالوان قوس
قزح فاذا مسك المنشور بالاعتيادي وجعل افقياً بان تكون قته من اعلى وقرب

منه البصر ظهرت منه المرتبات زائغة من جهة قته زوجانا عموديا على
 اضلاعه وتلوث حوافها بالوان قوس قزح وتلك الالوان دائما تكون موازية
 للاضلاع. الثاني انه اذا ادخل ضوء في خزانة مظلمة وسقط على سطح منشور
 وكان المنشور افقيا وقته من اعلى ذهب الضوء جهة قاعدته وفي الشكل
 (١٩٧) ما بين ذلك فان الضوء فيه ش يمروره في منشور ب يذهب نحو
 ص بدل ان يتبع سيره الاول في الاتجاه ش ط وصورة الشمس بدل ان تكون
 بيضا مستديرة كما كانت في ط قبل حيولة المنشور تكون مستطيلة في
 ص عمودية على اضلاعه متلوثة بالوان قوس قزح وهذا هو المسمى بالطيف
 الشمسي فان كانت قبة المنشور من اسفل كان زوجان الاشعة من اعلى وان كان
 المنشور عموديا ومنحرفا كان الزوجان جانبيا ومنحرفا لكتبه بالنظر لاضلاع
 المنشور هو دائما عمودي وسير الاشعة في المنشور دائما على حسب ما ينشأه
 في الشكل (١٩٥) من ان الضوء اذا اتى من جسم قليل الكثافة كالهواء
 ودخل في اكنف منه كالزجاج كان سيره فيه على خط يقرب من العمودي
 فاذا خرج منه بعد عن الخط العمودي ونزل الى خط مواز لنقطة سقوط
 الاشعة والشكل (١٩٨) يوضح ذلك فان شعاع ش فيه الساقط على وجه
 ب ص للمنشور من حيث انه ات من الهواء الذي هو قليل الكثافة
 داخل في الزجاج الذي هو اكنف منه يقرب من الخط العمودي ع ت
 المطول عن نقطة الدخول ويخرج منه من الزجاج الى الهواء يبعد عن خط
 م المطول عن نقطة الخروج نازل عنها الى موازاة نقطة السقوط
 واصلا الى نقطة ط ثم ان الاشعة الساقطة على سطح المنشور لا يمكنها
 ان تخرج من سطحه الثاني الا اذا كانت فتحة زاوية السقوط المسماة
 بزاوية الحد كافية لذلك وهذا يختلف باختلاف الاجسام فلذلك سميت
 بزاوية الحد وهي في الزجاج اربعون درجة وثلاثون دقيقة وفي الماس ثلاث
 وعشرون درجة وثلاث وخمسون دقيقة وفي الباقوت الازرق اربع وثلاثون
 درجة وست وعشرون دقيقة والاحمر اربع وثلاثون درجة وثنتا عشرة دقيقة

والاصفر ثمان وثلاثون درجة واربع وعشرون دقيقة وفي الذهب ثلاث
واربعون درجة واحدى وعشرون دقيقة وفي الماء السائل ثمان واربعون
درجة وثمان وعشرون دقيقة وفي الجليد تسع واربعون درجة وست واربعون
دقيقة

المبحث الثمانى فى تعيين القوة المكسرة

تعيين قوة التكسير فى الجسم الشفاف ان كان صلبا ان يصنع منه منشورى
وينفذ فيه ضوء من جسم له زوايا ثم تقاس منه جيوب السقوط وجيوب
الانكسار وما به التفاوت هو مقدار القوة المكسرة وفى جميع الاجسام دائما
جيوب السقوط مساوية لجيوب الانكسار وان كان سائلا ان يملأ منه
منشور من زجاج ودخل الاحسام السائلة الغازات لكن يلزم فى الغازات
ان تكون زاوية المنشور منقرجة جدا ليكثر فيها الغاز وان لا يكون فى الغاز
بخار ماء اصل لا لاجل اتقان وزنه ولا بد فى التجريبات من حسابان درجة
الجو ودرجة حرارة الغاز وبالجمله فالقوة المكسرة فى الجواهر القابلة
للاحتراق اعظم منها فى غيرها من بقية الجواهر الشفافة

المبحث الثالث فى العدسات

هى قطع زجاجية لها بحسب اشكال اسطحها خاصه متفاوتة بالزيادة
والنقصان فى جمع الاشعة الضوئية النافذة فيها وتنقسم العدسات باعتبار
كون اسطحها محدبة او مستوية او كروية او مستديرة الى ست الاولى المحدبة
الوجهين المرسوم صورتها فى الشكل (١٩٩) وهى عدسة محدبة كروية
من الوجهين سواء كان نصف القطر فيها مستويا والا الثانية المسطحة من
وجه المحدبة من وجه المرسوم صورتها فى الشكل (٢٠٠) الثالثة الهلالية
اللامه وهى المنقورة المحدبة الرقيقة الحوافى المرسوم صورتها فى الشكل
(٢٠١) وسطعاها كرويان احدهما مقعر من والثانى محدب وشعاع
الوجه الاول ن ج اكبر من شعاع الوجه الثانى ت ح الرابعة

المقعرة الوجهين المرسوم صورتها في الشكل (٢٠٢) وشعاع وجهها المقعرين
 قد يكون مسجوما وقد لا يكون كذلك الخامسة السطحية المقعرة المرسوم
 صورتها في الشكل (٢٠٣) وهي التي احدى سطحها مقعر والثاني كروي
 السادسة الهلالية المقعرة المرسوم صورتها في الشكل (٢٠٤) ووجهها
 كرويان احدى مقعر والثاني محدب وشعاع احدى هاتين شعاع من شعاع الثاني
 ثم ان هذه العدسات الست تنقسم الى لامة ومفرقة فاللامة هي الغليظة
 الوسط الرقيقة الحوافي وهي الثلاث الاولى وسميت لامة لانها تجمع الاشعة على
 حسب غلظ وسطها قلته وكثرة الى النقطة المسماة بالبورة والمفرقة بعكسها وهي
 الثلاث الاخيرة فهي رقيقة الوسط غليظة الحوافي وسميت مفرقة لكونها
 تفرق الاشعة المارة فيها وتبعدها عن محورها على حسب رقة وسطها وغلظ
 حوافها قلته وكثرة ومحور العدسة هو الخط الضام لمركزاخذ الوجهين
 المحدب والمقعر والعدسة التي لم تكن الامقعرة فقط او محدبة فقط يكون محورها
 خطا عاموديا ما على السطح فعلى هذا تنقسم العدسات الى نوعين ما يعتبر
 بمنزلة منشورين متلاقين بقاعدتهما وما يعتبر بمنزلة منشورين متلاقين
 بقممتهما والمحور في النوعين يكون في ملتقاهما وعلى حسب ما ذكرناه في
 كيفية سير الضوء في المنشور في نقطة المغيب ونقطة البروز اعني تقطعي
 الدخول والخروج يشاهد انضمام الاشعة الضوئية في النوع الاول اعني
 العدسات المحدبة الوجهين فتجتمع في بورة ف اوفي بورة ق المرسومتين
 في الشكل (٢٠٥) على حسب الاتجاه الذي تسقط به على العدسة فنقطة
 ف تسمى البورة الاولى ونقطة ق تسمى البورة الثانية والمسافة
 البورية هي التي بين محور العدسة ومحل اجتماع الاشعة والمركز البصري هو
 النقطة المحورية للعدسة اعني اسمك نقطة فيها والا حسن ان يقال انه نقطة حفظ
 اتجاه الاشعة من مغيبيها الى بزوغها والبورة دائما تكون في اتجاه خط المركز
 البصري بمعنى انه اذا تتبع سير الاشعة وجد محل البورة في اتجاه ذلك الخط
 ومن حيث ان الاشعة الآتية من بعد عظيم كاشعة الشمس نعتبر دائما متوازية

رسمنا اشعة ط متوازية وكذا اشعة ل واما النوع الثاني فيشاهد فيه تفرق الاشعة على ما هو مرسوم في الشكل (٢٠٦) فان اشعة ل فيه تذهب متفرقة الى ل ل فاذا ضمت تلك الاشعة المتفرقة ل ل في نقطة د كان محل انضمامها البورة التقديرية لهذه العدسات وقد يحتاج لتغطية حواف العدسات بحلقة معتمة تسمى بالحجاب الحائض كما هو مشاهد في بعض الآلات الاوبتيكية اى البصرية لتشاهد المرئيات بها بوضوح مما تكون عليه بدونها اذ بذلك لا تبقى الا الاشعة الواقعة قرب المحور الممكن انكسارها وتمتنع رؤية الاشعة المتلونة لحواف العدسات والجزء الخالى من العدسة عن هذا الحجاب يسمى بفتحة العدسة

المبحث الرابع في طريق تعيين البورات في العدسات

اذا اريد معرفة البورة الحقيقية في العدسات اللامة فليستقبل باحد وجهيها الشمس ويستقبل بالوجه الاخر سطح من ورق او مقوى او غيرهما ويتباعد بذلك السطح عنها شيئا فشيئا حتى تظهر نقطة شدة الضوء فهي البورة الحقيقية واذا اريد معرفة البورة التقديرية في العدسات المفرقة فليصق على احد وجهيها ورقة رقيقة من قصدير فيها ثقبان صغيران بعدهما عن محور العدسة سواء ثم تستقبل الشمس بالوجه الاخر ويجعل الورق او المقوى تحت الوجه المغطى بورقة القصدير ويتباعد بها عنه شيئا فشيئا حتى ترى نقطة اجتماع الانحاء للوجه الساقط عليه الاشعة فتلك النقطة هي البورة التقديرية وتكون في نصف المسافة من مركز الانحاء ومن حيث ان العدسات المقعرة تفرق الاشعة وتقلل انضمامها كانت مصفرة للمرئيات فترى بها صغيرة عن ما هي عليه

المبحث الخامس في معرفة كيفية الاحتراق من العدسات اللامة

من المعلوم ان العدسات اللامة تقبل الاشعة الشمسية عامودية على محورها وتضعها او الحرارة في الشمس تابعة للضوء فتكون في بورة تلك العدسات قوة

على احراق الخشب والبارود وغيرهما من الاجسام القابلة للاحتراق بل
اذا كانت تلك القوة شديدة اذابت الرصاص والقصدير ونحوهما وهذه
العدسات تسجني بالزجاجات المحرقة او المشعلة واذا كان قطرها واسعا
جدا كان  يكون ثلاثة اقدام لم تصل الاشعة الساقطة على الحواف
الى البؤرة قط .

المبحث السادس في العدسة الدرجية

هي عدسة احد سطحها مسطح والاخر محدب يركب حولها ثلاث دوائر من
زجاج كذلك كل منها يحيط بما فوقه وبينه وبين الاخر فراغ وتجعل مع الدوائر
على وجهه تكون على حد المنشور وشرطه بحيث يتمكن الضوء فيها من النفوذ
في الوجوه المحدبة دون الوجوه المسطحة على ما هو مرسوم في الشكل (٢٠٧)
فالمسطح المحدب من العدسة وجزءه من الدوائر مساو لجزءه ل فترى
في احد الجانبين من ل كما ترى في الجانب الاخر من ل ومعنى كونها
مركبة على حد المنشور انها مصنوعة على كيفية بها يتمكن الضوء من نفوذه
في الوجوه المحدبة ب ت ت بدون ان يقع على الوجوه المسطحة ط ط ط
التي ازيلت صقاتها بل كله يتوجه الى البؤرة العدسية د وبهذا التركيب يجتمع
في البؤرة منها ضوء شديد وحرارة عظيمة فالتى يكون قطرها من عشرين
قيراطا الى اربعة وعشرين ومسافتها البؤرية من اثني عشر قيراطا الى خمسة
عشر يرسم في البؤرة منها صورة شمس لامعة وحرارة محرقة تحرق الخارصيني
والقصدير والنحاس بسرعة وتذيب اوراق الذهب بل البلاتين والعدسات
الدرجية مستعملة في الاوربا في عصرنا هذا لتنظيم ضوء سراج الابراج التي
تهتدي اليها السفن في البحر ليلا فانه اذا وضع امام هذه العدسة سراج باربعة
مصاييح اجتمعت شعلتها في البؤرة وشوهد ضوءها في البحر مضافا عشرة
فراسخ او اثني عشر

المبحث السابع في صور الضوء التي ترسمها العدسات

في الشكل (٢٠٨) ما يدل على ذلك فان شعاع جسم ك فيه المتجه نحو العدسة المحدبة الوجهين م ن ينكسر فيها ثم ينضم في بورة ف ويسير على خط مستقيم حتى يصل الى ص ط فيرتسم منه هناك مخروطي مقلوب قاعدته جهة ص ط ورأسه نحو البورة عكس ما كان في ك فان قاعدة المخروطي فيها جهة س ش ورأسه في العدسة وشعاع ش يذهب الى ن وينكسر فيها ويتجه الى اسفل حتى يصل الى ص وشعاع س يذهب الى م وينكسر فيها ويتجه الى اعلى حتى يصل الى ط وما بين ش س من مركز ك وما قاربه ينغدي في محور العدسة ويذهب الى ي فعلم من ذلك ان الشعاع يأتي للعدسة بثلاث مخروطيات وينتهي بعد انكساره فيها بثلاث مخروطيات بعكس الاولى في الوضع واذا وضع الجسم في البورة الحقيقية لم يشاهد ويقال انه حينئذ في مسافة لانهاية لها واذا وضع فيما بين العدسة وبورتها شوهد على وضعه غير منقلب واذا بعد عن البورة شوهد منقلب فان كان بعده عنها بضعف مسافة البورة شوهد بوضعه وحجمه الحقيقيين وهذا كله يشاهد اتم مشاهدة اذا نظرت في الكتابة والاجسام الدقيقة بالعدسات هذا في العدسات اللامة اعنى المحدبة واما العدسات المفرقة فتقرى بها صورة المرقى من جهته بدون انقلاب لكن باصغر مما هي عليه وابعده منه فتظهر كأنها بعيدة جدا ومن حيث اتها مفرقة للضوء ترى بها المربيات ناقصة الاستنارة ومن الوقوف على نوعي العدسات وكيفية رسمها للمربيات تعلم واسطة اصلاح النظر الطويل المسمى بالقرنساوية بربريت واصلاح النظر القصير المسمى بالميوب والاول هو الذي يبصر المربيات البعيدة عنه اكثر من القريبة منه وسبب ذلك ان البللورية التي هي عدسة العين او غيرها من بعض اجزاء المقلة لا يكون محدبا التحجب الكافي فلا تجتمع به الاشعة الضوئية المنعكسة من المربيات التي في حد البورة الابعدا عن الشبكية فيحتاج حينئذ الى تبعيد المرقى جدا عن حد البورة واصلاح هذا يكون بزيادة تحجب المقلة بواسطة استعمال عدسات من زجاج محدبة

بدرجة من درجات التحجب تناسب تلك المقلة واما الثاني وهو القصير النظر فهو الذي يبصر المرتبات القريبة له اكثر من البعيدة عنه وسبب ذلك زيادة تحجب البلورية او غيرها من بقية اجزاء المقلة عن القدر اللازم فتجتمع الاشعة قبل وصولها الى الشبكية فيحتاج الناظر حينئذ الى تقرب المرقى واصلاح هذا البصر يكون باستعمال عدستين مفرقتين من نمرة تناسب تحجب المقلة

المبحث الثامن في انحلال الضوء

ضوء الشمس الذي هو ابيض في حد ذاته مركب من اشعة مختلفة الالوان كما بيناه عليه في ذكر المنشور في الشكل (١٨٧) فاذا سقط ضوء على وجهه منشور في خزانة مظلمة انكسرت اشعته في قاعدة المنشور وانحلت الى اشعة متلونة بالوان زاهية اذا استقبلت تلك الاشعة بعد انكسارها فيه على سطح من ورق ارتسخت فيه تلك الالوان على هيئة مناطق متوازية مرتبة على هذا الترتيب فاول ما يرسم الاحمر فالبرتقائي فالاصفر فالخضر فالكملي فالنيلي فالبنفسجي فلو انقلب المنشور كانت الالوان على عكس الترتيب فيكون اولها اى علاها البنفسجي واسفلها الاحمر ويسمى ذلك بالطيف الشمسي وبالطيف المتلون وقد جرت ذلك في بيتين فقلت

الوان طيف الشمس سبع احمر * فبرتقائي اصفر فاخضر
كللى فونيلي بعده البنفسجي * وفي انقلاب الطيف عكس ذايجي
والالوان تسمى بالوان المنشور وبالوان قوس قزح وبالالوان البسيطة وهذه الالوان ليس اتصالها ببعضها على وجه المجاورة حتى يتميز كل منها عن الآخر بل حوافها محتلمطة ببعضها بحيث لو نظرت من قرب لشوهد فيها الاختلاف اليسير ومن حيث ان الشغاع الاحمر يكون اعلاقة المنشور فيكون اقل قبولا للاثانة من بقية الالوان وسبب ذلك ان زاوية بزوغه اكبر من زوايا بزوغ بقية الالوان سيما البنفسجي والدليل على ان الوان المنشور بسيطة عدم استخراج

الوان اخر منها كما هو شأن البسيط وبذلك تخالف الوان الاجسام التي تنشأ
 عنها الوان اخر تخالف لونها الاصلى بمجرد النظر فيها فلون قد أحسد الالوان
 الاصليّة كالبنفسجى في ثقب حجاب حاجر وحصر فيه ليه يكون منقردا ثم سلط
 على منشور او عدسة او غيرهما من الاجسام المكسرة لم يشاهد منه الا اللون
 البنفسجى ولو كان الحجاب شفافا فاجرا واصفرا واحضروا لا يكتسب من لونه
 شيئا فتكون جميع الاجسام بنفسجية بواسطة بنفسجية الطيف وجرأ
 بواسطة جبرته وهكذا والمسافات المشغولة بالوان الطيف مختلفة فاننا اذا فرضنا
 ان طول الطيف المعتاد ثلاثمائة وستون جزءا كان الاجر شاغلا منها الخمسة
 واربعين والبرتقائى لسبعة وعشرين والاصفر لثمانية واربعين والاخضر لستين
 والكملى كذلك والنيلى لاربعين والبنفسجى لثمانين وقد نظمت ذلك
 فقلت

بنفسجى الطيف فاه يشغل * والميم للنيلى وسين تجعل
 لاخضر كملى ومع للاصفر * والبرتقائى كزومه للاجر

وانما قلنا الطول المعتاد لان هذه المسافات تختلف باختلاف جوهر المنشور
 وباختلاف تركيب الزجاجات التي تنكسر بها الاشعة

المبحث التاسع فى عود تركيب الضوء

يعود تركيب الضوء الابيض اذا انحلت في منشور ثم تركيب بنفوذته في منشور آخر
 مماثل للاول في جوهره وزاويته ومعاكس له في الوضع والخزمة الضوئية
 المتلونة بين المنشورين المرسومين في الشكل (٢٠٩) توضع ذلك فانها تخرج
 ايضا من المنشور الثانى وتجه في ط اتجاها مساويا لاتجاهاها الاول ن
 وترسم في نقطة ص المستقبله هي فيها على سطح نحو الورق صورة شمس
 ايضا فلولم يكن المنشور الثانى موجودا لذهب الطيف الى م فان كان
 المنشور الثانى غير مماثل للاول بان كان ذا سطح عريض كالمراءاة المقعرة لانية
 في الشكل بعد لزوم وضعه بعيدا عن محل المائل الى حد يتلقى فيه الطيف كله

فعمل ان المدار في تركب الضوء وانحلالة انما هو على اختلاف قوة انكسار
 الاشعة كما يعلم مما يأتي في الشكل الاتي لاعلى مماثلة المنشورات واعتدال اتجاه
 الالوان كما في الشكل السابق فلون لتي الطيف في نقطة اجتماع الالوان على
 مرآة كبيرة مقعرة م ص كما في الشكل (٢١٠) لانعكست فيها جميع
 الالوان واجتمعت في بورة في نقطة و فاذا استقبلت صورة الشمس حينئذ
 من هنالك على حبل اوزجاج ازبلت صفاته كان بياضها مدهيا وعاد تركب
 الضوء واذا لم تستقبل الحزمة الضوئية المنعكسة في بورة و التي
 هي مجمع الاشعة الكامل بل استقبلت قريبا من المرآة او بعيدا عنها كان عود
 تركب الضوء غير كامل لانه ان كان استقبالها يقرب المرآة ظهرت الوان
 الطيف المنتهية فيما بين و ن منتظمة وان كان بعيدا عنها في نقطة ط
 مثلا ظهرت كذلك لكن بعكس الانتظام الاول فيكون الاحمر من الاسفل
 بسبب تصالب الاشعة في بورة و لو وضع في محل و مرآة معدنية مصقولة
 جيداً ث لرأينا الضوء الساقط عليها المنعكس من مرآة ص م
 تام البياض ورأينا زيادة على ذلك ان هذه المرآة المعدنية عكست طيفا
 جديدا في ل و ذلك يدل على ان الاشعة التي انضمت في البورة و حفظت
 شخصها فلم يقع فيه تغيير وان الضوء الابيض المعتاد مركب في الطيف من
 سبعة الوان اصلية فلو استقبل الطيف على عدسة بدل المرآة المقعرة م
 ص لرؤيت الصورة الشمسية البيضاء من خلف العدسة في محل البورة ويرى
 فيما هو ابعدها الوان الطيف لكنها منقلبة وصورة الشمس البيضاء التي ترى في
 محل البورة تكون حوافها متلونة والسبب في ذلك اختلاف قوة الانكسار
 في الاشعة فلم يمكنها ان تتضم انضماما تاما في البورة اى في بعد واحد عن العدسة
 بل تشتت في دائرتها وقد صنعوا لبيان كيفية عود تركب الضوء قرصا من
 مقوى او خشب مرسوم صورته في الشكل (٢١١) قطر ذلك القرص نحو
 قدم وهو مشقوب من وسطه ليسهل دورانه على قطب فدائره في هذا الشكل
 و و و و محل القطب د وهما متلونان بالاسود وخطوط ص تدل

على مخروطيات صغيرة مستطيلة من ورق بلون كل مخروطي منها بلون من
الوان الطيف وتلصق على محل تلك الخطوط على حسب ترتيب الوانه فتكرر
الالوان السبعة عدة مرات ولا بد ان يكون عددا الالوان السبعة كاملا في كل
مرة فاذا جهز القرص على هذه الصورة وادبر بسرعة اختلطت الالوان
وظهر سطح القرص كانه ابيض فان لم يختلط من الوان الطيف الابعضها
حصلت الوان لها بعض شبه بالالوان البسيطة فانه اذا اختلط الاصفر بالاحمر
تولد البرتقاني وابل الكحل تولد البنفسجي وان اختلط الاخضر بالاصفر تولد
الازرق وهكذا وبهذا الاختلاط تحصل جملة الوان مختلفة وبذلك يستخرج
الرسمون كثيرا من الالون الغريبة

المبحث العاشر في الاكروماتيزم

الاكروماتيزم كلمة يونانية مركبة من ا التي هي حرف نفي وكروما التي هي
الملون فمعناها لالون والمراد منها محو الوان الضوء التي تبصر في المرئيات
خلف المنشورات او العدسات فالمنشور الاكروماتي هو الذي يزيل الضوء ولا
تظهر خلفه الالوان وكذا العدسات الاكروماتية فهي التي تظهر في بورتها
المرئيات من غير اوان وقد مكث الناس مدة يزعمون انه لا يمكن ازالة تلك
الالوان من الضوء واول من وقع الزجاجات الاكروماتية على الميكروسكوب
اي النظارة المعظمة المعلم سلبغ من نخو قرن فلو اخذ منشوران متحدان
في الجوهرية والزاوية وضمت رأس احدهما للقاعدة الثاني ثم اسقط عليهما
شعاع ضوءي تكونت صورة الطيف بعيدة عنهما مختلطة الالوان لان الضوء
يتحمل بنجوجه من المنشور الاول ويعود تركيب بعضه بمروءه في المنشور
الثاني فلو كان المنشوران مختلفي الجوهرية او الزاوية المكسرة بمعنى ان
القوة المفرقة تكون في احدهما اقوى منها في الثاني لتفرقت الاشعة من
المنشور الاول واجتمعت في الثاني فيحصل هنالك منشور اكروماتي والمنشور
الاكروماتي ان يحاط بمربع من النحاس منشورات ذات زوايا مكسرة

مختلفة الجوهر ويبدأ ذلك على وجهه يمكن تقريب المنشورين او الثلاث
وتبعيدها عن بعضها بواسطة رزات في المربع وكيفية نصير العدسات
اكر وماتية ان تركيب زجاجة من بللورا الحجر وهو بللوري يوجد في الصخر مبلور
خلقة مقعرة احد الوجهين على زجاجة محدبة الوجهين من الزجاج الصناعي
ويلزم ان تكونا مطبقتين على بعضهما بغاية الاتقان بان يكون تحدب الثانية
على قدر تقعر الاولى لينطبق عليه باحكام ويلزم لذلك ان يكون تحدب الوجه
المقابل للمقعر من الاولى اكبر من تحدب وجه الثانية وبذلك يصير انكسار
ضوء الاشعة الملونة في وقت الاستعمال واصلا الى البورة المشتركة بين
الزجاجتين حتى لا تشاهد الاشعة المتلونة اصلا

المبحث الحادى عشر في كيفية الابصار

من المعلوم ان آلة الابصار غريب البنية الانسانية تركيبا وابدعها ترتيبا فلذا
نتكلم عليها هنا بالاختصار فقط قول عين الانسان كالكثير الحيوانات عضو
كروى مركب من جواهر مختلفة القوام كلها مكسرة لاضوء لاعلى
استواء اول طبقات عين الادعى غشاء ابيض نخين متين سلس يسمى بالصلبة
وبالقرنية العتمة يرتبط به عضلات لتعريك المقلة وتغيير شكل اوضاعها
ثم القرنية الشفافة وهى الدائرة المتلونة بما خلفها التى تقع عليها الاشعة
الضوئية وتنفذ فيها الى باطن العين ومن خلف القرنية الشفافة القرنية
وهى غشاء متصلون مرتبط بالقرن من حوافى القرنية الشفافة وفى وسطه
ثقب يسمى بالحدقة ومن خلف الحدقة البلورية وهى مادة محدبة الوجهين
كالعدسة بلورية المنظر محفوظة فى غشاء شفاف مخصوص بها
موضوعة فى مقدم الجسم الزجاجى ومن خلف البلورية الجسم الزجاجى
وهو مكون من جلة خلايا شفافة الجدران ممتلئة برطوبة تشبه
مذاب الزجاج فلذا يسمى بالزجاجى وامام القرنية وخلفها مسافتان صغيرتان
تسميان بمنزاتى المقلة احدهما مقدمة والاخرى خلفية ملووان بسميال
صاف سافى ما يسمى بالرطوبة المائية والسطح الباطن من الصلبة مغشى

وغشاء رقيق يسمى المشيمية مستور بمادة سوداء تكون للمقلة بمنزلة خزانة مظلمة ويلتصق بالمشيمية من الباطن الطبقة الشبكية وهي غشاء رقيق متكون من انقراش العصب البصرى الا ترى باطن المقلة من الجزء السفلى من المحور المقدم الخلفى للمقلة وجلة المقلة معتبرة كعدسة اكروماتية حتى لا تظهر المرئيات للباصر محاطة بالوان الطيف وتلك العدسة مكونة من الرطوبة المائية والمادة البلورية وباطن المقلة من خلف القرنية عبارة عن خزانة مظلمة تجتمع فيها صور المرئيات والشبكية لكونها غشاء عصبياتدرل الاشكال المحمولة للاشعة الضوئية المنعكسة من المرئيات بواسطة العصب البصرى الاتية هي منه وتوصل ما دركته للمخ واطن ان وظيفة الجسم الزجاجى من حيث انه منقسم الى جلة خلايا ان تكسرفيه الاشعة باواع كثيرة لتنتشر على الشبكية والزاوية البصرية هي محل اجتماع الشعاعين الاتيين من المرقى في الحدقة ومتى وقعت حزمة من الاشعة على المقلة نفذ ما كان منها فى المركزى القرنية الشفافة ثم فى الرطوبة المائية فتتقبض الحدقة وتتبسط على حسب قوة الحساسية لينفذها من الاشعة المقدار اللازم وصوله للبلورية وبعض ما ينفذ من القرنية يقع على الوجه الظاهر من القرنية فينشر به وبعضه وهو ما كان فى مركز الحزمة الضوئية ينفذ من الحدقة واطنه يكون اكروماتيا فى حال مروره فى الرطوبة المائية ثم البلورية وبمقتضى ما ذكرنا فى الشكل (٢٠٨) من ان صور المرئيات ترى فيما بعد البورات منقلبة انها هنا تقع على الشبكية منقلبة وقد تحقق ذلك بهذه التجربة وهي ان تأخذ مقلة ثورا وكبش طرية وترقق من الخلف حتى تصير شفافة ثم يسد بها ثقب خزانة مظلمة ويجعل خلف المقلة من خارج الخزانة مصباح فيرى من يكون فى داخل الخزانة صورة المصباح منقلبا فى قعر المقلة المرقى وبالجملة فاذا اعتبرت المقلة اعتبارا طبيعيا كانت بمنزلة عدسة تنكسر فيها الضوء واذا اعتبرت اعتبارا فيسولوجيا ونظر الى ادراك الانسان بها الصور المرئيات وقوة تمييز اجزاءها خصوصا البعيد منها مع صغر مقلته عسر الوقوف على حقيقة ذلك اذ كيف يعرف

السبب الذي به تبصر المرئيات من بعد ملايين من الفراعخ كاللكواكب البعيدة
عنا فاننا نراها الجذوة نارية ساطعة وكيف يدرك السبب لثبوت مرئيات كثيرة
تم بسرعة عظيمة امهم البصر مع انه يحتاج في اراكمها الى ان كل نقطة من كل
جسم من تلك المرئيات تبعث الى باطن العين اشعة كثيرة على هيئة مخروطيات
رؤسها الى المرئيات وقواعدها الى العين وكيف تعلم حكمة كوننا نرى اشعة
المرئيات كاللكواكب تأتي الينا على خط مستقيم مع انه لا بد من انكسارها
في طبقات الهواء ولا شك ان العلم لا يوجب يضيق عن الوقوف على حقيقة
ذلك ودرك كنهه وقد ذكرنا ان الاجسام الشفافة تكسر الاشعة والاجسام
المظلمة تعكسها وهذا قد علم مما سبق ان انكسار الاشعة من الاجسام الشفافة
وانعكاسها من المظلمة متفاوت بالقلة والكثرة فان الاجسام التامة الشفافية
كالزجاج الصافي لشدة صفائها اولكونها على بعض الاوضاع قد لا ترى حتى
نعكس الاشعة واذا لم يوجد الضوء لا ترى المرئيات قط فان وجد غير كاف لم يمكن
تميز الوانها ترى كلها سوداء فظهر من هذا ان الالوان غير موجودة في ذات
المرئيات بل اعارها لها الضوء ورؤيتنا الالوان في الاجسام انما هو بوجود
خاصة فيها تعكس الى ابصارنا الالوان من الضوء واختلاف الالوان في
الاجسام واختلاف افراد كل واحد منهم باقوة وضعف انما يكونان على حسب
استنارتهم من الضوء الذي يأتي اليها ثم ان بعض الناس وهو نادرا لا يرى بعض
الالوان فقد حكى من مدة قريبة ان رجلا خياطيا انجليزيا لم ير لون الحمرة مدة
حياته وكان الاجسام الحمراء لا وجود لها في بصره وهذا يعسر تفسير علته
كما يعسر تفسير علة كون الانسان اذا شاهد جسمانيا كالشمس او جرة حمراء
تدور بسرعة يبقى مشاهد ذلك مدة بعد زواله عن نظره ويبقى في الشبكية
احساس به ويستترط في رؤية المرئيات مضي زمن ولو قليلا جدا وهي امام
البصر والا فلا يمكن ادراكها فاننا لانرى جلة المدفع المقذوفة منه بالبارود
لان زمن مرورها امام البصر كالزمن

الباب السادس عشر في الآلات اللاذقية اي البصرية

هي كثيرة ولا نتكلم الاعلى المهم منها وهو الذي من معرفته يتعرف باقيها فنقول انها تنقسم قسمين آلات ديوبتركبة وكاتديوبتركبة والاولى هي التي تتركب من الزجاجات فقط والمرام منها انكسار الضوء والثانية هي التي تتركب من زجاجات ومرايا والمرام منها انكسار الضوء وانعكاسه معاشم ان ما يوضع منها جهة العين يسمى عينيا وما يوضع جهة المرقى سواء كان من الزجاجات او المرابا يسمى شخصيا

كلام نظري على المبكر وسكوب اي النظارة المعظمة

قد ذكرنا فيما سبق كيفية مرور الضوء في العدسات وكيف ترى العين من نقطة صغيرة مكبورة ف في الشكل (٢٠٨) جسما كبيرا يحسم من ش في الشكل المذكور ولندكر هنا علم ذلك فنقول لاشك في انه كلما كان المرقى بعيدا عن العين كانت الزاوية البصرية المتكونة في الحدقة من حزمي الشعاع الاتية من المرقى والمنعكسة من الشبكية أكثر حادة وذلك لان حزمة الشعاع الاتية من المرقى تكون قاعدتها منحورة ورأسها في الحدقة فاذا انعدت منها ووقعت على الشبكية انفرجت وتكون منها حزمة اخرى قاعدتها على الشبكية ورأسها في الحدقة وانفرجها على الشبكية يكون بقدر ميل سيرها السابق فلذا كان كلما قرب المرقى من العين عظم الانفرج على الشبكية حتى لا يكفي له سطحها فلا يمكنها ان تدرك المرقى وحينئذ فلا بد من تبعيد المرقى عن العين بمقدار مضبوط والحد المتوسط في ذلك للعين الجيدة التركيب ثمانية قرايط فكما قربت من المرقى عن ذلك وقع الاختلاط في رؤيتها نعم المرميات الصغيرة جدا وان كانت تقع صورها على الشبكية بزاوية حادة اذا قربت من العين لا تدرك لكن الشعاع الاتي منها يكون قليلا جدا فيحتاج ادراكها الى الزجاجات المعظمة والشكل (٢١٢) مرشوم فيه كيفية رؤية الاجسام الدقيقة كبيرة جدا بواسطة الزجاجات المعظمة فانه فيه محل بالورة

ج د ا من او كسلات الكاس لا تمكّن رؤيتها بالعين وحرف ف عدسة معظمة
 بينها وبين العين تبصر بها شعاع آ الآتى من مركز البلورة مارا من
 محور العدسة لا ينكسر فيها بل يذهب مستقيما الى ناحية ج ج وشعاعا
 د د الايمان بعيدا عن المركز يمر الماران خارج محور العدسة ينكسر ان عند
 دخولها في العدسة وخروجهما منها ويجتمعان في بورة ج ج فاذا
 كانت العين في تلك البورة شاهدت البلورة لكن في محل تطويل شعاعى ج
 د ج د الذى هو لى لان العين لا تنظر المرءى بواسطة جسم صقيل
 الا بتطويل الشعاع الواصل اليه بغير واسطه وحيث ذكرنا ان المرءى لا يشاهد
 مشاهدا جيدة الا في مسافة ثمانية قراريط التى هي الحد المميز للمبصر
 فتشاهد البلورة هنا بحجم عظيم في نقطة لى وهذا العظم يمكن قياسه
 فان الزاوية المتكونة من المثلث الصغير الذى رأسه بورة ج ج وقاعدته
 د د تكون على حسب المثلث الكبير المتكون من رأس الاول ج ج
 وقاعدته لى لى الناتجة من تطويل الخطين المكونين لتلك الرأس ونسبة
 الشعاع العامودى الآتى من وسط البلورة الى البورة مارا من محور العدسة
 للخط العامودى ح و كنسبة قاعدة المثلث الصغير لقاعدة المثلث
 العظيم لى لى فاذا كانت البلورة بعيدة عن العين الكائنة في البورة
 بمسافة قيراطين وكانت مسافة الخط العامودى الذاهب من هذه البورة
 الى و ثمانية قراريط كانت قاعدة مثلث البورة د د بقدر قاعدة المثلث
 الكبير لى لى اربع مرات وهو العظم الظاهر للبورة المبصرة بعدسة ف
 فتكون العدسة عظمت البلورة بقدر حجمها اربع مرات وكلما كان نصف قطر
 انحناء العدسة صغيرا اعنى كلما كان تحدب سطحى العدسة اعظم كانت الزاوية
 التى يبصر بها المرءى اكبر فبرى الجسم اكبر لكن هذا العظم ينتهى لحد فان
 اقوى العدسات في التعظيم لا يزيد تعظيمه للمرءى اكثر من قدر قطره مائة
 وخمسين مرة وخينئذ فيكون حجم البلورة المذكوة كراس دبوس كبير ومتى
 اريد قياس العظم فليكن بهذه الكيفية هـ وهى ان تؤخذ المسافة التى بين

البورة ووجه العدسة الذي من جهة المرئ وتقسم عليها الثمانية قراريط التي هي حد الابصار من البصر الصحيح التركيب وخارج القسمة هو مقدار العظم فاذا كانت المسافة بين البورة والعدسة خطأ كان العظم قدر القطر الحقيقي للمرئ ستا وتسعين مرة لان الثمانية قراريط ستة وتسعون خطأ فاذا قسمت على الواحد كان خارج القسمة السبعة والتسعين فاذا اريد تعظيم ابلغ من ذلك ركبت جملة عدسات خلف بعضها فتحصل زيادة ذلك التعظيم فان الاشعة المجمعة في بورة ج ج في الشكل (٢١٣) المستمرة في سيرها على خط مستقيم من الانفراج الى ن ن اذا استقبلت بعدسة ذ المسطحة المحدبة قربت من الخط العامودي في سيرها واجتمعت في ب ان لم يعرض لها ما يوقف سيرها الحديد فاذا كانت العين في ب نظرت البلورة كبيرة على حسب استطالة الخطين ب ش ب ص واذا استقبلت تلك الاشعة الداهية من العدسة المسطحة المحدبة بعدسة ثالثة محدبة الوجهين س انكسرت مرة ثانية واجتمعت في بورة العدسة الثالثة ع فاذا كانت العين هنا ل نظرت البلورة في استطالة شعاع البورة الحديد اعنى في استطالة الزاوية التي قاعدتها ث ث فتعظم البلورة جدا لكن ما ترى مقلوبة كما هو مرسوم في ح ح بسبب تصالب الاشعة في نقطة ج ج فاذا اريد مشاهدتها مستقيمة وضعت عدسة س بعيدة عن نقطة ب التي هي بورة العدسة المسطحة المحدبة ذ في محل تصالب الاشعة ووضعت عدسة ثانية محدبة الوجهين بعيدة قليلا عن نقطة ع التي هي بورة عدسة س وكما زيد في بعد وضع العدسات بورة في بورة زاد عظم المرئيات نعم كلما تبعد عن المرئ واتسعت بذلك قاعدة زاوية العظم نقصت استدارة المرئ لانه يفقد من تمييز المرئ ما اكتسب من العظم غير ان العدسات الاكروماتية تقلل ذلك الفقد على ما مر

الفصل الاول في الميكروسكوب البسيط

هو ذوالعدسة الواحدة اللازمة وبورته قصيرة جدا وهو منسوب للمعلم
راسبا بيل وبه تكون المرئيات كبيرة جدا ولذا تم به المعلم المذكور جميع اعماله
التشر بجمية والكيمياء وكان عمدته في كتابه النفيس الذي ألفه في الكيمياء
العضوية لانه كان يشاهده الاجزاء الدقيقة جدا وهو مركب كيمياء مرسوم
في الشكل (٤١٣) من انبوبة افقية من صفر د داخلها قضيب
في طرفه السائب دائرة توضع فيها العدسة ولذا يسمى بحاصل العدسة وذلك
القضيب يطول اوبقصر بواسطة برمة ط التي تدخل وتخرج في الانبوبة
على حسب الارادة وتلك الانبوبة موضوعة على قضيب عامودي يمكن
لا مسطرة فيه بل موضوعة بحيث يمكن ادارتها يمينا او شمالا وتقديرها نحو
العدسة د اوتأخيرها بحسب الحاجة ومن دائرة اخرى تحت دائرة
العدسة لها ذنب يدخل في ثقب في الاسطوانة العمودية ث ث يوضع
في تلك الدائرة حامله المرنى وهي قرص مستوي السطح من زجاج شفاف
صقيل جدا لا يرى جسمه لشدة شفافيته وقد يوضع بدله قرص احد وجهيه
مقعر وهو من زجاج ايضا يوضع فيه سائل من ماء او حمض او غاز اودم اولين
اذا اريد البحث في كل من الاجزاء المركب منها او عن تفاعل بعضها في بعض
وهذه الدائرة الاخرى ترفع وتنخفض بواسطة برمة الضغط والداخلية
في القضيب العامودي ومن دائرة ثالثة في محل ص فيها مرآة متحركة تميل
الى اعلا واسفل على حسب الحاجة منفعها انارة المرئيات الصغيرة الموضوعة
على الزجاج الشخصية التي هي حامله المرنى وجميع ذلك مركب على صندوق
صغير من خشب ل يوضع فيه تلك القطع التي يتركب منها الميكروسكوب
عند انتهاء العمل ويوجد في ذلك الصندوق زيادة عن القطع المذكورة مشروط
صغير رقيق وابرنان لتفصيل اجزاء المرئيات ونقر يربطها الى نقطة مركز العدسة
وجفت صغيرا تسلك به وبه قضبان اقراص اللون بالواد ثقوب من الوسط تسمى
بالجباب الجاذبة لقطرها كقطر حامله المرنى توضع عليها لتنقيص شدة الضوء
الذي ربما منع من ادراك المرنى حوالا لادراكه ولا بد وان يشتمل هذا الصندوق

على عدستين قطرا احدهما من سبعة خطوط الى ثمانية وقطر الثانية جزء من
ميللى ميتر وهو اقل من نصف خط والثانية يمكن ان تعظم المرقى مائة وخمسين
مرة وبين هاتين العدستين عدسات كثيرة تعظم المرقى عظمتها متوسطا ويوجد
في الصندوق من هذه العدسات ثلاثة اواربعة هذا ويمكن ان يجهز عند فقد
الميكروسكوب ما يقوم مقامه وهو ان توضع قطرة ماء صاف جدا على قطعة
بيضاء من زجاج شفاف جدا ثم تقلب تلك القطعة فتجذب عليها قطرة الماء
بسبب ثقله عند قلب الزجاج فتصير كعدسة محدبة مسطحة ترى بها المراتبات
الدقيقة نعم يلزم ان لا يطول الزمن بين عملها واستعمالها لئلا تتصاد
بخاراوية غير شكلها وقد تصنع هذه العدسة الوقتية من الزجاج بان يؤخذ
سلك من البلاتين ويلف على هيئة قمع او تؤخذ صفيحة صغيرة من البلاتين
ايضا فيها ثقب صغير ويوضع في باطن الطرف الدقيق من القمع اوفى ثقب
الصفيحة جزءا ناعما من مسحوق الزجاج الابيض ثم توجه عليه شعلة مصباح
تنفخ بانبوبة طرفها الدقيق من جهة الشعلة فيذب ذلك الزجاج ثم يترك ليبرد
من نفسه فتكون منه كرة صغيرة من الزجاج الصافي تعظم المراتبات وينبغي
ان يعمل من هذه العدسات عدد كثير لان الغالب انه لا يصح في العشرة
منها الا واحدة او اثنتان ويلزم ان توضع العدسة من هذه العدسات في طرف
انبوبة سوداء من باطنها حتى لا تختلط اشعة المرقى بالاشعة الخارجة فيقع
الاختلاط في رؤية الاجسام المراد تعظيمها وينبغي التنبيه عند استعمال
القرص المقعر الحامل للمرقى اذا وضع فيه سائل لتغير محل الجسم بسبب حركة
السائل فيلزم ان يتمركز العدسة عند انتقال السائل عن حيزه الى جهته ومن
حوامل المرقى غير ما ذكرناه هو مخصوص بالجواهر المتأثرة بالنار حال البحث
عنها ومنها ما هو مخصوص بما يتحتم بالجواهر الكسافة وهذه الحوامل اقراص
من زجاج نظيف جدا في احد سطحيها حفرة مجوفة يوضع فيها السائل ثم يراقب
على هذا السطح قرص آخر مستو من زجاج نظيف ايضا ليخرج السائل
السائل بخارا ثم يدهن حوافه ما يجوهر لا ينحل في السائل المحصور في النقرة

كالصمغ وزلال البيض اذا كان السيلال يتيرا والالكولا والراتنج اذا كان السيلال ماء والغالب ان الاقراص السوداء التي هي كالجباب الحاجز توضع تحت حامل المرقى وقد تمسك باليد لتتحول بحسب الحاجة الى الجهة المراد تنقيص الضوء منها وقد مر ان الجباب الحاجز منقوب من الوسط بثقب واحد لئلا تنفذ الاشعة الغير المحتاج اليها ويلزم في هذا الثقب ان لا يكون قطره اكثر من اربعة اجزاء من ميللى ميتر وهي اقل من خطين والضيق منها جدا ينفع في مشاهدة المربيات الكثيرة الشفوفة لكونه يحتاج تمييزها الى ضوء قليل

الفصل الثاني في الميكروسكوب المركب

هو كال بسيط في ان غايته معرفة اشكال المربيات الصغيرة جدا وتمييز بنيتها وغير ذلك مما يفيد الوقوف عليها تفصيلا وهو انواع منها ما يسمى بالديوبتريكي ومنها ما يسمى بالكاتوبتريكي ومنها ما يسمى بالكاتاديوپتريكي على حسب كون تكبير المرقى صادرا من انكسار الضوء او من انعكاسه او منهما معا وانفع هذه الثلاثة واكثرها استعمالا هو الاول ولا يتكون واحد منها الا من العدسات الاكروماتية ونعدد الانواع اتما هو باعتبار الشكل والهيئة والافكل منها مركب اول من زجاجات او عدسات شخصية لامة وثانيا من زجاجات او عدسات عينية والتعظيم الاخير الحاصل منها يكون مجصول التعظيم الحاصل من ضرب تعظيم كل من هذه العدسات في الاخر فالعدسة الشخصية اذا كانت تعظم قطر الجسم خمس مرات والعينية عشرة مرات كان التعظيم الاخير خمسين قطرا الى الفين وخمسمائة سطح حاصلة من ضرب الجسمين قطرا في نفسها وقد يكون التعظيم الاخير الف قطرا الى مليون سطح اذا كان التعظيم من الشخصية مائة ومن العينية عشرة او من الشخصية خمسين ومن العينية عشرين او من الشخصية اربعين ومن العينية خمسة وعشرين والمرسوم في الشكل (٢١٤) صورة التركيب الاصلى

للميكروسكوب المركب ومنه يستفاد تركيب بقية الانواع فتركيبه يكون
 من اسطوانة عامودية ص ص منتهية من الاسفل بمنجرو على تجميع فيه
 العدسات الاكروماتية ذوات البؤرة القصيرة وهى العدسات الشخصية ومن
 انبوبة نحاسية د يوضع في طرفها عدستان عينيةان وهذه الانبوبة قصيرة
 تدخل في انبوبة ثانية ط محكمة عليها حتى يتحاشا كما ثم تدخل هذه الثانية
 في اسطوانة ص ص محكمة عليها بحيث يتحاشا كما ايضا بهذا الوضع يمكن
 تطويل المسافة بين العينية والشخصية او تقصيرها على حسب الحاجة الى
 تمييز المرقى وينبغي ان يكون باطن الانابيب مدهونا بطبقة سوداء غير صقيلة
 او ملصقا عليه نحو قطعة سوداء حتى لا يكون هنالك ضوء يصل الى العدسة
 العينية فيشوش الابصار فلو وضع هذا الجهاز من طرف ي في محل عدسة
 د من الميكروسكوب البسيط المرسوم في الشكل (٢١٣) كان البسيط
 مركبا و وصول الاشعة يكون على حسب ما رسم في الشكل (٢١٢) وقد
 اخترع المعلم الطبيعى اميسى فى المدرسة العامة بمدينة مودين من ايطاليا من
 مدة سنين ميكروسكوبا مركبا يسمى بميكروسكوب اميسى وبالميكروسكوب
 الاقنى لان وضع الاسطوانة التى فيها العدسات فيه افقى والعدسة
 الشخصية مائلة الى الاسفل وهى على هيئة منشور مستقيم الزوايا من زجاج
 يعكس الاشعة الواصلة اليه الى جهة الزجاج العينية والجهة الشخصية لها
 ثلاث عدسات تثبت ببرمة واحدة بدو واحدة او ثنتان او ثلاث معا مرتبة
 على حسب الاعداد المرسومة عليها والجهة العينية لها ست عدسات
 تثبت كالعدسات الشخصية حسب الارادة وينبغي عند رؤية الجسم بهذا
 الميكروسكوب ان يبل الجسم بقطرة من الماء الصافى ويوضع بين صفحتين
 من زجاج توضعان على حامله المرقى الذى ترفع او تخفض ببرمتها على حسب
 الحاجة وله برمة مقعرة تتحرك موضوعة في محل ارتباط الحامل العمودى
 بالميكروسكوب منفعتها انارة المرنبات بسبب جمعها للضوء الجوى ووضوه نحو
 المصباح او عكسها له اذا اريد معرفة الاجسام المعتمة وذلك بان توضع على

قرص صغير من زجاج اسود ملصق على صفيحة من زجاج شفاف يوضع على حامله المرقى فيستدير الزجاج من اعلا بواسطة عدسة مجمولة على قضيب له ورزة في وسطه بها يمكن من تقريبه وتبعيده عن حامل المرقى بحسب الحاجة والقضيب المذكور يمر بتطبالا سطوانة الاقضية من جزئها المقابل لجهتها العينية وميكروسكوب اميس المذكور يعظم قطر الاجسام القمرية فيكون معظمها لسطحها مليون امرات حاصل من ذلك ضرب عدد الاقطار في نفسه وقد صنع اميس المذكور الميكروسكوب الكاديوتريكي وتعظيمه للاجسام بعيد جدا وهو لا يختلف عن السابق الا قليلا والمنشور فيه يبعث الاشعة الضوئية الى الطرف الشخصي من الاسطوانة وفي هذا الطرف مرآة مقعرة تعكس الاشعة الضوئية للجهة العينية وهذا الميكروسكوب وان كان يعظم الاجسام كالسابق الا انها تكون مشوشة ولواتقنت عدساته ومرة انه المعدنية غاية الاتقان

الفصل الثالث في الميكروسكوب الشمسي

انما سمي بذلك لان استنارة الجسم المراد رؤيته فيه انما تكون بضوء الشمس الذاتي لا الذي في الظل وقد اخترعه من نحو مائة سنة المعلم ليمبركه في مدينة بوراين قاعدة مملكة بروسيا المسماة بالطرانديبول ومن ذلك الوقت الى الآن حصلت فيه تنوعات المستعمل منها الآن المرسوم مسوره في الشكل (٢١٥) ويخفف استعماله عن غيره لعظم انارته للاجسام وكشفها به وكيفية استعماله ان تستقبل اشعة الشمس على مرآة الزجاجية التي يمكن ان تتحول بواسطة برمة كالمحرك للترس المسنن ع الى اى زاوية من زوايا الآلة لاجل انارة باطنها وبرمة ل التي امام برمة ك تنفع لتحويل المرآة عينا وشمالا واما للجهة المرادة فتعكس اشعة الشمس على المرآة وتدخل في الآلة وتصل الى العدسة النيرة من التي فطرها من خمسة عشر خطا الى ثمانية عشر فتنفذ فيها وتجاوزها سائرة في اسطوانة ي

بانتهاء و و حتى تصل الى ط ومسافة ف ف تسمى محمل
 الرصد لانه يوضع فيها الجسم المراد الرصاده وهذه المسافة يمكن توسيعها
 وتضييقها على حسب الحاجة بسبب انها مكونة من قطع نحاسية وفيها قوة
 اليستيكية بها تثبت وتنفرد فاذا وضع المرئي في هذه المسافة واستنار جيداً من
 اشعة الشمس وضعت عدسة ن وقربت منه او بعدت بواسطة برمة
 مقسطة على الاسنان س حتى تحصل نقطة التمييز وهذا لاجل عدسات
 خلاف هذه العدسة مختلفة البورات تركب على الجهة العينية واحدة بعد
 واحدة او ثنتان او ثلاثاً معاً على حسب الحاجة وقد تستقبل صور المرئيات
 بدل استقبالها بالعين على ورق او قماش ايضاً من دمج من مسافة ه ه التي
 هي من عشرة اقدام الى عشرين ومثل هذه الآلات لكثرة قطعها وعسر
 تركيبها لا تعرف حقيقة الا بالمشاهدة وتعريفها بالكلام والرسم انما هو
 تقريب فاذا اريد الوقوف على الاجزاء الدقيقة التي تكون في السوائل ككرات
 الدم والاجزاء البللورية لبعض المحلولات فلتوضع قطرة من السائل على
 صفيحة مشوية الوجهين من زجاج وتوضع تلك الصفيحة في مسافة الرصد
 ويجعل السائل من جهة الضوء وقد يوضع المرئي وحده بين لوحين صغيرين
 من زجاج ويدخلان بقوة في غمد من نحاس خالي الوسط وهذا الغمد جزء لازم
 من اجزاء الميكروسكوب يقع في كثير من استعمالات الميكروسكوب الشمسي
 وحوامل المرئي فيه تصنع من عاج مثقوبة ثقوباً مستديرة عليها حلقات
 من نحاس لتحتفظ القرصين الزجاجيين اللذين يوضع الجسم بينهما فاذا اريد
 مشاهدة دورة الدم في ذنب الحيوان المائي الذي هو اصل الضفدع
 او في عضو من الاعضاء الظاهرة او الباطنة من الاسماك او الهوام فليحبس
 الجزء المراد مشاهدته في علبة صغيرة من الزجاج وتلاء ماء او سيالاً يراد
 ان يؤثر في بعض الجواهر اذا اريد امتحان تفاعل الجواهر في بعضها ثم توضع
 تلك العلبة في مسافة الرصد

الفصل الرابع في الميقاتسكوب اى نظارة الاجسام المراد رسمها

اخترعها من نحو سبعين سنة المعلم شارل وهى نظارة مهيئة لتحصيل صور
الاجسام القليلة الالامداد اذا اريد رسم صورتها وهى كما فى الشكل (٢١٦)
مركبة من عرسة لامة ن ب توضع محكمة فى ثقب كوة خزانة مظلمة ويوضع
الجسم المراد رسم صورته ط خارج الكوة بعيدا عن بورة العدسة فى اتجاه
محورها بحيث يصير نيرا بضوء الشمس الساطع فيه او المنعكس اليه من
مرآة اعتبارية فتصير صورة الجسم كبيرة جدا الكنهان منقلبة فى الخزانة
من فاذا اريد رؤيتها مستقيمة ينكس ذلك الجسم وكلما كان المرئى اقرب
لبورة العدسة الحقيقية كانت الصورة اعظم وقد تستقبل الصورة بدل
ابصارها بالعين على نحو الورق فى نقطة ه ه على ما مر فى الشكل
(٢١٥)

الفصل الخامس فى المصباح المسحور

المخترع له الراهب كيرشيو هو كما فى الشكل (٢١٧) صندوق من خشب او تنك
فى صدره مرآة مقعرة من تنك صقيل لامع امامها مصباح موقود ص
وبعد المصباح عدستان احد وجهيهما محدب س ش وبعدهما محل المرئى
ب وبعد عدسة ثالثة ت فى آخر الصندوق قصيرة البورة وامام
الصندوق من الخارج بعيدا عنه لوح من خشب ط او حائط يلصق عليه
قماش ابيض او ورق فاذا اريد ارتسام صورة على هذا اللوح رسمت على صفحة
من زجاج بلون ظاهرو وضعت تلك الصفحة فى حامل المرئى فينفذ ضوء
المصباح من العدستين الاوليين لتلك الصفحة فينيرها وترسم صورتها فى
العدسة الثالثة ومنها ترسم فى اللوح فاذا كان هذا العمل فى خزانة مظلمة
فكل من دخلها رأى الصورة منقوشة على اللوح نيرة تعجب حيث الصندوق
مقفول والعدسة التى منها ينفذ ذلك غير ظاهرة

الفصل السادس في الفاتناز ما غور يا اي الطيف الخيالي

الفاتناز ما غور يا من فاتناز ما ومعناها الطيف وغور يا ومعناها موري
فالغنى موري الطيف فهو واشبه بخيال الظل وهي آلة من انواع المصباح
المسحور بها تعظم المرئيات وتستثير مثل المصباح المسحور غير ان الصفايح
الزجاجية التي ترسم فيها الصور هنا مرسومة على وجهه يتمكن من تقريبها
وتبعيدها عن العدسات او يجعل بدل اللوح والحائط قماش مشمع شفاف يمكن
تقريبه وتبعيده عن العدسات لئلا يتمكن من ارتسام الصور عليه كبيرة او صغيرة
وذلك بان يركب على عربانة صغيرة تقدم او تؤخر جهة العدسة فاذا رسم على
الزجاج صور غريبة بالسواد وقدمت واحدة واحدة او اثنتين او ثلاثا تظهر
للناس الجالسين امامها في الظلمة كأنها تلعب مع بعضها وتكبر وتصغر
وتثب عليهم وتتحارب مع بعضها وغير ذلك مما يريد الصانع ان يظهره للجالسين
وفي الحقيقة هي خيالات لا صور مجسمة وفائدة الاعتناء بها الوقوف على
حقها بقها حتى لا يفتري الناس بما يفعله اصحابها فانهم ربما ادعوا انهم ارباب
كرامات تجري على ايديهم خوارق العادات

الفصل السابع في الخزانة المظلمة

هي خزانة معدة لان ترسم فيها صورة تكون في قضاء ما وذلك بان يثقب
في بابها ثقب مستدير وتوضع فيه خمسة لآلئ اكر وماتية ويكون في باطن
الخزانة في محاذ العدسة لوح ابيض ترسم فيه الصور التي تكون موجودة
في القضاء امام الخزانة وترى تلك الصور في اللوح متميزة عن بعضها واضحة لكنها
منقلبة وصورة الخزانة المذكورة مرسومة في الشكل (٢١٨) فالعدسة
ن بارزة في باطن الخزانة لئلا من جدار ط ط لتكون جهة امتداد
البصر محدودة فاذا التجهت الاشعة الى و ثم نحو العدسة انحصرت
الصورة الموجودة في تلك المسافة ونفذت من العدسة وارتسمت على لوح
ص فاذا اريد رؤية الصور على اللوح معتدلة لئلا يتمكن من رسمها بحدودها مثل

وضع خارج الخزانة مرآة اعتيادية تعكس صور المرئيات على العدسة فتتسم
على اللوح مستقيمة بحدودها ويلزم لهذه المرآة أن تكون قابلة لأن تتحول
نحو الجهة التي يراد تجسيمها اليها والمرسوم في الشكل (٢١٩) صورة خزانة
مظلمة انتقالية وجددرانها ي ي ي ي المكونة لها يمكن فصاها عن
بعضها ووضعها في صندوق ومرآة م تعكس الأشعة ص ص الاتية
من المرئيات الخارجة على عدسة د فتسقط على لوح ن نافذة
من الانبوبة التي من خشب ط فاذا وقف انسان في فتحة ش التي
للخزانة تمكن من ان يرسم بيده الصور التي خيالها في جدار الخزانة ن ن
على ورقة تكون ملتصقة هنا لينبغي لاجل سهولة الرسم ان يسدل على فتحة
ش ستارة من نحو جوخ من ف الى ف لتكمل الظلمة فيرى الخيال
واضحا وكثيرا ما يستعملون في عصرنا هذا بدل المرآة والعدسة اللامة المنشور
المرسوم صورته في الشكل (٢٢٠) وهو محدب من سطح ب ب س مقعر
من سطح ب ب د والخطوط المرسومة في هذا الشكل تدل على سير الأشعة
قبل وصولها للمنشور وبعد انعكاسها في قاعدته ذ ب

الفصل الثامن في الخزانة النيرة

هي آلة لرسم صور المرئيات بحدودها واشكالها كما اذا اريد رسم صورة بناء
او قرية والمخترع لها المعلم ولوستون وهي منشور يقرب للمربع كما هو مرسوم
في الشكل (٢٢١) لثاويتان قائمة ب ومنفرجة د وقدر انقراجها
مائة وخمس وثلاثون درجة وسطح ب ب س يجعل سطحها للمرئي المراد
اخذ صورته ومحور ضوء ش واصل الى ط ساقط على المنشور ثم ينعكس
منه ويستمر على هذا الانعكاس الى ه ثم يتجه نحو ع فاذا وضعت العين
في نقطة ع بالوضع المناسب ابصرت الصورة في نقطة ن من مطول
الخط الذي من ع الى ه فاذا كان وضع المقلة بحيث يقع نصف الحدقة
منها على الأشعة المنعكسة من خط ه ع والنصف الثاني على خط ظ

ف نظرت جميع الصور المرسمة على الورق المبسوط في مسافة ن ف
فيتأني حينئذ للمبصر ان يرسم حدود الصور وكل ما فيها ويلزمه حينئذ ان
يجعل المنشور في د وان يحفظه بحاملة مثبتة على لوح ليسهل عليه هذا الرسم
واذا وضع امام سطح ب س عدسة لامة جمعت الاشعة جمعا جيدا وكانت
الصورة المرسومة واضحة متميزة اجزاؤها اتم التميز فان كانت استنارة الصورة
زاوية جدا جعل اسفل المنشور لوح من زجاج ملون وينبغي لاجل جمع الابصار
ان توضع العين على كوة مخصوصة بها وتوضع في نقطة ع

الفصل التاسع في نظارة ظليلى وتسمى نظارة الملعب

هي كما هو مرسوم في الشكل (٢٢٢) مركبة من عدسة شخصية لامة ب
 وعدسة عينية مفرقة ط موضوعتان في اسطوانتين تدخل احدهما في
ال اخرى لتطول المسافة بين العدستين او تقصر على قدر تميز المرئي وتوضيحه
وفائدة العدسة المفرقة رؤية المرئي على استقامته لاستكساو ذلك لان اشعة
المرئي ل بعد نفوذها من العدسة الشخصية ب تنفر اذا لم تنجد في سيرها
جسم اخر مكسرا حتى تصل الى م م وتكون الصورة حينئذ منكسرة
فاذا وجدت امامها العدسة المفرقة وقعت عليها قبل تصالها كونتها
بورة وانفج الشعاع فيذهب شعاع د الى ص وشعاع ن الى ي
ومن حيث ان العين دائما انما تبحث المرئي في نهاية طول الخطوط الشعاعية
ترى شعاع ص في نهاية تطويله الى ف وشعاع ي في نهاية تطويله الى
ن ولكون خط ص هو شعاع الجزء السفلي لنقطة ل وخط ي
هو شعاع الجزء العلوي ترى العين المرئي على اعتداله لا منكسا واعتداله انما
جاء من عدسة ط

الفصل العاشر في النظارة الفلكية

هي كما هو مرسوم في الشكل (٢٣٣) مركبة من عدستين لامتين شخصيتين

ب وعينية ط وتنظريهما الصورة مقلوبة كما يظهر من الخطوط المجمولة علامة على الاشعة في الشكل المذكور ولم يبال بذلك في هذه النظارة لكون الكواكب ليس لها صورة مشخصة حتى يظهر فيها الانقلاب وعدمه فاذا وقع شعاعا ب ن من الجسم المرءى ل على العدسة الشخصية انكسر فيها ونفذ منها وتصل بالباقي د ثم يذهب ان الى العدسة العينية ط منفرجين وينفذان منها ثم يجتمعان في ع فاذا كانت العين الباصرة في نقطة ع ابصرت الشعاعين المذكورين في منتهى تطويل الخططين الشعاعيين المتجمعين في ع المكونين من شعاع ن الذي يكون من الاعلا وشعاع ب الذي يكون من الاسفل ومنتهى تطولهما هو ت ف فيكون عظم المرءى على حسب خطى ع ت ع ف اعنى على حسب فتحة قاعدة الزاوية المتكونة من اجتماع الخططين المذكورين في النقطة البورية ع والمعنى ان العظم يكون بحسب انقراج الزاوية الذي هو ت ف مثل ما يكون في نظارة تمليلي وغيرهما من بقية النظارات

الفصل الثامن عشر في النظارة الارضية وتسمى نظارة القرب

هي كالفلكية وتزيد عنها بضم عدستين لامتين في الجهة العينية لترى صور المرئيات فيها مستقيمة لان الاجسام الارضية هي المحتاجة لذلك بخلاف الفلكية على ما مر فاذا اريد مشاهدة بعد المرئيات كالكواكب بالنظارة الارضية لزم تقصيرها وان ارى مشاهدة ما هو اقرب منها طوات ويسهل التطويل والتقصير فيها كما في الفلكية لكونها مركبة من ابوتين احدهما تنغمد الاخرى وطريق الابصار بها مذكور في الشكل (٢٢٤) وذلك لان شعاع المرءى يكون بعد وقوعه على العدسة الشخصية منكسرا في ع وبعد نفوذه من العدستين اللامتين ف ف يعتدل في ه كما يظهر من رسم سير الاشعة المعلم عليها بالخطوط في الشكل المذكور ونقطة ه التي يعتدل فيها المرءى هي الفتحة التي توضع عليها العين لي شاهد المرءى في منتهى طول خطى ه اللذين هما

هـ هـ لـ في الشكل المذكور كما سبق ذكره غير مرة

الفصل الثاني عشر في التيلوسكوب اعني نظارة البعد

الجزء الذي لا بد منه في هذه النظارة هي آة معدنية مقعرة تجعل من جهة
المرئيات لتنعكس فيها صورة المرءى منكسة عسني ما ذكرنا في الكاتوبتريل
وانواع التيلوسكوب ثلاثة الاول المنسوب الى المعلم جريجوري الذي اخترعه
من نحو قرنين وهو كما هو مرسوم في الشكل (٢٢٥) يكون من هي آة مقعرة
ن في وسطها ثقب مسدير د ومن هي آة صغيرة مقعرة ايضا ت
فاذا وقعت اشعة ل على المرءة الاولى ن تكون في م صورة المرءى
منكسة امام المرءة الثابتة ت بمسافة تزيد عن نصف قطرها وبوقوعها
عليها تعدل ثم ترسلها من فتحة د الى العدسة العينية فتكبرها للعين الباصرة
لها من الخارج ومنفعة اليرمة الطويلة س س تقرب المرءة الصغيرة
الى الكبيرة وتبعيدها عنها على حسب الحاجة للتقريب والتبعيد * والثاني
المنسوب الى كاسجرين وصورته مرسومة في الشكل (٢٢٦) وحسنه عن
الاول انما هو بسبب قصره وكثرة تميزه للصور ولا يخالف الاول الا في كون
المرءة الصغيرة في هذا مححدة وهي المرسوم عليها في هذا الشكل ث فتستقبل
الاشعة قبل انضمامها ثم تعكسها مفرقة لها فتكون الصورة منكسة ومحل
العين الباصرة هنا هو محلها في الشكل السابق * والثالث المنسوب الى فوكتون
وصورته مرسومة في الشكل (٢٢٧) ويفارق الاولين بكون المرءة
الصغيرة فيه مسطحة ومرسوم عليها في الشكل المذكور ث وهي مائلة
وانعراج زاوية الميل فيها خمس واربعون درجة بالنسبة لمحور المرءة المقعرة ن
وميلها انما هو لترسم الصورة من الجانب على العدسة العينية ع وهذا
التيلوسكوب يوضح الصورة ويميزها اكثر من الازل وكل المرءاتين والزجاجة
العينية موضوع في اسطوانة على ما هو مرسوم في الاشكال الثلاثة

الباب السابع عشر في تشرف الضوء وتداخل الاشعة في بعضها

الكلام

الكلام على تشرف الضوء

تشرف الضوء هو وقوعه على اطراف الاجسام بهيئة شرافات بسبب التنوع الذي يحصل فيه وذلك على ما هو مرسوم في الشكل (٢٢٨) ان تدخل حزمة من ضوء الشمس في خزانة مظلمة من فتحة صغيرة في حجاب خارج لك فيها عدسة قصيرة البؤرة ن فاذا وقعت الحزمة على العدسة نفذت منها وسارت مكونة لمخروطى منفرج جدا وفائدة الحجاب الخارج كون الاشعة النافذة من العدسة نقية من الاضواء الغريبة كما انه يلزم لكون تلك الاشعة بلون واحد ان تنفذ اولاً من زجاج ملون ف ف فاذا وضع بعيداً عن البؤرة ب بمسافة ما حجاب ح الذى حوافه رقيقة جداً د واستقبل ظل ذلك الحجاب على لوح و و شوهد في شمال الحجاب وشمال ظله في محل م ظل وضوء متتابعان على هيئة شرافات تكون الشرافة الاولى منها مضئمة زاهية وبجانبها شرافة معتمة فاتمة وهكذا على التتابع جهة الشمال فتجد ست شرافات اوسعها مكونة من الضوء والظل وكما بعدت الشرافات عن ظل الحجاب اخذت المضئمة منها في القتامة والمعتمة في الاضاءة ثم تتمحق كلها ولا يبقى الا الضوء المعتاد في نقطه ش هـ هذا هو تشرف الضوء فاذا وضع بدل الحجاب شعراً وسلك معدنى رقيق تكونت الشرافات المضئمة على لوح و و وعلى جوانب الخط المحورى ح وبأى لون كان الزجاج ف ف من الالوان الاضلية للطيف حصل التشرف غير انه اجرب بجميع الالوان على التعاقب على حسب ترتيبها في الطيف نقص عرض كل من الشرافات المضئمة والمعتمة واخذت في الاجتماع والذي ينشأ عن اللون الابيض شرافات متلونة بالوان الطيف على التعاقب بسبب ان الابيض مجمع الالوان

السبعة

الكلام على تداخل الاشعة في بعضها

اذ انقلب في خزانه مظلمة ثقبان مستديران بينهما بعد كاف لعدم اختلاط الضوء النافذ فيهما الا بعد مسافة ثم سلب على الثقبتين المذكورين ضوء من الشمس منعكس انعكاسا اقويا ونفذ في الخزانه بعيدا عن محل التقائهما بقليل واستقبل على مقوى ابيض ونحوه شوه دوائرتان ضوئيتان متداخلتان ببعض دائرتيها كما في الشكل (٢٢٩) كل واحدة منهما آتية من حرمة ويلتقيان في تقطعي د ن والجزء المرسوم عليه ث ن د اكثر ضوءا من الجزئين المتقابلين ح ف بل ومن بقية الدائرة وان كان ذلك الجزء فيه بعض ظلمة بالنسبة لكمية ضوء الحزمتين الواصل اليه واذا ساد احد الثقبين صار جزوت ث ن د اشد ضوءا من ذلك يصح ان تقول انه قد ازداد ضوء ذلك الجزء بازالة بعض الضوء الا اني اليه وحصل فيه ظلمة باضافة ضوء الى الضوء الا اني اليه وفي الحقيقة انما هو ناشئ من تداخل الاشعة حتى حصل مثل هذا التفاعل بين شعاعين آتين من ينبوع واحد تداخلوا وانعكست حرمة شعاعية صغيرة انعكاسا اقويا من مرآة وادخلت في خزانه مظلمة من ثقب ابرة في نحو ورقة ووضع بعيدا عن هذا الثقب سلك او شريط مظلم عرضه اقل من جزء من ميللي ميتر وضعاعا موديا ثم استقبل ذلك الشعاع على لوح تكونت شرافات ضوئية الوسطى منها تكون ايضا والثلاث التي في كل من جانبيها حرج منفصلة عن بعضها بالوان مختلفة فاذا قطع نصف الشعاع بواسطة تقديم حافية حجاب حاجر خلف الشريط يبقا بقية قليلة وجعلها متقدمة في ظل ذلك الشريط زالت جميع الشرافات الباطنية اى التي بين الشرافات الحرة وتلك الازالة انما هي حاصلة من التداخل

الباب الثامن عشر في ازواج انكسار الضوء

هو ان يحدث من حرمة ضوئية بعد انكسارها في وسط حزمثان والذي اظهره هو المعلم هو بجانس من نحو قرن ومن الاوساط التي يزوج فيها الانكسار الاسيات الابز لاندى وهو بلور مكون من كاربونات الكلس واختير لذلك عن

بقية الاجسام لكونه اول ماشوه فيه باحسن حال فاذا وضع مربع معين
من هذا البلور كالرسوم في الشكل (٢٣٠) بين العين والضوء ونظر منه
الى جسم رفيع كالابرّة شوهده منه صورتان تأخذان في الانفصال عن بعضهما
كلما بعد تاخر البلور فاذا ادير هذا المربع على حسب اسطحته تحركت
الصورتان بالتبعية لمحركته على انتظام بحيث لو داردورة كاملة تسقط
احدى الصورتين على الاخرى مريتين اى لتلاقيتا مريتين ولو وضع المربع على
صحيفة ورق فيها نقطة سوداء لشوهدت تلك النقطة نقطتين وكذا يشاهد كل
جزء من اجزاء الصحيفة جزئين وكذا الحال فيما الورسم عليها بدل النقطة حلقة
صغيرة فان كانت كبيرة تلاقى صورتاها راكبة احدهما على الاخرى
بحافيتها ومثل ذلك يحصل لكل شكل رسم على تلك الصحيفة واذا استقبل
شعاع ضوءى على مربع معين مزدوج الانكسار لا يحصل لذلك الشعاع
ازدواج في انكساره الا اذا استقبل على غير نقطة محور المربع واذا كان
البلور اكروماتيا كان الشعاع البازغ منه بسيطا ليس ملونا مثل الشعاع
الساقط ومحور المربع هو الخط المار من ب الى ن او من زاوية من زواياه
مقابلة لزاوية اخرى بالاتجاه المعين بحرفى ب ن ومتى انحرف الشعاع
الساقط على احد اسطحه المربع ولم يكن قريبا من المحور حصل فيه الانكسار
المزدوج وانقسم الى شعاعين احدهما يسمى الشعاع الاعتيادى وهو الذى
يتبع الخط الاعتيادى لانكسار اى الذى يسكسرفيه كما ينكسرفى كل وسط
وثانيهما يسمى الشعاع الغريب وهو الذى يتبع اتجاهها مخالفا للاول بمعنى ان
زاوية انكساره لا توافق زاوية سقوطه فلو كان السطح عاموديا ^{على} محور البلور
لم يشاهد ازدواج الانكسار اذا استقبل الشعاع على صحيفة من الورق ويسمى
السطح حينئذ بالقطع الرئيس وذلك فيما اذا ادير المعين على جميع اسطحته
حتى صار وضعه تماموديا على المحور لان وقت سقوط احد خطى الشعاعين
على الاخر هو وقت مرورهما من القطع الرئيس فلا يرى الشعاع الا واحدا وما
ذكرناه من ازدواج انكسار الشعاعين وانضمامهما جزمو امان محور البلور

بمنزله مركز قوة منفرة للإشعة الساقطة على العين او جاذبة لها غير ان هذه القوة تختلف باختلاف الجوواهر المكسرة ففي بعضها يكون الشعاع القريب بعيدا عنى منفرا عن محور الانكسار كما في الزمرد والتورمالين ونحوهما وفي بعضها يكون الشعاع قريبا عنى مقربا بهذا المحور كما في الاسباب الازلاندى ثم ان من هذه الجوواهر ماله محوران وهو الذى يقسم الشعاع الى شعاعين غريبين اعنى غير طبيعيين لنواميس الانكسار الاعتيادية فلا يكون فيها معتادا كالطلق الابيض والبورق الطبيعى والياقوت الاصفر الذى يجلب من البرزبل فى الاميريكا والاراغويت وهو حجر مبلور ابيض واسمر او اخضر والغالب مغشوش والايوليت وهو نوع من الياقوت الازرق وغير ذلك ومنها ماله محور واحد وهو الاسباب الازلاندى والتورمالين الذى يكون لونه فى الغالب اسود وفى بعض الاحيان سنجابيا والياقوت الاحمر والزمرد والمليت والزيركون وغير ذلك وفى هذا الباب ثلاثة سباحث

المبحث الاول فى الميكرومتر اى مقياس الصفر

هو آلة يعرف بها عظم المرئى ان كانت مسافته معروفة ومسافته ان كان عظمه معروفا وهو فى شكل (٢٣١) مكون من نظارة معتادة فيها منشوران معا ثلاث من البلور الازلاندى ل ل متصلة لان ببعضهما بطبقة لطيفة من المصطكي الدسعية على حسب خط ا ب فى الشكل المذكور وكيفية الرؤية بهذه النظارة ان العين اذا كانت فى آيين شاهدت شعاع المرئى فى ق مارا فى المنشورى ل غير منكسر لكونه سقط عموديا على سطح دخوله ففى وصل الى خط ا ب الذى هو محل اتصال المنشورين انقسم الى شعاعين احدهما اعتيادى ف ث وهذا يستمر سيره بدون زوغان والثانى عرب يسير منحرفا عن الخط العمودى الى ت د فاذا خرج عن محل ه انكسر ثانيا وبعد عن الخط العمودى ا س حتى يأتى ن ومثل ذلك يحصل فى بقية الاشعة المنبعثة من المرئى كشعاع ق ن فعلى هذا لو كانت

العين في ن. لشاهدت المرءى بصورتين احدهما بواسطة الشعاع الغرب
ق ن وثانيتهما بواسطة الشعاع الاعتيادي ف ث الذي ينقسم
الى شعاعين كما انقسم الاول ق ن والذي يقاس به حركات ميل المنشور
الذي بواسطته يختلف القرب والبعد مسطرة فيها درج توفق على النظارة لتعلم
بها المسافة ان كان العظم معروفا والعظم ان كانت المسافة معروفة
والميكرومتر المذكور يستعمله البحريون لمعرفة مقدار بعد السفن القادمة
ونفع استعماله في الحروب ايضا وقد استعمله المعلم اراغوني فرانسافى قياس
القطر الظاهر للكواكب السيارة وهذا الاستعمال اجود الاستعمالات

المبحث الثماني في استقطاب الضوء

هو ان لا ينكسر الضوء مرة ثانية بمروره في منشور يحدث عنه ازدواج
الانكسار فهو ضد الازدواج الانكسار المذكور في الباب السابق لا ترى به
صورة المرءى الامرة واحدة فلو انكسر الشعاع الضوءى او انعكس وكانت
زاوية سقوطه خمسا وثلاثين درجة وخمسا وعشرين دقيقة ثم مر في منشوره
يزدوج الانكسار ولو كانت زاوية سقوطه خمسا وثلاثين درجة وخمسا
وعشرين دقيقة لا يرى به الضوء ولا ينكسر ثانيا كما يحصل في الضوء الغير
المستقطب ببق علمنا ان نبين الحالة التى يحصل فيها ذلك فنقول الحالة التى
لا يزيدوج فيها الانكسار ولا ترى فيها صورة المرءى الواحدة ان يكون القطع
الرئيس للمنشور عموديا وموازيا لسطح الانعكاس وما عدى هذين الوضعين
للمنشور يحدث عنه ازدواج الانكسار والحالة التى لا ينعكس فيها الشعاع
بسقوطه بزاوية مثل الاولى ان يكون سطح السقوط على الصحيفة الثانية
عموديا لسطح السقوط على الصحيفة الاولى وما عدى ذلك ينعكس فيه وذلك
لانه اذا استقبل الشعاع المزدوج الانكسار من مربع معين نان كان القطع الرئيس
للاول موازيا للقطع الرئيس للثاني فلا ينقسم الشعاعان لان الشعاع الاى من

الانكسار الاعتيادي للمعين الاول ينكسر الى شعاع اعتيادي في المعين الثاني
 والشعاع الغريب فيه ينكسر الى غريب في المعين الثاني فان لم يكن عموديا بل
 تلاقى القطعان الرئيسان للمنشورين على زاوية قائمة انعكس الشعاع
 الاعتيادي للمنشور الاول الى شعاعين غريبين في المنشور الثاني والشعاع
 الغريب في الاول يصير اعتيادي في الثاني فلا تنشأ عنه صورتان فلو ادبر احد
 المعينين ولو قليلا انقسم كل شعاع عند نوبته الى شعاعين فينشأ عنه صورتان
 جديدتان وكلما دبر المنشور ازدادت الصورتان في الوضوح ابتداء ثم تأخذان
 في الخفاء حتى تزولا اذا تلاقى القطعان الرئيسان على زاوية مستقيمة كما كان
 في الاصل فلو سقط شعاع سمي على مرآة من الزجاج على زاوية انفراسها
 خمس وثلاثون درجة وخمس وعشرون دقيقة اكتسب عقب انعكاسه خاصية
 شعاع غريب فاذا استقبل حينئذ على مربع معين من البلور ازال انكسار
 وضعان لا يحصل له فيهما انقسام بمروره في هذا المربع والوضعان المذكوران
 هما كون القطع الرئيس عموديا او موازيا لسطح الانعكاس ففي الاول يكون
 في حالة الشعاع الغريب وفي الثاني يكون في حالة الشعاع الاعتيادي فلو
 استقبل الشعاع الشمسي بعد انعكاسه من المرآة المذكورة على مرآة ثانية
 بزاوية سقوط كالاولى كان الضوء في غاية شدته فلو لم يكن بالزاوية المذكورة بل
 كان سطح الانعكاس للمرآة الثانية عموديا على سطح انعكاس المرآة الاولى
 كان الضوء غير منعكس كما ذكرنا فاعلم مما سبق ان الضوء بالانعكاس او الانعكاس
 تكون له ظواهر مخصوصة بحسب الاوضاع التي تكون عليها الاسطعة
 المعكسة له ومن تلك الظواهر الاستقطاب الذي حدث ظهوره في عام سبعة
 وعشرين بعد المائتين والالف واول من استنبطه المعلم مالوس لكونه المشتغل
 بالمباحث الغربية التي اوجزنا الكلام فيها هنا ولوضوح ما ظهر له من استقطاب
 الضوء قال ان الاجزاء الضوئية لا بد لها من قطبين كما في الاجزاء الكهربائية
 وانها في الحالة الاعتيادية تكون مختلطة لا تميل لوضع دون وضع ولا لاحد
 القطبين دون الاخر وانما بمرورها في البلور تميل الى الاستقطاب وتدور

بهذا الميل الى الاتجاه معين بحيث يصير بعض الاجزاء تتجه الى القطع الرئيس وبعضها مواز ليله وقد شبه المعلم المذكور هذه الحالة بالنتيجة اصادرة من تأثير مغناطيس قوى في ابر كثرية دقيقة مغطسة ومن ذلك استنبط اسم الاستقطاب

المبحث الثالث في الاستقطاب

هو تحرك الشعاع لى استقطب اى يتخذ له قطبا اذ من المشاهد انه متى وقع الشعاع على جسم يزدوج منه الانكسار لا ينقسم الى شعاعين الا بعد نفوذه في جزء من سمكة فتتحرك اجزاء الشعاع حركة تذبذبية من جميع جهات الاسطح التي تقتظم فيها وهذه الحالة هي التي سماها المعلم سيوت بالاستقطاب المتحرك تميزاله عن الاستقطاب الانتهاء المسمى عنده ايضا بالاستقطاب الساكن وذكر التجريديان التي اوجبت هذا المعلم لذكره الاستقطاب يوقعنا في اسباب لا يليق بحال هذا المؤلف

المبحث الرابع في الضوء المنبعث من الاجسام المحمأة

اذا حى الجسم الصلب حتى قارب الاحرار خرج منه ضوء لا من سطحه فقط بل من سمكة ايضا فيكون جزء من هذا الضوء وهو المار في سمكة مستقطبا وهذا ما يحصل في الضوء المار في الغارات اى السوائل المرنة وضوء الشمس لا يكون مستقطبا لانه ليس مارا في جرمها بل هو آت من جو حار منتشر حولها بديل انه شوهد بالنظارة المظلمة ان جرم الشمس اسود من المحال التي فيها هذا الجو خفيف جدا ومن ذلك قالوا ان الضوء الذي يستخرج من نورنا آت من هذا الجو لا من جرم الشمس وهذا ايضا احد الاسباب التي اوجبت القول بان الضوء والحرارة كيفيتان لاساتل واحد هو الكهربية

الباب التاسع عشر في عنصر الحرارة

عنصر الحرارة هو السبب الموجب لاحساس اعضائنا بالحرارة واذا سري

في الاجسام سوا كانت آلية او غير آلية بدرجة ما لخلل اجزاءها وغير حالتها
 فاما ان يذبحها او يصيرها بخارا او يفصل عناصرها المكونة هي منها عن بعضها
 وقد استمر وازمناطوبلا يقولون ان عنصر الحرارة بمنزلة سائل يتميز عن الضوء
 واكثر المعلمين الطبيعيين في هذا العصر يعتبره مع الضوء كجسم واحد وسماه
 بالايثير وهو غير قابل للوزن واذا لمعن النظر في آخر النصل السابق ولوحظ
 كون الضوء لا يصل اليها من الشمس الا مصحوبا بحرارة وكون شدته تنقص
 بنقصان الحرارة في الفصول بل وفي اجزاء النهار وكون الضوء لا يظهر
 في الاجسام الغير المضيئة الا بانتشار حرارة فيها عرف ان الحرارة والضوء سائل
 واحد يظهر لنا بكيفيتين يعبر عن احديهما بالحرارة والاخرى بالضوء بل نقول
 كما ذكرنا في مؤلفنا الذي في علم الكيمياء ان الكهرباء والضوء والحرارة سائل
 واحد فار الكهرباء لا تقوم الا بالضوء والحرارة الا ترى الكهرباء
 السحابية التي هي الصواعق فانها انما تظهر بضوء البرق المندبر ان الصاعقة
 بل لو لمعن النظر في وجه الشبهة بين الكهرباء والضوء والمغناطيسية وان
 للمغناطيسية قطبين $\llcorner$ الكهرباء وان يمكن تولد المغناطيس من تأثير
 الكهرباء لعلم انه يمكن جعل المغناطيسية من متعلقات الكهرباء فتكون
 الاربعة كيفيات يظهر بها شئ واحد غير قابل للوزن لا يمكن ادراكه الا
 بظهور نتائج ولا يمكن حصره في ظرف وحده ليفرد ويتأمل فيه وهذا الشئ
 هو الذي سميناه بالايثير فالاربعة ليست الا كيفيات يظهر بها الايثير الان
 اسكن من هذه الكيفيات خواص مميزة عن الاخر

دليل عدم قابلية الحرارة للوزن

قد ذكرنا ان عنصر الحرارة كالضوء والكهربائية لا يقبل الوزن وبرهان ذلك
 انك اذا وضعت جزءا من الماء ومن السولفوريل في دورق من
 زجاج بان تضع الماء اولاً ثم تصب الحمض في انبوبة من زجاج واصلة لقرار الماء
 ليسب الحمض الثقيل ولا يمتزج بالماء ثم ترفع الانبوبة باحتراص وترن الدورق

بما فيه ثم ترجمه ايجتز الحوض بالماء فتحدث حرارة قوية ثم ترته وهو في هذه الحالة ثم بعد تبريده يوزن ثالثا فلا يظنهم فرق بين الاوزان الثلاثة فيعلم ان الحرارة لا توزن وفي هذا الباب خمسة فصول الاول في تمدد الاجسام بالحرارة الثاني في ميزان الحرارة الثالث في الحرارة النوعية للاجسام الرابع في تغيير الحرارة لحالة الاجسام الخامس في تولد الحرارة والبرودة من ينوعهما

الفصل الاول في تمدد الاجسام بالحرارة

حتى سرت الحرارة في الاجسام مددتها بمعنى انه يريد حجمها مادامت فيها فاذا فارقتها رجعت الى حالتها فتضم اجزاؤها وتبرد فاذا قيل ان الجسم بردهم منه ان الحرارة تركته فالبرد على هذا ليس جسم قابل هو تاقص مقدار الحرارة عما كانت ودرجة الحرارة في الجسم عبارة عن المقدار الذي فيه من الحرارة وقد عملوا التعيين مقدار الحرارة في الاجسام مقياسا سموه التيرمو ميتر ومعناه ميزان الحرارة وهو موسس على تمدد الاجسام من الحرارة وانشكلم عليه هنا وعلى انواعه فنقول

المبحث الاول في التيرمو ميتر وانواعه

هو آلة اخترعت من مدة نحو قرن ونصف والمخترع لها اناس كثيرون منهم درييل وسنكتوريوس وغيرهما على ما يأتي وكيفية عمل هذه الآلة ان تؤخذ انبوبة زجاجية قناتها دقيقة شعرية على نسق واحد في جميع طولها ليشاهد تمدد السائل المنحط في قناتها مشاهدة جيدة ثم يربط على احد طرفيها حوصلة من الصمغ اللدن ويحمي الطرف الثاني على مصباح نقاش حتى يلين فيضغط باليد على الحوصلة التي من الصمغ اللدن في الطرف الاخر فيفتفخ الطرف اللين ويصير على هيئة كرة او انتفاخ مستطيل ثم يترك لتبرد تدريجيا والا كان سهل الانكسار وانما كان العمل كذلك دون النفخ بالغم لان بالنفخ تدخل الرطوبة في الانبوبة ثم ان كان الغرض تحصيل مقياس بالزئبق يغلي الزئبق او لا ليكون نقيما ثم تسخن الانبوبة بامر ارها على النار فيخرج منها الهواء والرطوبة

ويغمر طرفهما المفتوح سريعا في ذلك الزئبق بعد تسخينه ان كان يرد بعد الغلي فيشاهد صعود الزئبق في الانبوبة كلما بردت الكرة ثم يرفع طرف الانبوبة من الزئبق وتسخن ثانيا من كرتها حتى يغلي الزئبق ويتصاعد البخار نحو طرف الانبوبة ويجمد جزء منه هناك فيتحقق انه لم يبق في الانبوبة شئ من الرطوبة والهواء ثم تغمر الانبوبة ثانيا في الزئبق الممتلئ من طرفها المفتوح وهكذا اول مرات عديدة حتى يصير الزئبق فوق الانتفاخ فيراطين او ثلاثة ويتم ذلك في بعض دقائق ثم يبادر بسد طرف الانبوبة قبل ان يدخل فيها هواء فيمنع الزئبق عن تمدده فيما بعد وذلك بان يحمي ذلك الطرف على مصباح نقاس ويجذب بجفت ليستطيل ويدق ثم يسخن الانتفاخ حتى يمتد الزئبق ويأخذ في الخروج من ذلك الطرف الرقيق فيسد غاز الزئبق القناة ويمنع دخول الهواء فعند ذلك توجه الشعلة الى رأس الطرف الدقيق بواسطة البورلتنسد فتحة ذلك الطرف ثم تدرج الانبوبة اى ترسم عليها الدرج على ما يأتي وتدرجها يكون برسم نقطتين احدهما تجعل لدرجة حرارة الجليد الذائب والثانية لدرجة حرارة الماء المغلي وذلك بان تغمر الانبوبة في الجليد الذائب ويعلم محل وقوف الزئبق بحزه بقطعة ماس او صوان ويرسم هناك الصفر ثم يوضع في ماء نقي جدا مسخن الى درجة الغليان ويعلم محل وقوف الزئبق ايضا ويرسم هناك ١٠٠ ويلزم ان يكون الباروميتر في ذلك الوقت في ٧٦ ستمتير على ما يأتي في مجتث الغليان فان لم يكن ضغط الهواء في ٧٦ يعدل الفرق على ما مر في باب الباروميتر ثم تقسم المسافة التي بين الصفر والمائة جزءا متساوية ويرسم اسفل الصفر واعلا المائة درجات تماثلة لتلك الاجزاء الى نهايتي الانبوبة وذلك لاجل معرفة درجات الحرارة التي تكون فوق المائة وتحت الصفر وهذا هو مقياس الحرارة المائتي المسمى بمقياس سليسيو وهو اكثر المقاييس استعمالا اما مقياس ريمور ودولوفهم وكالاول غير ان درجاته ثمانون وعلامة ما فوق الصفر هي علامة الزيادة هكذا - وما تحت الصفر هي علامة النقص هكذا - فاذا كان التيرموميتر في خمس وعشرين درجة

فوق الصفر فليكتب هكذا ٢٥×٠ اوفى عشر تحت الصفر فليكتب هكذا
 ١٠ - ٠ . ولك ان ترسم العلامة قبل العدد فيكتب المئال الاول هكذا
 $٢٥ \times$ والمئال الثاني هكذا - ١٠ وارقام الدرجات اما ان ترسم
 على اللوح المثبتة عليه الإنبوبة اوعلى صفحة من نحاس بجانبها اوعلى ورقة
 تلف وتوضع في انبوبة اخرى بجانبها ويستدل على درجات الحرارة بارتفاع
 الزئبق وانخفاضه هذا واغلب اهل الانكليترا يستعملون مقياس فاهرنيت
 الذى يكون الجزء العلوى منه دالا على درجة الماء المغلى والصفر دالا على
 درجة برودة تساوى اربع عشرة درجة تحت الصفر من المقياس المائينى
 والبرودة المذكورة تحصل من خلط الثلج بلع الطعام وهذا المقياس تقسم
 درجاته الى مائتين وثنى عشرة درجة فالصفر من المقياس المائينى يقابل
 ثنتين وثلاثين من هذا المقياس * ومن انواع الترمومتر المنسوب للمعلم دليل
 وهو مقسم الى مائة وخمسين درجة وابتدأه المرسوم عليه الصفر من اعلا
 ونهايته المرسوم عليها المائة والخمسون من اسفل والمقابلة بين هذه المقاييس
 سهلة بطريق النسبة فان الدرجة الواحدة من المائينى تساوى اربعة اخماس
 درجة من مقياس ريمورلان الثمانين اربعة اخماس المائة فاذا رقم ذلك
 بالطريقة الهندسية رسم هكذا ٨٠ : ١٠٠ : ٤ : ٥
 ويقال نسبة ثمانين الى مائة كنسبة اربعة الى خمسة وتساوى تسعة اخماس
 درجة اعنى درجة واربعة اخماس من مقياس فاهرنيت ويرسم هكذا
 ١٠٠ : ١٨٠ : ٩ : ٥ فيقال نسبة مائة الى مائة وثمانين
 كنسبة تسعة الى خمسة وتساوى دحة ونصف من مقياس دليل ويرسم هكذا
 ١٥٠ : ١٠٠ : ٣ : ٢ فيقال نسبة مائة وخمسين الى مائة كنسبة
 ثلاثة الى اثنين وتحويل عدد معين من درج مقياس ريمورالى درج المائينى
 يكون بضرب ذلك العدد فى اربعة اخماس وتحويل عدد معين من درجات
 مقياس فاهرنيت الى درج المائينى يكون باسقاط ثنتين وثلاثين اولا ثم ضرب

الباقى فى تسعة اقسام والى درجات مقياس دليل يكون بضرب العدد فى اثنين لكن من حيث ان الدرج فيه نازل من اعلى الى اسفل يكون بطرح تلك الدرجات من مائة فتسبع درجات من مقياس فاهر نيت تساوى خمس درجات من المائتين واربعاً من مقياس ريمور وسبع درجات ونصف من مقياس دليل تساوى خمس درجات من المائتين واربعاً من مقياس ريمور هذا وجميع السوائل وان كانت تنفع فى عمل مقياس الحرارة الا ان المختار منها الزئبق والا^٢ لكون الاول يتدد فى جميع درجات الحرارة باستواء سيما من بعد السادسة والثلاثين الى المائة ولكونه لا يغلى الا من درجة ثلاثمائة وخمسين من المقياس المائتين وايضاً لا يمكن عمل مقاييس يعلم منها ما قرب من هذه الدرجة المرتفعة جداً فان بخاره المرتفع منه حينئذ يكون كافياً لكسر الجهاز فلذلك اختير لان يجعل مقياس الحرارة المرتفعة جداً ولما كان الزئبق لا يتجدد الا فى الدرجة الاربعين والا لكون لا يتجدد بواسطة من الوسائط المعروفة لنا الى الآن ولا فى درجة ثمان وستين التى هى شدة البرد المتحصلة من تصعيد الاسيدسولفوريك الغير المائى بخاراً اختير سياً للمقاييس المعدة لتعيين درجات البرد المنخفضة جداً والعادة ان يلون باللعل ونحوه لسهولة مشاهدة بمرئياته فى الانبوبة واكثر المقاييس احساساً واقواها دالة على ادنى تغير وانقها ما كانت انابيبه دقيقة القناة ومستودعاتها مستطيلة قليلة السعة لان الزئبق فيها يتأثر سريعاً من درجة الحرارة ولكون الدرجات فيها كبيرة جداً كان ادنى تغير يحصل فى درجة من الدرجات يظهر بسهولة فتتمهل معرفة كسور الدرجات منها ومن حيث ان هذه المقاييس لا يمكن تدويرها الا بخمس عشرة درجة او عشرين فينبغى للانسان ان يحصل منها جملة بعضها يعين من خمس درج تحت الصفر الى عشر فوق الصفر وبعضها من عشر الى ثلاثين وهكذا ثم ان من انواع هذه المقاييس مقياس بجمرة الهواء المرسوم صورته فى الشكل (٢٣٢) وهو انبوبة مدرجة لها كرة مملوءة من الهواء اليابس وفيها نقطة لطيفة من الزئبق ز وهذا المقياس كثير الحس جداً لان الزئبق يجري فيه

على حسب تمدد الهواء المحصور في الجزء الكروي منه وانقباضه وتعدد
 الغازات وانقباضها يكون في جميع درجات الحرارة على حد سواء ما لم تكن
 درجات الحرارة مرفوعة جدا كما سنذكره وكيفية ادخال الهواء اليابس في
 هذه الانبوبة ان تلاء اولاً من الزئبق ثم توفق فتحتها على فتحة انبوبة اخرى
 اوسع منها يكون فيها مقدار من كلورور الكلسيوم لانه جسم كثير الشراهة
 للماء وفيها ايضا سلك من حديد يدخل طرفه في فتحة الانبوبة الاولى ثم يمال
 الجهاز حتى يكون بحيث لو تحرك السلك الحديد منه لقطر الزئبق من تلك
 الانبوبة شيئاً فشيئاً ودخل مكانه الهواء اليابس حتى لا يبقى في الانبوبة
 الصغيرة الا قليل من الزئبق كنقطة ز ثم يوضع مع الانبوبة الصغيرة مقياس
 زئبقي معتاد في ماء ويسخن تدريجاً كلما ارتفع الزئبق في المعتاد درجة علم
 على الهواءى درجة ثم تقسم تلك الدرجة الى كسور درجات * ومن مقاييس
 الحرارة المقياس الاختلاف في المنسوب للمعلم ليلي الطبيعى الايكوسى منسوب
 الى الايكوس بمملكة الانكليزية و هو مقياس هواى ايضا مكون من
 انبوبة مخننية الى شعبتين في رأس كل شعبة كرة كالمرسومة في الشكل
 (٢٣٣) وفي احدى الشعبتين عمود من الاسيد سوافوريك مصبوغ باللعل
 يمنع استطراق الهواء بين الكرتين ففى كانت حرارة الكرتين واحدة كالم
 ارتفاع الحامض في جانبي الجهاز واحد وهذا المقياس مثبت على لوح ص
 ث له جزء قائم تثبت عليه الشعبة ب المسماة بالشعبة البورية ويرسم
 على هذا الجزء درجات لكل عشرة منها تساوى واحدة من المائتين وهذا المقياس
 قوى الحس جدا فان الاى زيادة في درجة حرارة الكرة البورية يمدد الهواء
 المحصر فيها فيخفف الحامض ولذلك كان يدرك بهذا المقياس الفرق الواهى
 جدا في درجات الحرارة * ومن مقاييس الحرارة المقياس المنسوب لريفور
 وهو كالسابق غير ان مقياس الحامض فيه قليل كبعض فقط ففى حصل ادنى
 تغير في درجة الحرارة جرى الحامض سيما في الجزء الافقى ص ث الذى
 هو في هذا المقياس اطول من الشعبتين العموديتين والدرجات مرسومة

عليه لافي احدى العموديتين كما في السابق * ومن مقاييس الحرارة ايضا
مقياس الزيادة والنقصان معا وهو مقياس يتبين به نهايتا حرارة الجوفى
الزيادة والنقصان في مدة معينة كيوم او شهرا وسنة واخسن اصناف هذا
المقياس ما هو منسوب للمعلم روثيرفورد وهو مركب من انبوبتين منفردتين
عن بعضهما كل واحدة منحنية من احد طرفيها ومنتهية بكرة مجوفة كما في
الشكل الثاني من نمري (٢٣٣) يثبتان بجذآء بعضهما على لوح وفي اولاهما
التي من ب الى هـ زئبق وفي الثانية التي هي من ن الى س
الكول وفي الاولى اسطوانة صغيرة من الحديد والقول لا تجرى في قناتها فاذا
اريد تشغيل هذه الالة وجهت الاسطوانة نحو الزئبق حتى تسمه بهز الانبوبة
هـ الطيقا فاذا تمدد الزئبق من زيادة الحرارة دفع امامه الاسطوانة واذا تقلص
من نقصان الحرارة ذهب الى جهة ص وترك الاسطوانة في المحل الذي
كانت اندفعت اليه وبذلك تدل الاسطوانة على مقدار ما زادت به الحرارة من
الدرجات لانه يوجد بجذآء الانبوبة درجات مثل التي في المقاييس المعتادة فاذا
ترك هذا المقياس مدة شهر مثلا كانت النقطة التي وقعت عليها الاسطوانة
درجة ارتفاع الحرارة في هذا الشهر واما الانبوبة الثانية المحتوية على الالكول
كتهين ما نقصت به درجات الحرارة في هذه المدة وذلك لان الاسطوانة التي هي
هنا من المينا في باطن السائل والتي هي هناك من الحديد فوق الزئبق
والاسطوانة التي من المينا تجرى بسهولة في السائل كالتي من الحديد فاذا اريد
تشغيل هذه الالة تجعل رأس الاسطوانة مساوية لسطح السائل فاذا انزلت
درجة الحرارة وتقلص السائل جذب معه الاسطوانة الى جهة ص واذا
ارتفعت جرى السائل حوالى الاسطوانة صاعدا وتركها في المحل الذي جذبها
اليه اولا عند تقلصه فبالاسطوانة حينئذ يتبين درجة نزول الحرارة بواسطة
الدرجات المرسومة بجذآء الانبوبة وكما تقلص الالكول جذب الاسطوانة
الى جهته فعلى هذا تكون الاسطوانة دائما باقية في المحل الذي جذبتها اليه
درجة من درجات الحرارة

المبحث الثاني في تمدد الغازات

مقدار تمدد الغازات في كل درجة من درجات الحرارة واحد بمقدار تمده في الدرجة الثلاثين كمقدار تمده في الدرجة الاربعين ويمكن ان يكون سبب ذلك كون طبيعة الغازات لا تتغير اي لا تتحول من حالة الى حالة اخرى بخلاف الاجسام السائلة والصلبة فان الصلبة قد تتحول سائلة وبالعكس والابخرة مادامت لم ترجع لحالة السيولة هي كالغازات منقادة للتمدد المذكور والمقدار المذكور لكل درجة من المقياس المائتي ٣٧٥ ، ٠ من حجمها تقدر بحجم التمدد من الصفر الى المائة ٣٧٥ ، ٠ وذلك اذا كان الضغط الجوي على مجراه الطبيعي والمعلم غايولسالك هو اول من اثبت ذلك بمقياس الحرارة الهوائي وذلك انه ادخل هذا المقياس في ثقب في جانب اناء من تلك المملوء بنصفه من الثلج الذائب وكان المقياس اذذاك محتويا على كمية من الهواء معلومة له ووضع بجانب المقياس الاول مقياسا زئبقيا وغمره في الثلج معه ليكونا في درجة حرارة واحدة ثم سخن الاناء شيئا فشيئا فكان يشاهد درجات حرارة الهواء المنحصر في المقياس الاول وامكنه بذلك تعيين تمدد هذا الهواء

المبحث الثالث في تمدد الاجسام الصلبة

مقياس حيت الاجسام الصلبة اوسخنت باى كيفية كانت تمددت ويسهل تحقيق ذلك بان يقاس قضيب من الحديد باردا ثم يحيط فيظهم ريشه بعض فرق في الطول والعرض وهو احكفت كرة معدنية على قدر حلقة معدنية ايضا وكانت الكرة تمر في الحلقة ملاسة لحدرائها وهي باردة لا تمر منها لو سخنت اوسخيت والتمدد في الاجسام الصلبة قليل لعظم قوة التماسك فيها بين الاجزاء ومقدار التمدد المذكور يكون واحدا من الصفر الى المائة فقط واما من بعد المائة فيأخذ في الزيادة بمقدار تمده في الدرجات التي بين المائة والمائتين يزيد عن مقدار تمده في الدرجات التي بين الصفر والمائة وكلما قربت هذه الاجسام

من نقطة الذوبان كان تمددها أكثر وقد ذكرنا في مجت التمددان قوتي التمدد والانقباض شديدتان جداً فينبغي ان ترتب الصنائع والابنية على كيفية بها يتمكن الاجسام المعدنية الداخلة فيها من التمدد والالاختلاف وبطلت منافعتها المرادة منها ولذلك احتاجوا الى تعديل بندول الساعة كإياي أنفاً لما لا يمتثل عمله بتمدد الجسم المكون هو منه وهذا جدول تمدد الاجسام على رأى لا قوازية ولا بلاس فكل درجة من درجات المقياس المائتي بتمدد الجسم فيها بالكسور التي تحت الشرطة من الواحد الذي فوقها

حديد	فولاذ	فولاذ مسني	نحاس احمر	نحاس اصفر
$\frac{1}{81937}$	$\frac{1}{92764}$	$\frac{1}{80774}$	$\frac{1}{58231}$	$\frac{1}{53210}$
فضة نقية	فضة عشرة نحاس	بلاتين	ذهب	
$\frac{1}{52253}$	$\frac{1}{52292}$	$\frac{1}{216748}$	$\frac{1}{68302}$	
رصاص	قصدير انجليزى	انايب زجاج	بللور صخرى	
$\frac{1}{351008}$	$\frac{1}{46161}$	$\frac{1}{114680}$	$\frac{1}{124834}$	

الكلام على تعديل البندول

البندول كما مر قضيب معدني في اسفله عدسة تثقله ليستذب دائماً بدون عائق وهو الذي عليه مدار سير الساعات ولكونه من الابنسام التي تتمدد بواسطة الحرارة فلا بد ان يطول ويقصر على حسب تغيرات الجوى فتسرع ذبذبه او تبطئ فتتقدم الساعة او تتأخر احتاجوا لتعديله بالتامل في فروق تمدد المعادن وتعديل بعضها ببعض بالطريقة المرسوم على موجهها مافي الشكل (٢٣٤) فان القضيبين اللذين من الحديد فيه ب ب من الخارج واللذين من النحاس ن ن من الداخل فاذا طال قضيبا الحديد الى الاسفل طال

قضيبا النحاس الى الاعلا لانهما مطلقان في نقطة ط فاذا انزل الحديد الى
البندول الى اسفل بمقدار اربعة النحاسيين بذلك المقدار الى اعلا فيتعادل
وعدة ص المعلقة في قضيب ط د تمر بدون عائق الى نقطة د
في الشعبة الحديدية المعترضة ب ب وتزله على هذه الحالة يكون تمدد
النحاس مقابلا لتمدده الحديد فيتعادلان وسبب وضع القضيبين النحاسيين في
وسط الجهاز وقصرهما كون تمددهما اكثر من تمدد الحديد فعلى هذا اذا
جعلت اطوال القضبان على حسب تمددها حصل من ذلك ساعات متقنة
لا خلل بها وبهذه الطريقة اتقنت صناعة الساعات السماوية كرونوميترى
ميزان الزمان لكن المستعمل فيها بدل القضبان صفائح تثبت فوق بعضها برب
والصفائح كالقضبان تمدد من درجات الحرارة وتمدها يكون بانحنائها قليلا
فيكون التعادل بينها في هذا الانحناء وعلى هذه الاصول صنعت انواع
الكرونوميتر المنسوب الى بريجية البديعة الاتقان بحيث لا يفرق سيرها عن
سير النجوم في مدة السنة زيادة عن ثانية وصنعت ايضا ساعات كاملة
في الاتقان

الكلام على ترمومترية

هو آلة معدنية ذات احساس عظيم مكونة من شريط معدني عرضه من جزء الى
جزئين من ميللى ميتر وذلك الشريط مكون من ثلاثة اشربة واحد من
الفضة وواحد من الذهب وواحد من البلاتين والذي من الذهب بين الآخرين
الاتصافهما به وبعد التجهيز تصفح بالصفائح ليتساوى في ثقلهما حتى تصير جزء
من خمسين جزء من ميللى ميتر ومن مائة تقريرا ولذلك كانت الآلة المكونة
من هذا الشريط تكسب حرارة الهواء بمروره عليها وتحصيل سطح واسع في
مساحة صغيرة من هذا الشريط يحتاج لان يلف على هيئة حلزون كما في الشكل
(٢٣٥) ويربط من اعلاه بقطعة من النحاس ح ح ويجعل في جزئه
الاسفل عقرب ساعة ن خفيف جدا يدور على وجه سطحه مرسوم عليه

درج ويكون هذا الوجه حلقية يجول فيها الهواء من كل جهة بسهولة
ويغطى جميع ذلك بنافوس من زجاج ليصونه عن الاضطراب من الهواء
الظاهر ومن حيث ان عدد البلاتين والفضة مختلف فينفرة الحلزون وبلتوى
على حسب تغير درجة الحرارة وبحركة العقرب على وجه الساعة تظهر
تغيرات الحرارة ورسم الدرج على هذه الالة يكون بمقابلة سيرها بسير
الثيرموميتر القوي الحركة المعتاد

المبحث الرابع في السير موميتر اى مقياس حرارة النار الشديدة

الثيرموميتر آلة لقياس درجات الحرارة المرتفعة جدا المجاوزة لنقطة غليان
الزئبق وليس لشيء من انواع هذه الالة ضابط محقق في نقطة مبدء علاماتها
ولا تنفع في الصنائع المعروفة درجة كذا او درجة كذا من الحرارة تقريبا
بدون تحقيق للدرجة الحقيقية واسهل انواع هذه الالة في الاستعمال ما هو
منسوب للمعلم برونيار المرسوم صورته في الشكل (٢٣٦) كيفية استعماله
ان يركب قضيب طويل من حديد في توركنشور الصينى فتدده الحرارة فيرفع
في ط القضيب المستعرض د المتحرك في ب على محوره ويتحرك
ينزل عقرب ع بحركة ارتفاع وانخفاض على ربع وجه الساعة من ص
المدرج المصنوع من الطين الابليز ليقل تأثره من الحرارة فاذا انزل العقرب
بواسطة درجة الحرارة الى و وكان نضج الصينى بهذه الحرارة نضجا جيدا
يلزم ان تكون الحرارة اللازمة لتحصيل الصينى الجيد في الدرجة التى وقف
عليها العقرب واما يثيرموميتر المعلم وجوود فوسن على خاصة مخصوصة
يبيع انواع الطين الابليز وهى انكماشه من الحرارة فاذا اجهق وعجن بعجنا
جيدا وصنعت منه قوالب اسطوانية قطر القالب منها ٧ ١٢ ميللى
ميتر وطوله من ١٤ الى ١٥ ميللى ميتر ونشفت في محل درجة حرارته
مائة ثم سخن قالب منها بدرجة حرارة ما كان انكماشه على حسب
درجة تلك الحرارة ثم عمل وجوود التده هذه مقياسا للدرجة انكماش

والآلة المذكورة مكونة من مسطرتين من نحاس او من بلاتين صريعتان
يوضعان على مريحة معدنية على وجهه يكون ما بينهما قناة طولها ٦٠٩
من ميللى ميترية قسم الى ٢٤٠ جزأى درجات هذه الآلة ومدخل هذه
القناة ٧ و ١٢ من ميللى ميتر ومنتهى الضيق تدريجاً ٦٢ و ٧ من
ميللى ميتر فاذا سخن قالب من هذه القوالب وادخل فى القناة ووصل الى
درجة من المائتين والاربعين كانت تلك الدرجة هى الحرارة التى اكتسبها
الابليز لكن لا يعلم ان هذه الدرجة توافق اى درجة من المقياس المائتين فان
وجود انما قال على سبيل الفرض ان صفرا البير وميترية تقابل ٥٨٠
درجة من المقياس المائتين وكل درجة من البير وميترية تقابل ٧٢ درجة
من المائتين ولم يكن هذا نظرياً بل تحقيقى هذا الفرض واذا اريد تقصير
هذه الآلة جعلت القناة قناتين بزيادة مسطرة ثالثة توضع بجانب احدهما
فيكون مجموع الفضاء بين الذين بين المساطرة هو القناة وما للقناة من المدخل
والمنتهى والتقسيم يجعل للقناتين

المبحث الرابع فى تمدد الاجسام السائلة

تعدد السوائل من الحرارة اقل من تعدد الغازات واكثر من تعدد الاجسام
الصلبة وتعدد دهرها يزيد كلما قربت من درجة الغليان لكنه لم يعرف لتمدد
ناموس عام ينبى عليه مقدار التمدد فى الدرجات فاذا اريد ذلك فتصنع جلة
من افراد التيرموميتر ويجعل كل واحد منها سائل مخف وص وكلها تدرج
بدرجة واحدة ثم تسخن كلها معاً بان توضع كله فى ماء ويسخن فيرى تعدد
سوائل افراد التيرموميتر مختلفاً فى كل درجة من درجات الحرارة فاذا فرضنا
ان تعدد الزئبق الذى ذكرنا ان تعدده اكثر انتظاماً من بقية السوائل يكون فى كل
درجة من درجات التيرموميتر $\frac{1}{1000}$ من حجمه اذا كان فى الصفرة علم ان تعدده
فى كل درجة من النصف الى درجة غليان الماء هو هذا المقدار واما الماء فنهاية
تضاعفه الى اربع درج فوق الصفرة ومن بعده هذه الدرجة بأخذ فى التمدد

كل ما سخن

الفصل الثماني في سريان الحرارة

سريان الحرارة في الاجسام اما من بعض اجزاء الجسم الى البعض الاخر وهذا يكون من خاصية الاجسام في توصيلها الحرارة واما من جسم لجسم آخر مع البعدين بينهما وهذا يكون من تشعع الحرارة ولنتكلم على كل منهما على حدة فنقول

المبحث الاول في توصيل الحرارة

توصيل الحرارة خاصة في بعض الاجسام بها تتمكن الحرارة من سريانها من بعض اجزاء الجسم الى البعض الاخر والاجسام في ذلك على نوعين منها ما هو موصل جيد ومنها ما هو موصل غير جيد فمن الاول الحديد فانه اذا اخذ منه قضيب طوله من قدم الى قدمين وسخن احد طرفيه سخن الطرف الاخر سريرا ومن الثاني الخشب والقحط فان سريان الحرارة فيهما قليل جدا حتى يمكن مسهما من قرب المحل الملتصقان منه ومثلهما الجوهراترابية والجرية والازجاجية والنباتية والحيوانية والارضية الغير المعدنية وكلها موصلات غير جيدة في ذلك واما المعادن فكلها موصلات جيدة واولها الذهب واخرها الرصاص والفضة والنحاس في جودة التوصيل مقدمان على الحديد واذا اردت معرفة فرق التوصيل في جملة اجسام فخذ علبسة من التناك والحجم في جوانب جذرائها قضباننا اسطوانية متساوية الحجم من جواهر مختلفة ثم غط القضبان بطبقة خفيفة من الشمع ثم صب في العلبسة ماء وهو في حال الغليان فقيج سريان الحرارة في القضبان واذا انتم الشمع من بعد كثير لو قليل يكونان على حسب تفاوتها في التوصيل والسواكل موصلات غير جيدة بدليل انها لا تسخن بعيدا الا اذا كانت فوق النار لا تحتها بخلاف نحو الحديد فانه يستسخن النحاس تحت النار واذا وضعت المسواكل على النار شوهد ارتفاع

الاجزاء الساخنة منها الى اعلا سخونة السطح العلوى من الاجزاء المرتفعة من الاسفل لامن قوة التوصيل ويمكن تحقيق عدم التوصيل في السوائل بان يوثق بكوب منقوب من جانبه ويدخل في الثقب تيرمو متر صغير حتى يصير مستعرضا في جوف الكوب ثم يملأ الكوب ماء حتى يهبط طرف التيرمو متر بخط او خط ونصف ثم يوضع فوق الماء مقدار من الاكلول او الالبتير ويلهب فلا يرتفع التيرمو متر الا قليلا ولو استمر اللهب فوقه مدة طويلة بامداد الاكلول او الالبتير الممتب بمقدار جديد يصب على الموجود بواسطه انبوبة وارتفاع التيرمو متر يمكن ان يقال انه من سخونة جدران الاناء واما عدم التوصيل في الغازات فلا يمكن تحقيقه لان كثرة اضطراب اجزائها صعودا وهبوطا ودورانها تمنع من امتحانها بالتجارب اللازمة

المبحث الثاني في شعاع الحرارة

اذا انطلقت الحرارة من الاجسام سرت متشعة الى بعدد ما من جميع الجهات فاذا وجهت اليد جهة احدت بحرارة منطلقة من الجسم مع بعدها عن ذلك الجسم فلو كانت الحرارة شاحنة للجسم قوية بحيث تضئ انطلقت منها اشعة ضوئية واشعة حرارية معا وشدهما وضعفهما يحصلان معا في ان واحد وقد تبقى اشعة الحرارة بعد اشعة الضوء زمانا واشعة الحرارة كاشعة الضوء تنعكس من الاجسام الملسا الغير الشفافة وزاوية الانعكاس فيها مساوية لزاوية السقوط على ما مر في الضوء والدليل على انطلاق الحرارة على هيئة اشعة وانعكاسها انك اذا وضعت مرآة بين معدنتين مقعرتين مصقولتين جدا كما رسوم عليهما د ف في الشكل (٢٣٧) قبالة بعضهما بحيث يكون قطباهما متقابلين وجعلت المسافة بينهما من مترين الى ثلاثة ووضعت في بورة احديهما ط فحم متقد وفي بورة الثانية ص صوفان او بارودا ونحوهما من المواد السهلة الاقتاد اتقد ذلك الجوهر بعد برهة لطيفة وذلك انما حصل من انطلاق الاشعة الحرارية

من ط ووصولها الى المرآة د ثم انعكاسها منها على حسب اتجاه ل
وصولها الى مرآة ف ثم اجتماعها في بورة ص وليس لذلك من
وصول الحرارة باستقامة من ط الى ص لان الصوفان ان كان بعيدا عن النار
بقيراط لا يتقد وهذا دليل انعكاس الاشعة الحرارية ودليل انعكاس الاشعة
الضوئية معها انك اذا وضعت مصباحا في ط وفي س مرآة اعتبارية
شاهدت في المرآة شعلة ذلك المصباح صورة وهذا يتبعك في تحكيم وضع
القطبين متقابلين وقد يوضع بدل الفحم المتقدرة محجرة من حديد بحلة مدفع
ولو وضع بدل الفحم اناء مملوء ماء في درجة الغليان كان ذلك محققا لانطلاق
الحرارة لالا تقاد ويظهر ذلك في التيرموميتر الهوائي او تيرموميتر لي اور سفور
اذا وضع في بورة ص وسريان الاشعة لا يمنع شئ ولا تيار الهواء المقاطع
لاتجاهها بل لو وضعت صفحة صغيرة من زجاج بين البورة والمرآة المعكسة
لم تمنع سريان الاشعة الا من جزء لطيف ولا يسخن الزجاج الا يسيرا واذا نزل
التيرموميتر الذي في بورة ص لا ينزل الا قليلا واعلم ان الحرارة لا تنعكس
جيدا من المرآتين العاكستين الا اذا كان التقابل بين قطبيهما محكما وكان
مقلهما جيدا ايضا لان القوة المعكسة في الاجسام المعتمة انما تكون بحسب
درجة صقاتها بضد القوة التشرية فازادت به احدى هاتين القوتين في جسم
نقصت به فيه الاخرى فلو وضع في بورة ط بدل الجسم الساخن قطعة كبيرة من
الجليد لنزل التيرموميتر الموضوع في بورة ص بعد بعض دقائق وليس في هذا
دليل على ان هنالك قوة تولد سلا مبردا والتيرموميتر الذي هو اسخن الاجسام
التي حوله يوزع عليها من حرارته ما زاد عن درجة حرارة الجليد فيساويها
في الدرجة والحرارة من طبعها انها تميل دائما للموازنة في الاجسام فتبعث
اشعتها من بعض الاجسام الزائدة فيها الى الاجسام الناقصة هي فيها

المبحث الثالث في القوة العاكسة للحرارة

كلما خشت الاجسام ومال لونها الى السواد كان نشرها للحرارة ك
وانطلاقها

وانظر في هذه المسألة انها اقوى ويشاهد ذلك فيما لو اخذت هلمبة ذات اسطحة صقيلة متخالفة اللون ومثلها ماء مغلياً ثم قربت لكل من اسطحها تيرموميتر هوائي فانك تجد احرارة منطلقة من السطح الاسود منها اكثر من الابيض ولو سترت وجه المرأة آئين العاكستين المرسومتين في الشكل (٢٣٧) بالهباب لم يجد فيهما انعكاسا اصلا وحيث كان لالوان الاجسام دخل في قوة ابراز الحرارة وقوة عكسها وكذا اصقالتها فالجيدة الصقالة ضعيفة الابرار قوية العكس كانت في الاجسام متفاوتة فاذا قدرت القوة العاكسة في النحاس الاصفر بمائة كانت في الفضة تسعين وفي التصدير المرقق ثمانين وفي الفولاذ سبعين وفي الرصاص ستين وفي الزجاج عشرة واذا هن بالزيت خمسة وعشرون الهباب صفرا ولكون قوة ابراز الحرارة في الاجسام السوداء اكثر وقوة تشربها في الصقيلة اكثر نجد السودان يتجلون الحرارة اكثر من غيرهم سيما عند لمعان اجسادهم من الدهن المعتادلهم

الكلام على تبريد الاجسام

سرعة فقدان الحرارة من الجسم المسخن تكون اما على حسب برودة الوسط الذي هو فيه او على حسب كثرة اجزاء الاجسام المتلامسة له والقريبة منه بالنسبة لكتلتها او على حسب قوة التشرب في اسطحها ولذا تجد الجسم المنديج الصقيل كالزجاج ابرد الاجسام التي حوله ولو كان الجميع في درجة حرارة واحدة وما ذاك الا من كثرة اجزائه بالنسبة لكتلته فان اليد اذا وضعت على الرغام لامست من اجزائه عددا كثيرا لا تلامس مثله لو وضعت على جسم اقل اندماجا منه ولذا يجلس من اليد حرارة اكثر من غيره وتبريد الاجسام في الفضاء يكون بتشعيع حرارتها على الجدران الحاصرة لمسافة الفضاء

المبحث الرابع في موازنة الحرارة

موازنة الحرارة استواءها في الاجسام المتقاربة لبعضها فاذا اختلفت في جسمين وكان بينهما مسافة قريبة تقاسما ما زاد به احدهما حتى تتوازن

فيه ما فان لم يكن بينهما مسافة تقاسماها بالاولى ولذا نكتسب من الهواء ما
التي نلامسها حرارة او برودة نكتسب منها هي ايضا ذلك ومن ذلك ما يحصل
لنا عند الدخول في السرايب التي تكون درجة حرارتها دائما واحدة فتظهر
لنا في الصيف باردة وفي الشتاء ساخنة وماذا لئلا المحالفة درجة هوائها
لدرجة هواء الجو الخارجي وطلب الحرارة للموازنة

الفصل الثالث في الحرارة النوعية

هي كون الجسم بدرجة حرارة لا ينتقل عنها ليصل الى درجة اخرى الا بقبوله
كمية من الحرارة والكمية التي ينتقل بها تختلف في انواع الاجسام لتصبح
الاجسام في درجة واحدة وكما يسمى ذلك بالحرارة النوعية يسمى بسعة
الاجسام للحرارة ويسمى الحرارة الخاصة بها لتأخذ منها الكمية بها تصل الى درجة
بعينة من الحرارة فينتج من ذلك انه اذا اريد توصيل جسمين الى درجة خمسين
فوق الصفر لزم لكل منهما كمية حرارة مختلفة عن كمية حرارة الاخر وان سعة
الحرارة في اكثر هذه الاحوال دائما مختلفة لاجل الوصول الى درجات
الحرارة المختلفة مثال ذلك الحديد فانه يحتاج في انتقاله من الصفر الى درجة
عشرة فوق الصفر كمية من الحرارة وفي انتقاله من مائة الى مائة وعشرة كمية
راثة عن ذلك وفي انتقاله من مائتين الى مائتين وعشرة كمية راثدة عن ذلك
وهكذا فمع كونه لا ترتفع درجة حرارته في كل مرة الا عشرة فقد قبل مقداراً
من الحرارة اكثر وهذه الحالة يقال لها السعة المتراثدة ولاجل معرفة النسبة
بين سعة الاجسام الصلبة والسائلة للحرارة قدر واسعة الماء واحد ليحسب
اصلا ينسب اليه ولذا كررنا ذلك فنقول

الكلام على طرق تعيين سعة الاجسام للحرارة

لتعيين سعة الاجسام للحرارة عدة طرق منها طريقة المزج وتعمل بين جملة
اجسام فلومزج كيلو جرام من الماء بدرجة ٧٥ + ٠ بكيلاوا جرام
من الثلج بدرجة ٠ فيحصل اثنان من كيلو جرام من الماء في حرارة صفر لان

الثلج تسبعين درجة حرارة الماء لا تنفع الا في حالة الثلج الى الماء فلا يثأثر منها
 التبريدونين ولذلك سميت بالحرارة الكاسنة واذا مزج كيلو اجرام من الماء
 درجته ١٥ × بمثل من الماء درجته ٤٥ × حصل اثنان من كيلو
 اجرام من الماء في درجة ٣٠ × فينتج من ذلك ان سعة الماء للحرارة في هذه
 الدرجات دائماً واحدة لا تتغير ولو مزج رطل من الزئبق درجته صفر برطل
 من الماء درجة ٣٤ × لحصل سائل درجة حرارته ٣٣ وتكون الحرارة
 الكافية لوصول الماء الى درجة واحدة كافية لوصول الزئبق الى ٣٣ وتكون
 سعة الزئبق للحرارة اقل من سعة الماء لها بثلاث وثلاثين مرة وحيث فرضت
 سعة الماء واحدة فسعة الزئبق بالنسبة له كنسبة ثلاثة لمائة وواحد لثلاثة
 وثلاثين ويرسم ذلك هكذا ٣٠ ر ٠ او $\frac{1}{33}$ ويلزم لاجل اتقان هذه التجارب
 ان تكون درجة الحرارة في الآنية والهواء المحيط بها والمخلوط واحدة وان
 يسمع بعمل المزج ومما ذكرناه من ان كيلو اجرام من الماء في حرارة ٧٥ يذوب
 مثله من الثلج نتج قاعدة عظيمة لتعيين السعة في الاجسام وهي انه لو سخن
 جسم غير الماء حتى وصل الى خمس وسبعين درجة واذاب نصف كيلو اجرام من
 الثلج او ربعه لعلم ان الحرارة النوعية لذلك الجسم النصف او الربع بالنسبة للماء
 وترسم في الاول هكذا ١٠ ر ٠ وفي الثاني هكذا ٢٥ ر ٠ اعني
 خمسة من عشرة في الاول وخمس وعشرين من مائة في الثاني وعلى ذلك اسس
 لافوازييه ولا بلاس مقياسهما المرسوم صورته في الشكل (٢٣٨) وهو آلة
 اسطوانية من تلك ترى في الشكل المذكور كانها مقطوعة من اعلا الى اسفل
 لاجل مشاهدة هيئتها الباطنة مركبة من ثلاث اواني متداخلة في بعضها
 بينها قضاء آن احدهما فضاء لـ ل والثاني فضاء و والثالث آن من الجليد
 المكسر الذي حرارته في الصفر وفائدة فضاء لـ ل هي ان يابطن الآلة من تأثير
 حرارة الهواء المحيط وحفظ باطن الجها رداً ثانياً في الصفر والغطاء مملوء ايضا
 بالجليد وله حوافي مرتفعة لحفظ ذلك الجليد وفضاء لـ ل متصل به حنفية
 ح يخرج منها الماء الحاصل من ذوبان الجليد وفضاء و و متصل به حنفية

ف ينزل منها في اناء الماء ما ذاب من الجليد بسبب حرارة الجسم الموضوعة
 للتجربة وقت التجربة وهذا الجسم يوضع في شبكة من سلك من ذلك الما لي
 فاذا رجعت حرارته الى صفر وزن الماء الذي في اناء ا ليعرف مقدار ما اذابه
 ذلك الجسم من الجليد وبه تتعين الحرارة النوعية لذلك الجسم فان كان
 الجسم المعرض للامتحان سائلا جعل في اناء تعين حرارته النوعية اولاً ثم
 يسخن الى ان تصل حرارته الى درجة حرارة السائل ثم يملأ من ذلك السائل
 ويوضع في شبكة ي والعملية كالاولى غير انه لا بد في تعيين سعة الحرارة
 النوعية لهذا السائل من ان تلاحظ الحرارة النوعية للاناء اولاً ثم تطرح *
 ومن مقاييس الحرارة النوعية للاجسام مقياس رومفور المرسوم صورته في
 الشكل (٢٣٩) الاناء لتعين كمية الحرارة المتولدة مدة انقاد جوه ر من
 الجواهر القابلة للانقاد وهو اناء من نحاس احمر طوله ثمانية قراريط وكل من
 عرضه وارتفاعه اربعة وفي باطنه ملتوى ل احد طرفيه وهو الاسفل ينتهي
 بقمع ص البارز في اسفل الاناء والطرف الثاني وهو العلوي ضيق يبرز من
 الجدار الجانبي ق بعد ان يمتوى ذلك الملتوى في قعر الاناء دورتين افقيتين وفي
 مغطاء الاناء فتحتان احدهما ف تنفع لصب الماء فيه والثانية ت يثبت فيها
 تيرمو ميتر ذو انتفاخ مستطيل فاذا اريد امتحان كمية حرارة جسم احرق تحت
 القمع فيرمي ما يتولد من انتفاذه من الغازات ونحوها في الملتوى وهو يعطى
 حرارته للماء فيقيد ما اكتسبه الماء من درجات الحرارة بالتيرمو ميتر لكن
 يلزم ان تكون درجة حرارة الماء الاولى معلومة وبهذا المقياس عينوا ايضا
 سعة الغازات للحرارة بمرورها في الملتوى بسرعة متناسقة اذا كانت درجة
 حرارتها الاولى معينة ومع هذا فنقول انه يعسر تعيين سعة الغازات للحرارة
 بوجه الاتقان واعلم انهم جعلوا الهواء اصلا في تعيين الحرارة النوعية للغازات
 وقد روه بواحد كما جعلوا الماء اصلا في تعيين الحرارة النوعية لغير الغازات
 من الاجسام الجامدة والمائعة ففي كانت الغازات الاتية في الجردول متساوية
 الجسم وحرارة الجردول بواحد كانت حرارتها النوعية مقدرة بالارقام

بجذاً بكل واحد منها فالأزوت كالكالم وواسعته للحرارة مقدرة بواحد
والاوكسيجين لا تبلغ الواحد وهكذا على ما تراه في الأرقام
جدول الحرارة النوعية للغازات

لوكسيجين ٠,٩٧٦٥

أزوت ١,٠٠٠٠

اسيد سولفوريك ١,٢٥٨٣

ايدروجين ١,٩٠٣٣

غاز ممتن ١,٥٥٣٠

بخار الماء ١,٩١٠٠

جدول الحرارة النوعية لغير الغازات من الجامدات والمائعات

كبريت ٠,٢٠٨٥٠

حديد منطرق ٠,١١٠٥١

قصدير ٠,٠٤٧٥٤

رصاص ٠,٢٨١٩

زئبق ٠,٢٩٠٠

جير غير مطلق ٠,٢١٦٨٩

ذهب ٠,٠٢٩٨

بلاتين ٠,٠٣١٤

فضة ٠,٠٥٥٧

نحاس ٠,٠٩٤٩

زيت الزيتون ٠,٣٠٩٦١

دم وريدي ٠,٨٩٢٨٠

دم شرياني ٠,٠٣٠٠٠

الفصل الرابع في تغيير الحرارة بحالة الجسم

المبحث الاول في الذوبان

الذوبان استحالة الجسم من الجوده الى السيولة بواسطة الحرارة واغرب ما شهد فيه ان الجسم متى اخذ في الذوبان لا تزيد درجته حرارته حتى يتم ذوبانه وما زاد من الحرارة في هذه المدة يتشربه ولا يدرك في التبريموسيت فلذلك يسمى بالحرارة الكامنة على ما سبق ثم ان من الاجسام ما لا يحتاج اخذه في الذوبان الا الى حرارة قليلة كالجليد والشح والشحم والراتنج والكبريت ونحوها ومنها ما يحتاج لحرارة زائدة كالعصير والرصاص ومنها ما يحتاج الى حرارة اقوى من تلك كالذهب والفلاذ والحديد ومنها ما لا يذوب الا بحرارة صناعية مخصوصة كالبلاتين فانه لا يذوب الا بتسلط تيار لهب مكون من جزئين من نماز الايدروجين وجزء من الاوكسيجين والاجسام التي لا تذيب باقوى ما يمكن من الحرارة كالتنانير مثال لها العاصية كالبلاتين والروديوم ويمكن اذابتها بتسلط تيار كهربائي قوى جدا فانه بواسطة ذلك اذيب الفحم الخشبي الذي هو اكثر الاجسام استعصاء عن الذوبان والمعالم هال اذاب كاربونات الكلس اى الرخام بدون ان يستحيل او لا الى كلس بايقاعه عليه كبسا شديدا دفعا بحيث لم يتمكن حمض الكاربونيك الذي فيه من ان يتطاير حتى يستحيل الرخام الى الكلس وفعل ذلك في كثير من المواد الخارجة من البوالب كان اى جبال النار ومتى نقصت درجة الحرارة المذيبة للاجسام او الموجبة لسيولانها عادت الاجسام لحالتها الاولى شيئا فشيئا فاما اذا عرض لبرد كاف لان يجمده فيجمد وصار جليدا في درجة الصفر نعم الماء الراكد النقي جدا قد ينزل عن الصفر بربع درجات اوست بل عنمر ولا يتجدد لكن يكون مهيماً للتجمد بمعنى ان ادى حركة تحصل في السائل اوفى آثاته تعقد البلورات الاولى للتجدد

المبحث الثانى في غليان السوائل

حيث كانت قوة التماسيل في السوائل قليلة جدا فلا تسخن الا بوضعها امام

النار او عاكسها كما رمى سخنت منها اجزاء ثم ددت وخفت وصعدت فيما بين
بقية الاجزاء فيكون منها تيار صاعد يظهر ويقوى كلما شتدت مهوتتها
وبقية الاجزاء تظهرها بطة الى الاسفل ويتكون منها تيار نازل ثم اذا كثرت
الاجزاء الصاعدة تجمعت وتراحت في الصعود وقابلتها الاجزاء النازلة
فتضطرب جملة السيل ويسمع له ازيز هو الغليان والفواقع المرتفعة في ذلك
الوقت تكون متكونة من البخار الذي قوة انتشاره مساوية لقوة الضغط المحيط
به زلوا لذلك لما ارتفعت تلك الفواقع واعلم انه متى تغير الضغط تغيرت
درجة الحرارة اللازمة للغليان فالاماكن المساوية لسطح البحر في الارتفاع
والضغط الجوي فيها ٧٦ ر يغلي الماء فيها في مائة درجة والجبال التي فيها
الضغط الجوي ٣٧ ر يغلي الماء في خمسين درجة والجبال العالية عن ذلك
يغلي فيها الماء في اقل من ذلك واغرب من ذلك ان الماء الذي درجة حرارته
ثلاثون اذ اوضع في اناء تحت ناموس الالة المفرغة وعمل الفراغ حتى دل مخبر
الالة على ان الفراغ ثلاثون من ميللى ميتر غلا الماء كانه على نار قوية جدا ثم بعد
قليل ينقطع الغليان بسبب ان البخار يملأ الفراغ فيضغط على الماء فيمنعه الغليان
فاذا رفع هذا البخار بتشغيل الالة تجدد الغليان واغرب من ذلك ان يغلي الماء
في الالة المذكورة وهو في درجة صفرا اذا امكن تحصيل الفراغ فيها حتى يدل
المخبر على ان الضغط حينئذ ميللى ميتر واحد غير انه من حيث ان البخار
دائما يصعد وينسبب عنه الضغط لا يمكن استمرار ذلك والتجربة الاتية التي
يغلي فيها الماء الساخن من الماء البارد تدل على انه بدرجة قيص الضغط على
السائل قد يغلي وهو في درجته المعتادة وهي ان تؤخذ كرة طويلة العنق
كالمرسومة في الشكل (٢٤٠) المرسوم عليها د ويملا نصفها ماء ويغخن الى
الغليان فيخرج منها الهواء ثم تسد وتقلب كما هي مصورة في الشكل المذكور
فاذا صب على قعرها بعد لحظة ماء بارد في درجته المعتادة بواسطة انبوبة
منتفخة الوسط كالمرسوم عليها ل رجع الغليان للماء الذي في الكرة حالا
وذلك لكون الماء البارد يجمد البخار الضاغط على السيل ومما ذكره يعلم ان

الدرجة التي يغلي بها الماء ليست واحدة في جميع محال الارض بل هي مختلفة على حسب الضغط الجوي الذي يظهر في الباروميتر وكلما ضعف الضغط الجوي اسرع غليان الماء في البلدة المسماة كيتو التي هي قرب خط الاستواء يغلي الماء في ٩٠ درجة وفي مدينة الماكسكومن الاميريكا الشمالية يغلي في ٩٢٫٣ وفي باريز يغلي في ٩٩٫٧ وفي بلاد الموسكوب يغلي في ٩٩ وفي مدريد قاعدة اسبانيا يغلي في ٩٧٫٨ وبالجملة فاذا عرف ارتفاع الباروميتر في محل سهلت معرفة درجة الحرارة اللازمة لغليان الماء في ذلك المحل بطريق النسبة بان ينسب الضغط الموجود في ذلك المحل الى الضغط الطبيعي الذي هو ٧٦٠ وتعلم منه درجة الغليان في ذلك المحل بالنسبة لدرجته المعتادة التي هي ١٠٠ ويسخرج ذلك بالاربعة المتناسبة فاذا كان الضغط في محل ٧٥٠ كانت درجة الغليان ٦٨٤ و ٩٨ ويرسم هكذا ١٠٠ : ٧٥ : ٧٦ : ١٠٠ : س = ٦٨٤ و ٩٨ وكذا اذا عرفت درجة الغليان في محل وجهل الضغط الجوي فانه يعلم بطريق الاربعة المتناسبة فاذا علم ان الماء يغلي في محل في درجة ٩٨ كان الضغط الجوي في ذلك المحل ٤٨ و ٧٤ ويرسم هكذا ١٠٠ : ٩٨ : ٧٦ : س = ٤٨ و ٧٤ وبهذه الطريقة ايضا تسخرج الفروق الحاصلة من ثقل الجواهر التجربة فاذا راينا ان الاثير سولفوريك غلا في درجة ٣٠٢ و ٣٧ من الحرارة وكان الضغط الجوي ٧٥ واردا ناعرف درجة غليانه بالضغط المعتاد استخراجناه بالاربعة المناسبة ويرسم هكذا ٧٥ : ٣٠٢ : ٣٧ : س = ٨ و ٣٧ هي درجة غليانه في الضغط المعتاد وقد ذكرنا انه متى نقص الضغط سهل الغليان فيعلم منه انه متى زاد الضغط عسر الغليان بسبب مدافعة الضغط الجوي لفواقع البخار فتتبعها الصعود فعلى ذلك لو سخن الماء بآلة قوية جدا في اناء اسطوانى من نحاس او حديد وكان فيه فتحة صغيرة ذات صمام موضوع عليه صنج بحيث نضغط عليه ضغطا يساوى عشرين جوا او ثلاثين او خمسين امتنع الغليان لان البخار الحاصل فوق السائل من حيث انه لا يمكنه الانطلاق يكون ضاغطا على

السائل فيمنعه الغليان ولذا ان لم يكن في الاناء مثانة فرقع واسكرولو
 فتح الصمام لاندفع البخار بقوة وارتفع من عشرين قدما الى ثلاثين وهذا الاناء
 هو المسمى بطنجير بابار او بطنجير بابان لانه هو الذي اخترعه من نحو قرن
 لباين العظام وله ارج ونحوه في مائه الحار الذي في بطنه وكان سببا في اختراع
 الاوتوكلا وى الطنجير الذي ينقل بنفسه وهو آتاء كالسابق له صمام صغير
 ذو لولب قوى وفكته بيضية يرميها عطاءا كبر منها يحكم وضعه بحيث
 يسد ما اذا دفعه البخار الى اعلا وتجزه حوائى تلك الفتحة وهذا معنى
 الاوتوكلا ~~الذي~~ ينسد بنفسه ثم اركان السوائل محلولا فيها
~~بمواثر~~ غريبة استاج غليانها الى زيادة حرارة المائل المحلول فيه ملح الطعام
 لا يغلى اذ في درجة ١٠٩ والمحلل فيه ملح البارود لا يغلى الا في ١١٥
 والمحلل فيه طرطرات البوتاس لا يغلى الا في ١١٦ والمحلل فيه
 تحت كاربونات البوتاس لا يغلى الا في ١٤٠ ومع ذلك فالبخار لا يكون
 الا من الماء فقط وليس فيه شئ من تلك الجواهر فان كانت الجواهر الغريبة
 مما لا ينحل في الماء كالرمل لا يحتاج غليانه الى زيادة الحرارة وماله تأثير في درجة
 الغليان طبيعة الا ولى التي يكون فيها السائل فاذا كان في اناء من زجاج
 كان غليانه ابطأ مما اذا كان من معدن وعلة ذلك هي زيادة التصاق اجزاء
 السائل بالاناء عند ملاسة سطحه فتحتهاج الحرارة حينئذ الى زيادة قوة بها
 يتصل السائل عن ذلك السطح حتى يحصل الغليان والسائل لا يفصل عنها
 الا بركات قوية ربما احدثت من بعض السوائل الثقيلة كالاسيدسوافوريك
 كسر الاناء والذى يمنع هذا وضع قطعة من جسم خشن يشعل مرور فواقع
 السائل وقت تسخينه لان الفواقع اذا لامست الخشونة تكون اقل ثباتا
 مما اذا لامست النعومة ومن اغرب ما يشاهدانه لو سميت بودقة من زجاج
 ومعدن حتى اجرت احرا رابضا ثم اسقط فيها بعض قطرات من الماء الذي
 لتكون تلك القطرات كرات تسكن لحظة او تدور على نفسها بسرعة ولا تغلى
 ولا يدرك لتساقص حجمها فاذا رفعت البودقة عن النار ورجعت الى الاحرار

الاسمرغلام بقوة دفعة ولتذف من كل جهة

المبحث الثالث في الابخرة

اذا غلى سائل وكان مكشوفاً للهواء نصاعداً بخاراً من وقت الغليان ولا تزيد درجة حرارته حينئذ ولو كثرت مهمما كثرت بل تكون موجهة الى قوة التصعيد وسيأتي ان اجراماً واحداً من بخار الماء يحمل مقداراً عظيماً من الحرارة الكامنة بحيث يكفي لان يسخن خمسمائة وخمسين اجراماً في درجة واحد فوق الصفر ولو وضع تحت ناقوس الآلة المفرغة اثناء واسع من زجاج محتوي على مقدار من الاسيدسولفوريك المتركز ووضع اعلاه ببعض قرانيط على فيه سببة زئبقية جفنة معدنية رقيقة مسطحة فيها بعض اجرام من الماء ثم عمل الفراغ غلاماً فاذا دورم على تشغيل الآلة لعمل الفراغ ما يمكن ان يظهر بعد بعض دقائق في الجفنة بلورات ابرية من جليد ثم يجمد الماء كله وذلك حاصل من انه كلما تكون شيء من بخار الماء نشربه الحمض فتصير استحالة البخار اسرع وتناقص حرارة الماء ازيد فيجمد الماء والدليل على ان البخار يتصاعده يجذب معه مقداراً عظيماً من الحرارة ان السوائل الطيارة اى التى تصعد بخاراً كالخيل والاذى لى كوال والايثير اذا وضعت على الجلد احس ببرد شديد في لمها وما ذاك الا من جذب البخار جزءاً من حرارة الجلد واذا اخذت قنبينة صغيرة جداً في حجم الآلة رقيقة الجدران ودلى نصفها ماء ثم لفت بقطن ورش على ذلك القطن ايثير ثم ربط في عنقها خيط واديرن كالمقلاع بعض دقائق لاجل سرعة تصاعد البخار جرد الماء الذي فيها ومن الطيار جرد الاسيدسولفوريك الخالى عن الماء بالكلية فاذا وضع مكشوفاً للهواء قريباً من طاسة فيها زئبق جرد الزئبق بعد بعض دقائق وهو لا يجمد الا من درجة اربعين تحت الصفر ومن المعلوم ان تبريد المشروبات انما هو بتصعيد البخار منها ولذلك كان من القليل التى يشرب منها في الديار المصرية معدة لتبريد الماء بسبب انه يترشح منها الماء لكثرة المسام فيها ويحيله الهواء بخاراً

سيما اذا كانت في مهب الهواء والتنفيس الجارى في الانسان من هذا القبيل
فهو واسطة بها تحفظ درجة حرارته على نسق واحد في جميع العروض حتى
في اشد ما حار ولذلك يحصل تعب زائد من الحرارة اذ لم يستحل العرق بخارا
بسهولة كما في زمن الهواء الرطب جدا واذا عرضت الدوائر للهواء
الحار اليابس المتحرل استحال الى بخار يبطى ان لم تكن اسطحها واردة
والاستحال الى البخار سريرا كما يشاهد في الارض المبتلة فانها تبرد
سريرا من الهواء لا تساع سطوحها وقد ذكرنا ان البخار يجتمع في الفضاء ويتكون
فيه والدليل على ذلك انه لو ادخل في فضا الباروميتر المنقلب في حوض الزئبق
مقدار يسير من الايتير ومن الماء بواسطة انبوبة منحنية الطرف لاستحال
الايتير والماء بخارا وهبط الزئبق فلو غمست انبوبة الباروميتر في الحوض اكثر
مما كانت ايضا غط الزئبق على المسافة المشغولة بالبخار لاستحال جزء من
ذلك البخار الى السيولة ثم ان الابخرة المتصاعدة من تأثير النار اياها قوة انتشار
عظيمة فهي الغازات دائما تتشرب فيما حولها من الفضاء حتى تصادف
ما يعوقها عن الانتشار ومن المشاهد ان الواحد المكعب من ميللى ميتر من
البخار يتشرب في مسافة آلاف من ميللى ميتر مكعبة من الفضاء فاذا كانت
الابخرة غزيرة والحرارة مرتفعة نشأ عن قوة الانتشار المذكورة تأثير قوي
خارق للعادة فتنفذ تلك القوة اجسام رائدة في انثقل وعظم الكتلة
وتكسر منها اجسام شديدة المقاومة جدا كما شوهد في انفجار الآلات المشغلة
بالبخار

المبحث الرابع في قياس قوة انتشار البخار

كيفية قياس قوة انتشار البخار ان تؤخذ انبوتان باروميتريتان وتغمسان
معاً في حوض من الزئبق ويدخل في الثانية منهما فوق الزئبق الذي فيها قليل
من الماء ثم يدخلان معاً في انبوبة سعتها من ثلاثة قرايط الى اربعة وطولها
ثلاثون قراطا تغمر من قاعدتها في الحوض ثم يوضع نهرها الماء حتى يجاوز

الانبويتين اللتين في باطنها بعدان يبرد حتى يصير تحت الصفر ثم ينظر
 في ارتفاع الباروميترين ويحفظ لكون الماء الذي ادخل من اعلا الزئبق
 في احدهما تكون منه قليل من البخار ثم يسخن ماء الانبوبة الواسعة بصب
 ماء حار فيها وينظر في فروق ارتفاع الانبويتين الباروميتريتين بحسب درجات
 حرارة ذلك الماء ومن حيث ان معهما في باطن الانبوبة اواسعة جملة عديدة
 من التيرمومترات ذات مستودعات طويلة معلقة في ارتفاعات مختلفة فتكن
 معرفة حد ارتفاعهما في كل درجة من درجات الحرارة من الصفر الى المائة
 ومن ذلك تعرف قوة الانتشار في كل درجة ايضا فاذا كررت هذه التجربة في
 سوائل مختلفة عرف ان بين قوة انتشار البخار في درجة الغليان وبين الضغط
 الجوي المعتاد الذي هو ٧٦ ميللى ميتر موازنة بسببها ينخفض زئبق
 الانبوبة الثانية التي هو فيها الى مساواة ارتفاع زئبق الحوض هذا ويمكن
 تعيين قوة انتشار البخار في درجات اعلان من المائة غير ان نتايج ما زاد عن المائة
 تكون مبهمه واما طريق تعيين قوة انتشار بخار الماء النازل عن الصفر اعنى
 بخار الجليد او الماء الذي في الصفر فهي ان تؤخذ انبويتان باروميتريتان
 وتغمران في حوض الزئبق كما مر لكن يلزم ان تكون الانبوبة الثانية التي
 يدخل فيها قليل من الماء منحنية من طرفها العلوى ليغمر هذا الطرف
 في مخلوط مبرد يوضع فيه تيرموميتريين درجة برود ذلك المخلوط وقليل الماء
 ينقص شيئا فشيئا حتى يزول لان البخار المرتفع منه من حيث ان له حال
 اتكون قوة انتشار اعظم من قوة انتشار البخار المتكاثف في اعلا المنحنى
 بسبب البرد ولا مانع من ذهابه الى هذا الطرف يذهب له وينجم فيه هـ حتى
 يزول بالكلية وفي بعض الاحيان قد تكون الاستحالة البخارية قوية فيجمد
 الماء اعلا الزئبق وحينئذ فلا يزول الا بعد زمن طويل فيستدل من ذلك على ان
 الجليد يصعد منه بخار واعلا الانتشار هو النقطة التي يبقى فيها البخار بدون ان
 يعود الى السيولة وهذا الجدول قوة انتشار البخار مرقوم فيه مقدار قوة
 الانتشار على اعمى بحدرة بالميللى ميتر ودرجة الحرارة على اليسار مقدرة

بالتيرسوميتر المائتي من عشرين تحت الصفر إلى مائة فوق الصفر ولذا قسمنا
إلى جدولين

جدول قوة انتشار البخار على حسب درجات الحرارة تحت الصفر

قوة الانتشار درجات الحرارة

٠, ٢٠ ١, ٣٣٣

٠, ١٥ ١, ٨٧٩

٠, ١٠ ٢, ٦٣١

٠, ٠٥ ٣, ٦٦٥

٠, ٠ ٥, ٠٥٩

جدول قوة انتشار البخار على حسب درجات الحرارة فوق الصفر

قوة الانتشار درجات الحرارة قوة الانتشار درجات الحرارة

٢٢ ١٩, ٤٤٧ ٠٢ ٥, ٧٤٨

٢٣ ٢٠, ٥٧٧ ٠٣ ٦, ١٢٣

٢٤ ٢١, ٨٩٥ ٠٥ ٦, ٩٤٧

٢٥ ٢٣, ٠٩٠ ٠٦ ٧, ٢٩٦

٢٦ ٢٤, ٤٥٢ ٠٨ ٨, ٣٧٥

٢٧ ٢٥, ٨٨١ ١٠ ٩, ٤٧٥

٢٨ ٢٧, ٣٩٠ ١١ ١٠, ٥٧٤

٢٩ ٢٩, ٠٤٥ ١٣ ١١, ٣٧٨

٣٠ ٣٠, ٦٤٣ ١٤ ١٢, ٠٨٧

٣١ ٣٢, ٤١٠ ١٧ ١٤, ٤٦٨

٣٢ ٣٤, ٢٦٦ ١٨ ١٥, ٣٥٣

٣٣ ٣٦, ١٨٨ ١٩ ١٦, ٢٨٨

٣٤ ٣٨, ٢٥٤ ٢٠ ١٧, ٣١٤

٣٥ ٤٠, ٤٠٤ ٢١ ١٨, ٣١٧

درجات الحرارة	قوة الانتشار	درجات الحرارة	قوة الانتشار
٦٠	١٤٤,٦٦٠	٣٦	٤٢,٧٤٣
٦١	١٥١,٧٠٠	٣٧	٤٥,٠٣٨
٦٢	١٥٨,٩٦٠	٣٨	٤٧,٥٧٤
٦٣	١٦٥,٥٦٠	٣٩	٥٠,١٤٧
٦٤	١٧٤,٤٧٠	٤٠	٥٢,٩٩٨
٦٥	١٨٢,٧١٠	٤١	٥٥,٧٧٢
٦٦	١٩١,٢٧٠	٤٢	٥٨,٧٩٢
٦٧	٢٠٠,١٨٠	٤٣	٦١,٩٥٨
٦٨	٢٠٩,٤٤٠	٤٤	٦٥,٦٢٧
٦٩	٢١٩,٠٦٠	٤٥	٦٨,٧٥١
٧٠	٢٢٩,٠٧٠	٤٦	٧٢,٣٩٣
٧١	٢٣٩,٤٥٠	٤٧	٧٦,٢٠٥
٧٢	٢٥٠,٢٣٠	٤٨	٨٠,١٩٥
٧٣	٢٦١,٤٣٠	٤٩	٨٤,٣٧٠
٧٤	٢٧٣,٠٣٠	٥٠	٨٨,٧٤٣
٧٥	٢٨٥,٠٧٠	٥١	٩٣,٣٠١
٧٦	٢٩٧,٥٧٠	٥٢	٩٨,٠٧٥
٧٧	٣١٠,٤٩٠	٥٣	١٠٣,٠٦٠
٧٨	٣٢٣,٨٩٠	٥٤	١٠٨,٠٧٠
٧٩	٣٣٧,٧٦٠	٥٥	١١٣,٧١٠
٨٠	٣٥٢,٠٨٠	٥٦	١١٩,٣٩٠
٨١	٣٦٧,٠٠٠	٥٧	١٢٥,٣١٠
٨٢	٣٨٢,٣٨٠	٥٨	١٣١,٥٠٠
٨٣	٣٩٨,٢٨٠	٥٩	١٣٧,٩٤٠

قوة الانتشار درجات الحرارة

٨٤	٤١٤,٧٣٠
٨٥	٤٣١,٧١٠
٨٦	٤٤٩,٢٥٠
٨٧	٤٦٧,٣٨٠
٨٨	٤٨٦,٠٩٠
٨٩	٥٠٥,٣٨٠
٩٠	٥٢٥,٢٨٠
٩١	٥٤٧,٨٠٠
٩٢	٥٦٦,٩٥٠
٩٣	٥٨٨,٧٤٠
٩٤	٦١١,١٨٠
٩٥	٦٣٤,٢٧٠
٩٦	٦٥٨,٠٥٠
٩٧	٦٨٢,٥٩٠
٩٨	٧٠٧,٦٣٠
٩٩	٧٣٣,٤٦٠
١٠٠	٧٦٠,٠٠٠

المبحث الخامس في معرفة كثافة البخار

الكيفية التي عين بها ذلك المعلم غالباً لو سألنا أن تؤخذ قنينة صغيرة جداً من زجاج تكون جدرانها في غاية الرقة وطرفها الاعلى دقيقاً كالمرسوم صورتها في الشكل (٢٤١) وتوزن ثم تملأ تماماً كلياً بالماء النقي بار تسخن ثم يغمس طرفها المستدق وهي ساخنة في الماء فتحتلى كما هي كيفية امتلاء التيرموميتر ثم تسد وتوزن ثانياً وي طرح وزنها الاول من الثاني فتبقى زهر الماء فقط ثم توضع

تلك المنيعة تحت الجبار ج ج المرسوم صورته في الشكل (٢٤٢)
 المنقسم إلى درجتان متساوية المملوءة زيتقا المناس في طست من حديد ر
 فيه زيتق ايضا موضوع على تنور ثم يوضع الجبار في اسطوانة واسعة من
 زجاج م قاعدتها في زيتق المناس وتربط تلك الاسطوانة على خسبة
 بجانبها لـ لتبقى منتصبة ثم تملأ ماء ويوضع فيها تيرموستات ذات فتاح
 طويل ثم يسخن زيتق الطست فيسخنه يسخن ماء الاسطوانة وزيتق
 الجبار وماء القنينة وتنكسر القنينة فيستحيل الماء الذي كان فيها لكونه قليلا
 في الحال الى بخار يصعد في اعلا الجبار فيخفف الزيتق الى اسفل في حينئذ
 فيقاس بدرجات الجبار ارتفاع عمود الزيتق الباقي فيه سبتا بأب قياس من
 سطح زيتق الطست وحينئذ فاد احسبت درجة حرارة الزجاج عرفت كثافة
 البخار وسقار المسافة التي شغلها وهو بخار بالنسبة للمسافة التي كان شاغلا
 لها هو ماء اذ بمعرفة زنة الماء يعرف سعته المكعبة وحجم البخار الحاصل عنه
 ومنفعة المسطرة المدرجة ص ادرالقياس سطح الزيتق ادرالقياس
 ومن هذه الطريقة علم ان الماء الذي درجة حرارته مائة وضعت الجو عليه
 ٧٦٠ من ديللي ميتر يشغل بخاره مثل حجمه ١٦٩٦ مرة
 وذلك يدل على زيادة قوة الانتشار للبخار ومثل البخار في هذه القوة غيره من
 الهواء والغازات ورجوع البخار سيما لا يتسبب عن الضغط والتبريد اوسيل
 الجوار لان نتجه او تختلط وقد ذكرنا بعض ذلك فيما سبق .

بالمبحث السادس في الآلات البخارية

فراستنتج من معرفة قوى الانتشار والمرونة للبخارة طريقة تحريك الآلات
 بها ولذا ان نسبت اليها وسميت بالآلات البخارية وسبب حركة هذه الآلات على
 اختلاف انواعها وكثرة تركيبها ارتفاع وانخفاض مكبس يتحرك في جوف
 اسطوانة بطلمبة في كل من هذه الآلات متصلة بطنخير كبير يتكون فيه بخار
 الماء من النار الموقدة تحت ذلك الطخير ولتلك الاسطوانة حنفيان احدهما

ينفذ منها البخار تحت المكبس ايصعد به ثم تغلق والثانية يوصل بها الماء البارد الى
باطن الاسطوانة لئلا يتسكف البخار فينزل المكبس وصعود المكبس ونزوله من
حيث انهما بالارادة فيحتاج فتح الحنفيتين وغلقهما لانتباه عظيم مستمر وقد
اتقن هذه الآلة واصلحها المعلم وت جعل المكثف انبوبة كبيرة تكون
قرب الاسطوانة يتصكف فيها البخار وجعل لكل من الحنفيتين ضماما
يتحرك بنفسه فلا يحتاج جميع الآلات في تشغيلها الا لشخص او اثنين
للملاحظة سيرها وادوام ابقاء النار وجعل جميع القطع اللازمة لتشغيلها
وتوجيه سيرها الى جهة المقصد مرتبة في سوق المكابس ومن زيادة اتقانه
ان جعل للطبخير انايب آمن لها اصمامات مثقلة بوزنات على حسب المقاومة
التي للحرارة في البخار فاذا اشتد البخار في الطبخير زاد عن المطلوب فتحت هذه
الصمامات ليخرج منها قبل ان يحصل الانفجار الخطر جدا ولزيادة الامن كثيرا
ما يجعل في ناحية من الطبخير قطعة من مخلوط معدني قابل لان يذوب قبل
وصول الحرارة الى قدر يخشى منه الانفجار هذا وبظهره الآلات البخارية
استعان الناس على قضاء اشغال شاقة لم تكن تدرك لهم قبل وتوسعوا فيها حتى
ادخلوها في الحرف والصنائع الشاقة ونالوا منها الفوائد الجملة فمن نحو عشرين
سنة ظهرت مراكب النار التي تقطع ابعاد المسافات في اقرب وقت ولا مانع لها
من مقابلة هواء او حدوث نوء او غير ذلك وكذلك اعد بانات البخار التي تقطع
المسافات العظيمة في لمح البصر ونسير على طرق من جديد وبالاطلاع على
الآلات البخارية يرى الانسان انه يكتسب بقوة البخار من الوصول للمقاصد
وادرأه الرغائب ما لم يكن يخطر له بالبال ولا يصوره له المثال مع الراحة واللذة
وعدم التعب والفرح بنيل المطلوب في اسرع وقت

تمت في بيان حرارة البخار

اذا اسلط بخار الماء على ماء معلوم الزنة ثم زاد وزن ذلك الماء علم ان تلك الزيادة من
استحالة البخار المسلط عليه الى المائية وقد علم بالتجربة ان ما يخرج اجرام من بخار

حرارته مائة درجة تجذب معها حرارة كافية لان ترفع حرارة خمسمائة وخمسين اجراما من الماء من صفر الى مائة درجة فيه ~~يكون~~ الاجرام الواحد يسخن خمسمائة وخمسين اجراما من صفر الى درجة واحدة ويعلم مما سبق ان البخار متى انتقل الى حالة السيولة ترك حرارته ولدا يستعملون البخار الماء في التسخين الا ما كن كالحمامات

الفصل الخامس في تولد الحرارة والبهودة من ينوعهما الكلام على ما يولد الحرارة

جميع الغازات اذا ضغطت انطلقت منها الحرارة والدليل على ذلك الزند الهوامى الذى هو اسطوانة من نحاس مرسوم صورتها في الشكل (٢٤٣) وترى في الشكل المذكور كانها مقطوعة من اعلا الى اسفل وفي جزئها الاسفل قطعة من معدنها كالصمام ب يوضع في نقطة د منها قطعة من الصوفان ولها مكبس ينزل فيها ملامسا لحد رانها باستحكام فاذا رفع المكبس الى نقطة ص وانزل دفعة واحدة بقرعة قوية على يده ي التهب الصوفان من الحرارة المتولدة من ذلك ومثل الهواء في توليع الصوفان الاوكسيجين والكلور دون غيرهما من الغازات فانها العدم قوة الالتهاب فيها لا تولعه وانما تسخنه فان تخلخلت الغازات جدا تولد عنها بدل الحرارة البرد بدليل انه لو عاق مقياس حرارة في وسط ناقوس آلة مفرغة ثم عمل الفراغ رايت انه كلما امتص الهواء هبط المقياس حتى ينزل الى ثمان درج او عشر تحت الصفر اذا كان المقياس قوى الاحساس وكما رجع الهواء في الناقوس رجعت الحرارة شيئا فشيئا حتى تعود لحالتها الاولى وما يولد الحرارة في الاجسام القرع عليها فاذا طرق على معدن بمطرقة على سندان او طرق بالالة التي فيها سكة المعاملة على قطع المعاملة او مشاخص التشرىف المسماة بأفرنساوى مدايل وهى قطع معدنية ينقش عليها علامة الشرف سخن ذلك المعدن المتطرق سيما الفضة والنحاس فانها اقوى المعادن في التسخين بالطرق وسخونة الماء من الطرق في المرة الاولى اكثر منها في المرة الثانية وفي الثانية اكثر من الثالثة وهكذا حتى

لا يبقى محل لتقارب الاجزاء من بعضها فلا يحدث الطرق فيها حينئذ حرارة
اصلا ومما يولد الحرارة في المعادن وغيرها من الاجسام الصلبة كالخشب
الدلك والاحتكاك الا ترى الى مدور الجلة في العربات حيث يشتعل اذا ادير
على محوره بسرعة ولذا يدهنونه بالشحم ونحوه لتلطيف الاحتكاك وخفته
والخشب اذا احتك يعضه التهاب والصوان الرقيق الطرف اذا احتك به الزناد
عند القدح خشنه وفصل منه اجزاء لطيفة فيها حرارة كافية لان تلتهب في الهواء
واذا برد بالمبرد جسم مركب من جزء من الحديد وجزئين من الانتيوم خرج منه
شرر وهو الاجزاء المنفصلة بالمبرد التهب في الهواء بسبب حرارتها الحادثة من
الاحتكاك واذا وضع البلاتين وهو في درجة الحرارة المعتادة في مخلوط من
الايدر وجين والهواء بعض لحظات التهب حتى يحمر بل يبيض اذا كان
ذلك البلاتين سلكا رقيقا جدا او صفايح رقيقة او مسحوقا او مخرفشا على هيئة
الاسفنج وسبب ذلك احتراق الايدر وجين ويستمر ملتهبا مادامت الاجزاء
القابلة للاحتراق التي هي الايدر وجين والهواء موجودة ويعسر الوقوف
على السبب الحقيقي الموجب له هذا الاحتراق من ذاته ومما يولد الحرارة
في الاجسام الكهربية كما مر في محله وكذا اغلب الاتحادات الكيميائية فانها
تحدث حرارة وفي بعض الاحيان ضوء ايضا فاذا خلط اربعة اجزاء من
الاسيد سولفوريك المتر كيزيمز من الماء تكون عنه مخلوط درجة حرارته مائة
بل وزيادة واذا اتحد الخض المذكور بالبوتاسا او الصودا ونحوهما تولدت
عن ذلك حرارة واذا سحق الزرنج او الانتيوم وذرا حدهما على غار الكلور
حصل منهما حرارة وضوء وكذا اتولد الحرارة من صب الاسيد سولفوريك
على مخلوط من كلورات البوتاسا والجاوى ثم يأخذ المخلوط في الانتهاب شيئا
فشيئا بالجملة فالانقصاد دائما يحصل من اتحاد الاوكسيجين او الكلور
او نحوهما بجسم آخر وعلى ما ذكرنا فوجد طرق عديدة لتوليد الحرارة غير
ان ينبوعها الاعظم هو الشمس المدة لنا بالحرارة وان كان مقدارها يختلف
باختلاف الفصول والاقاليم اعني بالنسبة للبعثة والحرارة الشمس اليومية

والسنوية فن حيث ان الشمس تقع على القطبين بانحراف تكون اما كنهما
في برودة مجمدة ومن حيث انها تقع على خط الاستواء مستقيمة تكون اما كنه
في حرارة محترقة

الكلام على ما يولد البرودة

اذا خلط جزؤ من الملح المعتاد بجزء من الثلج او الجليد المجروش ماع المخلوط
ونزل الى سبع عشرة درجة تحت الصفر فان كان جزئين من الثلج وجزء من الماء
نزل الى عشرين تحت الصفر وهذا حاصل من ميل الملح للماء ومن ~~كون~~
الاجسام الصلبة اذا انقلت للسوائل كنت حرارتها وتشربت حرارة مما حولها
وقد ذكرنا ان الجليد يحتاج في ذوبانه الى حرارة كثيرة فبكانه يتشرب حرارة
ما حوله حتى نفس المخلوط ولذلك تنزل درجة المخلوط ويأخذ في البرودة الزائدة
ويتجدد واذا خلط ثلاثة اجزاء من كلور الكسيوم المسمى ايضا كلور وايدرات
الخير بجزء من الثلج لحدث عن ذلك برد من تسع واربعين درجة تحت الصفر
الى ثمان وخمسين سيما اذا برد كل على حدته قبل الخلط بان عرض ~~كل~~
منهما البرد درجته عشرون تحت الصفر بواسطة الثلج والملح واذا خلط جزء آن
من الكلور وور المذكور بجزء من الثلج حدث برد من خمس واربعين الى خمس
وخمسين تحت الصفر ولو خلط عشرة اجزاء من الاسيد سولفوريك المضعف
بالماء بجزء من الثلج كان المخلوط في درجة ستين بل ثمان وستين تحت الصفر
فلو كان المخلوط بجزء من الحمض المذكور بجزء من الثلج او الجليد المجروش لكان
البرد الناشئ عن ذلك في درجة خمسين تحت الصفر ولو خلط اربعة اجزاء من
البوتاسا بثلاثة من الملح او الجليد لكان البرد الناشئ من ذلك في درجة ثمان
وعشرين تحت الصفر والبرد الناشئ من خلط اثني عشر جزء من الثلج او الجليد
بخمسة اجزاء من الملح وخمسة اجزاء من نترات النوشادر يكون من سبع
وعشرين الى احدى وثلاثين تحت الصفر وخلط الثلج بحامض النيتريك الخفيف
بالماء يسبب بردا من سبع عشرة درجة الى ثلاث واربعين تحت الصفر فعمل من

ذلك ان هذا الخلط كله موله للبرودة

خاتمة في بيان الحرارة الحيوانية

معرفة الحرارة في الحيوان مهمة جداً وتوضيح الكلام فيها يستدعي تطويلاً زائداً لا يسعه هذا المختصر ومن زمن طويل عملت فيه تجارب وبيانات كثيرة بقصد الوقوف على كيفية تكونها في الحيوان ومن اين تأتي اليه ولم يتضح لهم ذلك ايضا كما غير ان آخر ما استنتج من التجارب الاخيرة التي علمها ديبويه مع الانتباه الكافي منه وانحط عليه الامر ان اكثر هذه الحرارة حاصل في الحيوان من التنفس وباقيها من التغذية وحرارة الدم واحتكاك الاجزاء الجسم ببعضها ومما نتج من هذه التجارب وانحط عليه الامر ايضا ان الاوكسيجين الداخل في الرئة بالتنفس يدخل جزؤه في البدن مع الدورة ويتصاعد بدله من الازوت وجزؤه يدخل في تكوين الكاربونيك ويخرج معه باخراج النفس فان الهواء الخارج باخراج النفس يشتمل على ستة اجزاء من مائة من حامض الكاربونيك واهم من معرفة الحرارة في الحيوان معرفة كونها في كل نوع من انواعه بدرجة لا تتغير بتغير الفصول ولا تختلف باختلاف الاماكن فهي في انواع الحيوان في اشد الاقاليم برودة كما هي فيها في اشد حرا لا تتغير ولا بدرجة واحدة لانها ان خرجت عن حدها في الحيوان ولو بدرجة واحدة اضررت به ولو لذلك لما مكن الانسان ان يعيش في غير الاقاليم التي ولد فيها ولا ان ينتقل الى غيرها واهم في كل نوع من انواع الحيوان درجة معلومة بالاستقراء على ما يأتي في الجداول فلكل من الطير في الهواء والاسماك في البحار درجة مخصوصة وكل من المرض والحمية لا يغير درجة الحرارة في الجسم عن الحالة الصحية الا بسيरा بحيث لا يبلغ اكثر من درجة وقد امتحن درجة الحرارة في الحيوان المعلم بوخندادوى احد السواحين الانجليز فوجدوها في اهل بلاد السيلان واهل الهوتانتون بالافريقية وفي سودان المواد كما هو في قسمي بدها ببلاد الهند الذين لا يأكلون

الاخضر ارات وفي الريد الذين لا ياكلون الا اللحوم كانوا واحده تسكادان لا
تختلف ووجدان انزل درجة في هؤلاء ما وجدته في شخصين من اهل هونان تون
في رأس الرجاء فكانت درجة الحرارة فيهما ٣٥ و ٨ من المقياس المائتي
وان اعلا درجة ما وجدته في طفلين من الاوربا مولودين في كاوتوبوسن احدهما
ثمان سنين وسن الاخر ثنتا عشرة سنة واستنتج من استقرائهم لافانواع الحيوانات
الحد المتوسط لكل نوع من انواعه في اما كن درجة حرارتها ١٥ و ١٥ من
المقياس المائتي ووضعه في هذا الجدول

درجات الحرارة

انواع الحيوان

٣٧, ١٤	تسع ادميات سن الواحدة ثلاثون سنة
٣٧, ١٣	اربع ادميات سنهن ست وستون سنة
٣٩, ٩٩	اربع شابات سنهن ثمان عشرة سنة
٣٥, ٠٦	ثلاثة اطفال سنهم من يوم الى يومين
٣٩, ٠٧	قرد
٣٩, ٤٨	كلب له ثلاثة اشهر
٣٩, ٧٨	هر ذكر
٤٠, ٩١	اربع يومات فيها قوة الطيران
٤١, ٤٧	بومة بالغة
٤٢, ٩١	غرابان اسودان بالغان
٤٢, ٩٨	ثلاث حمامات
٤١, ٩٦	عصفور البرد بالغ
٤١, ١٧	غرابان من العقق
١١, ٦٩	سمكتان من اللبت
١١, ٥٤	سمكتان من الطائش

هذا آخر الجزء الاول من كتاب الطبيعة وباليه الجزء الثاني في كائنات الجوق

الجزء الثاني في كائنات الجو

المراد بكائنات الجو هنا جميع ما ينسب للكهربائية والمغناطيسية والضوء والحرارة فان هذا الباب معقود للبحث عن جميع الظواهر المنسوبة لهذه الفواعل الطبيعية الاربعة سواء كانت عادية مستمرة او نادرة وقتية موسمية وقعت في الجو او في الارض فالمرام من هذا الباب توضيح ما يقع حوالينا من العوارض التي تنسب لهذه الاربعة لا خصوص النواذر التي تقع منها في الجو وقد نسب المتقدمون وقوع مثل هذه الامور المدهشة والحوادث المفزعة الى قوى مجهولة واسباب غير معلومة بناء على ظنونهم الفاسدة وقصور همهم عن البحث في الاصول الطبيعية والطرق العلمية حتى يقفوا بها على حقائق الاشياء فكانوا يقولون ان ظهور النجوم ذوات الازناب ينذر بالمصائب والرعد صوت الله عند غضبه والشهب المارقة ارواح جارية الى السماء وغير ذلك من الاقوال الخترعة بعقولهم التي لا دلائل عليها ولا وجود لها في الارض ولا في السماء واما الان فقد هجرت هذه الازهام كما هي حرية بذل عند ذوى الافهام اذ لا يعقل ان يوجد شيء من كائنات الجو خارجا عن ادراك العقل له حتى ينسب وجوده الى توهم خوف او جهل سبب وفي هذا الجزء خمسة ابواب

الباب الاول في الجو

الجو هو الفضاء المحيط بكرة الارض الممتدة منها الى جهة العلوه من اثني عشر فرسخا الى خمسة عشر وهو مملوء بالهواء الذي لا يدرك بالحواس كما تدرك الاجسام الصلبة والسائلة ومنه ما يظهر على الارض والبحار من الرياح والموتفكات والعواصف ومن حيث انه حامل للسحاب يكون حاملا للامطار والصواعق ويوصل لنا ضوء الشمس وحرارتها وقدمران الهواء هو العنصر المغذي لجميع الموجودات وهو الذي يعطى اللون الازرق الجميل في جهة العلوه الذي تسميه العامة بالقبة السماوية تشبها به بالقبة وتشاهد الكواكب من خلفه وبعده لا يرى الاسود وهناك يكون الفراغ الغير المتناهي

والجو والهواء شئ واحد وهو الذي يعين نقله بالباروميتر في جميع اجزاء الكرة ثم انه قد سبق ان الباروميتر اذا كان في حالة الانتظام يكون علو عامود الزئبق فيه ٧٦ سنتيمتر فاذا كانت قاعدة العامود المذکور سنتيمترا واحدا كان العمود كله ٧٦ سنتيمتر مكعبا من الزئبق ووزنه هذا المقدار من الزئبق تساوى حاصل ضرب حجمه في نقله ويرسم هكذا $13,09 \times 76 = 1000$ اي كيلوا جرام واحد وثلاثة وثلاثين من ميللي ا جرام فينتج من ذلك ان كل عامود هوا يساوى قطر عامود زئبق قاعدة سنتيمتر واحد يكون وزنه 1000 اي كيلوا جرام واحد وثلاثة وثلاثين من ميللي ا جرام فاذا اريد معرفة زنة هوا الجوى بتمامه فليتنظر كم يوجد على سطح الكرة من سنتيمتر ويضرب في 1000 اعنى كيلوا جرام وثلاثة وثلاثين جزء من الف من كيلوا جرام والحاصل من ذلك يكون زنة الهواء الجوى بتمامه وقد تحقق بالحساب وببحث المسافرين ان شعاع الكرة 6366740 ميتروا و سطح الكرة نحو $100000 + 100000$ اي مائة الف ميرياميتر مضروبة في عشرة آلاف ميتروا والحاصل من ذلك بليون امتار ويرسم هكذا $100000 \times 100000 = 10000000000$ وزنة الهواء لكل ميرياميتر اى لكل عشرة آلاف ميتروا من المسافة مليون ادنان من الهواء مضروب في مليون والذن يسع الف كيلوا جرام من الهواء ومن حيث ان سطح كرة الارض مائة الف ميرياميتر يلزم لتحصيل مقدار هوا الكرة ان تضرب المائة الف في العدد الحاصل من ضرب مليون ادنان في مليون ويرسم هكذا $100000 \times 10000000000 = 1000000000000$ ادنان $1000 + 1000000000000 = 1000000000000$ كيلوا جرام اجرام والحاصل 1000000000000 اجرام والباروميتر المذکور لا يعرف به وزن الهواء فقط بل تعرف به ايضا التغيرات العارضة في الهواء من اختلاف مقادير الاجزرة والاشياء المتصاعدة معه

في كل جهة من الكرة والبلاد التي استنارت عقول اهلها بالعلوم والمعارف
يبحث فيها كل يوم عن تغيرات الباروميتر فتجد اهل الى الاوربا يتأملون
في الباروميتر في اليوم اربع مرات في الساعة الثالثة قبل الزوال وساعة الزوال
والثالثة بعده والنابعة بعده ايضا فظهر من هذه التأملات المحررة يوما فيوما
مدة ١٤ سنة ان الارتفاع المتوسط للباروميتر في باريس ٥٦ و ٧٦ و .

اعني ستة وسبعين من سق ميتر وستة وخمسين من ميللي ميتر

الفصل الاول في الرياح

الرياح اهوية شديدة تمر بحركات قوية زائدة عن المعتاد وسببه دوران الهواء
ومروءة بشدة من محل الى آخر اذا وجد امامه فراغا بسبب تكاثف الهواء
الذي كان في المحل المنقل هو اليه وتراكمه على بعضه وسبب ذلك التكاثر امران
اما انخفاض درجة حرارة الهواء فيقل تمدده ويتكاثف ويتركز اكثر المحل الذي
كان مشغولا به خليا واما تجمع بخاء يحصل في الابخرة المنتشرة في الهواء
فيخلو محلها وهذا اقوى الاسباب فانك اذا تأملت فيما يقع في الاقاليم التي تحت
خط الاستواء ولوحطة واحدة عرفت ذلك فانا اذا فرضنا ان المطر الذي ينزل
هنا في لحظة من اللحظات كان قيراطا من الماء والمسافة التي وقع فيها المطر
عشرة فراسخ طولا في مثلها عرضا وان البخار اللازم لتولد قيراط من الماء
في المائة فرسخ يلزم ان تكون درجة حرارته عشرة فوق الصفر عرف قدر
الاضطراب الذي يحدث في الهواء عند وقوع هذا البخار مطرا وذلك لان البخار
الذي درجة حرارته عشر فوق الصفر يشغل وهو بخار مسافة قدر مسافته وهو
ماء مائة الف مرة فكان شاغلا لمائة الف قيراط في علو عشرة الاف قدم فاذا
تجمع وسال مطرا صارت هذه المسافة فضاء فيجري اليها الهواء المجاور بقوة
ليشغلها فتحدث الرياح ويستمر ذلك زمنا حتى يمتلئ ذلك الفضاء ويتعادل فيه
الهواء فيسكن ثم ان الرياح تنقسم الى مستمرة ودورية وغير منتظمة اما المستمرة
وتسمى بالانيزية اي المعروفة المعلومة التي لا تتغير فهي التي تهب من بين المدارين

على خط الاستواء وتمتد منه الى ثمان وعشرين اراثمتين وثلاثين درجة من
 الجانبين الشمالى والجنوبى ويندران نجاوز هذا الحد وتستمر فى اتجاه لا يتغير
 هو من المشرق الى المغرب وسيبها ان الشمس تسخن دائما الا ما كن المارة هى
 عليا فى خط الاستواء تسخينا شديدا ومعلوم ان سيرها من المشرق الى المغرب
 فيتم بها هذا الريح فى سيرها واما الدورية وتسمى بالموسون فهى التى تهب مدة
 اشهر فى اتجاه ثم تغير هذا الاتجاه فى مدة اشهر بقدر تلك الاشهر باتجاه مضاد
 لاتجاه الاول وهذه توجد فى المحيط الهندى عند منتهى حدود الرياح الاليزية
 تهب فى الجنوب من جهة المغرب مدة ستة اشهر ابتداءؤها بعد الاعتدال
 الربيعى بقايل وتهب فى الشمال من جهة المشرق مدة الستة اشهر الاخرى
 التى ابتداءؤها من بعد الاعتدال الخريفى بقليل وهى فى هذا الدور يابسة
 لطيفة وتغيرات هبوب الرياح الدورية لا تحصل فجأة لكنها تكون مصحوبة
 بموتفكات شديدة واما الغير المنتظمة فهى التى لا تلتزم زنادا لمدة وتهب
 باتجاهات مختلفة والموتفكات هى الرياح الشديدة جدار المرهب منها
 ما يظفر فى الاقاليم الحارة جدا وكنير اما تهب بهيجان غرب فى الشدة
 فى مسافات كبيرة فى الطول والعرض وهى المختصة بافراط السرعة
 فى السير فقد تبلغ سرعتها الى ان تقطع فى الساعة الواحدة عشرين فرسخا
 وتستمر بهذه السرعة الى ان تقطع مائة فرسخ او مائتين بل وثلاثمائة طولاً
 وكنير اما تقاب الالوية المثينة وتنفذ فى اجساما كبيرة من الاخشاب
 وادجار الى بعد عظيم

بسمت فى الاينوميتراى مقياس سرعة الرياح

هذه الآلة معدة لقياس سرعة الريح سواء المعنادة والموتفكات وهى انواع
 فيها اينوميترو ولف وهو طاحون صغير سريع الحركة يدور بالريح على محوره
 العامودى وصورته مرسومة فى الشكل (٢٤٤) فله اربعة اجنحة تتجه

بنفسها جهة مهب الريح بواسطة مقذاف م اذا صدمه الهواء والاختمة
المذكورة مثبتة في محور افقي ينتهي بكرة وبدوران هذا المحور تدور بحلة تدوير
عقربا مركبا على ربع وجه ساعة تعلم منه قوة الريح لان العقرب يكون عموديا
وقد سيكون الريح في طرف المحور الحامل للعقرب وله زنة معلومة بحبل يلتف
على ذلك المحور فاذا لم تتكمن الوزنة من الصعود على المحور الملتف عليه الحبل
دل العقرب بالزاوية التي يحدثها مع الخط العمودي على مقدار قوة الريح ومنها
ايثيوميتربوجير وهو قرص من الحديد رقيق كالنك محمول على حامل افقية
سهلة الحركة . ترتكز على محور عمودي اذا دار القرص بجهة الريح وارتفع
حرل لولبا او مييا يستفاد منها قياس قوة هبوب الريح

جدول سرعة الرياح في الساعة الواحدة

فراسخ	رياح
٦٢ و ١	الريح المعتدل
٤٥ و ٤	المتوسط في الشدة
١٦ و ٨	الريح القوى
٢٠ و ١٦	الريح الشديد جدا
٣٥ و ١٧	العواصف
٣٣ و ٢٩	الموتفكات
٦٢ و ٣٦	الموتفك الهادم للبناء القالع للاشجار

الفصل الثاني في الزوايا

الزوايا اعصارا راي ريح تهب كالعمود تجذب معها رمالا او مياه او ثلجا
او غيرها مما يكون في الارض التي تنشأ منها وسبب الزوايا لا يمكن الافصاح
عنه وهي في الغالب تكون في محال محدودة وكثيرا ما يصدر عنها امطار وتوجد
في جميع بقاع الكرة سيما في انقفار من افريقيا وتقع في ثلوج اسبيربار وفي مياه

البحار والخلجان وفي البحر المحيط الهندي سيما الذي بقرب شواطئ الصين
 والجاпон ووقوعها في البلاد الحارة اكثر منه في البلاد الباردة والمعتدلة
 وما يقع منها في البحار يسمى بالزوابع البحرية وفي الانهر والخلجان بالزوابع
 المائية ويقال للتي تقع على الارض ارضية وكيفية الجميع واشكالها
 متقاربة فان المائية ترفع ماء والارضية ترفع اتربة وغيرها مما يكون على وجه
 الارض وهي دائما تحفر الارض سواء كانت على هيئة عمود او مخروطي
 مقلوب وتلوي الاشجار وتكسرهما وتقلعها وترزبل ما اما منها من تراب واجزاء
 اشجار ونبات وغير ذلك فتكنس الارض في سيرها جاذبة معها ما ذكر الى
 السحاب ولو كان كتلا كبيرة ويبلغ علوها الف قدم بل الفين وسيرها في السرعة
 لا يكون على نسق واحد كما لا تتبع اتجاه الريح وقد تقذف الاشجار العظيمة الى
 خمسمائة خطوة او ستمائة ولو كان قطرهما هي ثلاثين قدما وعلوها اربعين
 او خمسين وقد تقلب الابنية ووجد بها اناس اقتلعتهم ودارت بهم
 وارتفعت والانسان اذا كان خفيفا ومرت به اذا لم يرقد على الارض حركته
 يمنة ويسرة وقلبته على الارض واقتلعت به وكثيرا ما يسمع للزوبعة الالفة
 قرعة مدهشة كصوت الاجار المتصادمة او كدوى المرافع وهذا الصوت
 يكون مختلط اذا كان على بعد ثم يتصح شيئا فشيئا على لحظات متفاوتة ثم
 بعد مدة تسكن وتلاشي من نفسها والزوابع البحرية يصحبها فوران في المياه
 فترفع معها وتسير على هيئة مخروطي منتصب فيرى في الهواء الذي
 فوقها سحابة شكلها مخروطي منقلب رأسه قريب من الامواج فيساوئيل
 السفن التي تعرض لها هذه الزوابع تنكسر صواريخها وتزق قلوبها وتقطع
 حبالها وكثيرا ما تبتلعها الامواج واذا انفجرت الزوبعة وهبطت قبل
 وصولها للسفينة شوهد في الماء ارتفاع عظيم كأنه بنيان عال على وجه الماء
 وكثيرا ما يعصف الريح المصاحب لها فيخرب انتظام آلات السفن ثم ان
 بعض الطبيعيين ينسب الزوابع للنايج الكهربيائية وبعضهم ينسبها للرياح
 مخصوصة

الباب الثمانى فى الابخره وما ينسب اليها من كائناات الجو

حيث كان الهواء مشتتلا على رطوبة كثيرة ينشأ عنها بعض اجسام تسقط من الجو جعلوا التبعين تلك الرطوبة ومعرفه مقدار انتشارها آلات تسمى ايجروميتر اى مقياس الرطوبة ومن حيث انهم جعلوه على انواع عمدتاله فى هذا الباب فصلا مستقلا مشتتلا على مباحث

الفصل الاول فى الايجر وميتر

هو كما ذكر آله لتعيين الرطوبة وقوة انتشارها وينقسم اولال ما بين ذلك بتكاثف البخار ويسمى بايجر وميتر التكاثف والى ما ينه بامتصاص البخار ويسمى ايجر وميتر الامتصاص ولنتكلم على ككل منهما على حده فنقول

مبحث فى ايجر ميتر التكاثف

هو مؤسس على ان يؤخذ اناء اسطوانى من زجاج شفاف ينشف ظاهره جيدا ويوضع فى محل درجة حرارته عشرون فوق الصفر مثلا ثم يوضع فى هذا الاناء ماء ريتك ليبرد بنفسه او يبرد شيئا فشيئا حتى يظهر على جدران الاناء من الظاهر ندى خفيف يتكون من تكاثف بخار الهواء فيعلم من ذلك درجة الرطوبة فان حرارة الماء اذا كانت فى برهة ابتداء تكون الندى على جدران الاناء فى درجة ثلاث عشرة فوق الصفر كانت قوة انتشار البخار الموجود فى الهواء احد عشر من ميللى ميتر وثلاثة اعشار على ما مر فى جدول انتشار البخار واذا كانت فى درجة عشر فوق الصفر كانت قوة الانتشار تسعة من ميللى ميتر واربعه اعشار فعلى هذا لو كانت درجة حرارة المحل الذى تعمل فيه التجربة مساوية لدرجة حرارة الماء وقت تكون الندى كان ذلك دليلا على ان الهواء شعبان من الرطوبة اى ملائ بها وان كانت زائدة عن درجة الماء وقت تكون الندى كان ذلك دليلا على ان الهواء ايا بس جدا ومع ذلك فلا نسبة بين

درجة الرطوبة وكية البخار مستقيمة فاننا لاذ افرضا انه عملت اربع تجارب
ايحجروميتريه احداها في الشتاء والحرارة في صفر والثانية في الربيع والحرارة
في عشر فوق انصفر والثالثة في الصيف والحرارة في ثلاثين فوق انصفر
والرابعة في الخريف والحرارة في عشرين فوق انصفر وكانت درجة تكون
الندى في الاربع في صفر لكان مقتضى ذلك ان كمية بخار الهواء في الاربع
واحدة وقوة الانتشار خمسة من ميللي ميتر على ما مر في جدول الانتشار مع
ان درجة رطوبة الهواء مختلفة حيث كانت درجة الحرارة الحافظة لتباعد
اجزاء البخار عن بعضها مختلفة ففي التجربة الاولى يكاد ان يكون الهواء شبعانا
من الرطوبة وفي الثانية يكاد ان يكون يابسا وفي الثالثة تكون بوسسته قليلة
جدا لا يوجد مثلها وفي الرابعة يكون يابسا جدا وفي الصيف اذا وصلت الحرارة
الى ثلاثين وكانت درجة تكون الندى خمس عشرة فوق انصفر وعشرين
يكون الهواء يابسا ومع ذلك فكمية البخار الموجودة في الهواء تكون اعظم
منها في اربط اوقات الشتاء بخمس مرات

مبحث في ايحجروميتريه التكاثف ذي الجفنة

الاناء الاسطوانى الزجاجى المار ليس هو الايحجروميتريه الحقيقى اى مقياس الرطوبة
وانما هو بيان لما اسس عليه عمل الايحجروميتريه بالتكاثف الذى هو نوعان
ذو الجفنة وايحجروميتريه انيالى وذو الجفنة اخترعه المعلم بوييه وهو مكون
على ما هو مرسوم فى الشكل (٢٤٥) من جفنة س التى هى طست عمود
بلذهب رقيق الجدران قطره من اربعة الى خمسة من ستميترو ارتفاعه من
عشرة الى اثني عشر من ميللي ميتر وفي قعره انبوبة د من معدنه متصلة
بسدادة من عاج ب ب . ويتصل بالانبوبة تيرموميتر كثير الاحساس
ث ث نافذة فيها وقبته ت ظاهرة فى وسط الجفنة والدرجات المرسومة
فى هذا التيرموميتر من صفر الى ثلاثين ويجعل فى باطنه قليل من الهواء لئلا
يتقسم عموده الزئبقى واللوح المنبت هو عليه ل ك مشقوق من الخلف

وعليه صفحة رقيقة من العظم الشفاف لتشاهد من خافه رأس عمود الزئبق والدرجات مرسومة على تلك الصفحة من الأمام وعند التجربة يسكب في الجفنة من الايتيرسولفوريك ما يغمر رقبة ت فتصاعد الايتيربخارا بردت الجفنة والثيرموميتر سريعا فعند ذلك يتأمل في مبدء سير العمود الزئبقى ومقدار ارتفاعه ويتأمل في الجدران الظاهرة للصفحة الخاففة للامعة لترى البرهة التي تبتدى فيها الغبوشة فتكون هي درجة تكون الندى

مبحث فى ايجر وميتر التكاثف لدانيال

هو مركب من انبوبة مخرنية خالية من الهواء منتهية بكرتين في طرفها كما هو مرسوم في الشكل (٢٤٦) احدهما من الزجاج الاسود مرسوم عليها ب والثانية من الزجاج المعتاد مرسوم عليها ل ونصف كرة ت مملوءة من الايتير و في جزء ط من الانبوبة تيرموميتر صغير مدرج فاذا اريد عمل التجربة يصب على كرة ل بعد لفها بطبقة من خرقة رقيقة من الايتيرسولفوريك حتى يظهر الندى على الكرة السوداء فينظر في تلك اللحظة الى درجة الحرارة التي وصل اليها التيرموميتر فتكون هي درجة تكون الندى وسبب تكون الندى على الكرة السوداء تصاعد الايتير الذي فيها بخارا من البرد المتولد على ظاهر كرة ل يتصاعد الايتير المنصب عليها الكون البرد المذكور يكثف البخار الايتيري الاتية من كرة ب الى كرة ل والتيرموميتر الاخرى يكون موضوعا على جملة ص لاجل معرفة درجة حرارة المحل الذي فيه تعمل التجربة وبهذا الآلة اخرى بمنزلة الايجر وميتر وهي مكونة من كرتين من زجاج قائمتين على انبوبة مخرنية من زجاج كما هي مرسومة في الشكل (٢٤٧) وهذه الآلة يسهل نقلها اكثر من السابقة لان هذه يمكن حملها في محفظة وكيفية الوضع والاستعمال فيها لا تختلف الاولى وهذه الآلة عبارة عن التيرموميتر الاختلافى وينبغي ان تكون الكرة العليا اعنى كرة الانبوبة الحاملة للسائل الملون ملفوفة بخرقة رقيقة والا حسن ان تكون ملفوفة بجله

لغايب من ورق حريري واحدات البرد بالاستحالة البخارية في هذه يكون برش
نقطتين او ثلاث من الماء او الالبتر او الالكول بزغب ريشة على الكرة العليا
هذا وقد نتج من المشاهدات الایجر وميتريه ان ييوسه الهواء اعني تهيئته
لقبول الرطوبة تزيد عن درجة الحرارة كلما ارتفعت درجة حرارته عن خمس
عشرة درجة من المقياس المائتي وتقص عنها فيما قبل ذلك وقد وضعنا
جدولاً لتبين منه كمية البخار المحصور في ميترومكعب من الهواء على حسب
درجات التيرمو ميتر من عشرين تحت الصفر الى اربعين فوق الصفر وهذا
هو الجدول

كمية البخار بالاجرام	درجات الحرارة
١,٥	٢٠
٢,١	١٥
٢,٩	١٠
٤,٠	٥
٥,٤	٠
٥,٧	× ١
٦,١	× ٢
٦,٥	× ٣
٦,٩	× ٤
٧,٣	٥
٧,٧	٦
٨,٢	٧
٨,٧	٨
٩,٢	٩
٩,٧	١٠
١٠,٣	١١

درجات الحرارة

كمية البخار بالاجرام

١٢	١٠,٢
١٣	١١,٦
١٤	١٢,٢
١٥	١٣,٠
١٦	١٣,٧
١٧	١٤,٥
١٨	١٥,٣
١٩	١٦,٢
٢٠	١٧,١
٢١	١٨,١
٢٢	١٩,١
٢٣	٢٠,٢
٢٤	٢١,٣
٢٥	٢٢,٥
٢٦	٢٣,٨
٢٧	٢٥,١
٢٨	٢٦,٤
٢٩	٢٧,٩
٣٠	٢٩,٤
٣١	٣١,٠
٣٢	٣٢,٦
٣٣	٣٤,٣
٣٤	٣٦,٢
٣٥	٣٨,١

كمية البخار بالاجرام	درجات الحرارة
٢٥,٢	٠×٣٦
٤٢,٢	٣٧
٤٤,٤	٣٨
٤٦,٧	٣٩
٤٩,٢	٤٠

مبحث الياجير وميزر بالاستصااص

هوالآلة تتحرك باجسام تمتص رطوبة الهواء فتطول وتقصر اذا انقادت الرطوبة
 فمن استطالتهما وقصرها تعلم حالة الهواء وسق دار رطوبته ولا اذكر بن انواع
 هذه الآلة الا المنسوب الى سوسور ويسمى بالياجير وميزر في الشعرة وصورته
 مرسومة في الشكل (٢٤٨) وبسط انواعه ما كانت فيه الشعرة مرتبطة
 من طرفها العلوى بشبه جفت صغير يتحول عن محله بواسطة برصة ل
 ولولب ر وطرفها السفلى ملتف على احد الحزيرين المبكرة ب والحز الثاني
 ملفوف عليه خيط من حرير حامل للزينة الصغيرة و المعدة لحفظ الشعرة
 متحركة دائما على حالة واحدة فاذا كان الهواء رطبا امتصت الشعرة الرطوبة
 فتطول وتلتف على المبكرة بواسطة ثقل الزينة و فيتحرك العقرب على رجه
 الساعة الى جهة ك وبعكذلك مقدار الرطوبة للهواء ولذا كان الهواء
 يابس اجفت الشعرة وقصرت فتعكس حركتها ويسير العقرب الى جهة ن
 فتعلم يهوسة الهواء ويمكن ان يجرب احساس هذه الآلة بالنفخ عليها
 بالقلم ولومرة فيسير العقرب بتأثير رطوبة النفخة في الشعرة ثم ان رسم الدرج
 على وجه الساعة يكون بوضع الياجير وميزر تحت ناقوس آلة مفرغة ثم يعمل
 الفراغ او يجذب الرطوبة من الهواء بواسطة كاو رور الكاسيوم بان يوضع
 في اناء تحت الناقوس ليتشرب رطوبة الهواء ويرسم الصفر على النقطة التي
 يقف فيها العقرب ليكون علامة على اليبوسة الزائدة لكن بعد ان تكرر العملية

مدة ايام لم ينضب محل الوقوف الاخير للعقرب على وجه الساعة ويتعين
 محل الصفر تعيينا جيدا ثم وضع الايجر وميترايا تحت ناقوس جدوانه من
 الباطن مبلولة بالماء المقطر والناقوس موضوع على صحن فيه بعض خطوط
 من الماء ويترك الايجر وميترا على ذلك مادام العقرب سائرا فاذا وقف رسم
 في نقطة الوقوف رقم المائة هكذا ١٠٠ ثم يقسم على قوس وجه الساعة ما بين
 الصفر والمائة مائة جزء متساوية فكل جزء منها هو درجة من الرطوبة ويلزم
 في الشعرة التي تجعل في الايجر وميترا ان تكون من شعوط بل الملس ازيل
 عنه الدهن يغسله بماء فاتر محلول فيه قليل من القلوبات وبعد جفافه ينتخب
 اجوده ويندران تستمر الشعرة في حالة الجودة اكثر من سنة واحدة وقد
 تعوض الشعرة بحيط رقيق من رق الغزال اومن وتر وغير ذلك لكن لا تتوفر
 شروط الاتقان الا في الشعرو مشفوعة الايجر وميترا عظيمة في اعتبار مزاج هوا
 الاماكن والكرخانات والممارسات والقشل ونحوها لان السكنى في الرطوبة
 المفرطة كنير اما تسبب امراضا وتضر بكثير من محصولات الصنائع

المبحث الثالث في الاتوميتراى مقياس الرطوبة المتصاعدة

من الاسطحة المبتلة

الاتوميتراة بها تعرف كمية البخار الصاعد من سطح الماء او سطح مبلل بالماء
 في زمن معين كساعة او يوم وهي تكونة كافي الشكل (٢٤٩) من كرة
 من فخار كثيرة المسام لك قطرهما من قيراطين الى ثلثه يوصل بعنقهها ط
 انبوبة ب ب منقسمة اقسامها كل قسم منها يسع من الماء ما يكفي لان يبل
 السطح الظاهر من الكرة بطبقة من الماء لا يزيد سمكها عن جزء من الف
 جزء من القيراط والذي يسد الانبوبة سدا محكما جزء ص وكيفية تشغيل
 هذه الالة ان تملأ الانبوبة ماء بعد مسح الكرة مسحا جيدا فبعد قليل يتضح
 من مسام الكرة مقدار من الماء كميته تساوى الكمية التي تستحيل بخارا وهذه
 الكمية تقاس بالنسبة لبعض الماء المنحصر في الانبوبة لان تصاعد

البخار كما قلنا يكون على حسب رطوبة الهواء المحيط بالالة كثيرة وقلة

الفصل الثامن في الطل والنداء والصر والجليد

الطل هو الرطوبة الساقطة بالليل المتكونة في مدة النهار من البخار الصاعد من الأرض بحرارة الشمس فاذا غربت الشمس لم يكن في الهواء حرارة كافية لبقائه في الحالة البخارية فيتسكاث جزؤ منه ويتكون الى قطرات تنزل بالليل فتقبل ما تقع عليه من الاجسام وهو يختلف قلة وكثرة على حسب الاماكن فيكون كثيرا قرب الانهار والبحيرات والادوية والوهاد وشواطئ البحار لكثرة البخار المتصاعد من تلك الاماكن مدة النهار ثم ان قطراته تكون اولارقيقة جدا غير مدركة على الاجسام فاذا كثرت تكونت الى طبقة رقيقة او غليظة على حسب ما في الهواء من البخار وهذا مشاهد في الاسكندرية مدة السنة بتمامها لانه متى قرب الغروب تجدد على الارض طبقة من الرطوبة ظاهرة جدا * والنداء شبيه بالطل في التكون الا انه يتكون على الاجسام بسبب ما فقدته من حرارتها في الليالي المتوسطة في البرودة تفقد الاجسام جزءا من حرارتها على حسب قوتها المشبعة للحرارة فان النباتات مثلا قد تكون حرارتها في الدرجة الثالثة او الرابعة والهواء الذي فوقها والمحيط بها يكون في الدرجة الثامنة والعاشرة فبالضرورة يتكاثف البخار السكاث في الطبقات السفلى للهواء طول الليل على الاجسام التي تكون ابرد منه سيما اذا كان الهواء رطبا جدا فيستحيل ذلك البخار الى سائل غزير كاف لان يصير قطرات لامعة تبقى معلقة باوراق النبات او منتشرة اعليها وكذا بقية الاجسام فتكون جميع الاجسام في هذه الحالة كانهما جفنة البحر وميتية او كانهما الكرة السوداء في البحر وميتة دايما لغيران الريح دائما يعوق تكون النداء فان سرعة تجددته على الاجسام تعوض جزءا من حرارتها التي فقدتها بالتشبع وقد جرب بالفعل انه متى هب ريح قوى صارت درجة الحرارة في الاجسام قريبة من درجة حرارة الهواء. ومتى كان الجو غير صاف بل مغطى بالغيوم كانت قوة التشبع

في الاجسام اقل مما تكون وقت الصوف فيكون الندى اقل اما اذا كان الهواء هاديا والجو صافيا بدون غيوم كان الندى كثيرا سيما اذا قلت حرارة وجه الارض فان نقصت هذه الحرارة حتى يتجمد الندى تكونت على الاجسام بلورات صغيرة من جليد خفيف جدا يسمى ذلك بالجليد الابيض اذا كان على النبات والحشائش فان تراكم على الاشجار على هيئة شرافات وندف كالقطن المنفوش يسمى بالصرفان انتشر على النبات كالبرنجك منزع اظهر حرارة الارض بالكلية حتى لا تغطي بالجليد الابيض فان زاد ذهاب الحرارة من الارض جددت عليها الرطوبة والماء بجودا عظيما

الفصل الثالث في الضباب والسحاب

الضباب بخيرة مائية تتسكثف في الجو حتى تصبح مشاهدتها وتزيد تسكثفها كلما ارتفعت درجة حرارة المياه التي نشأت هي منها عن درجة حرارة الهواء وزادت رطوبة الهواء ايضا ولذا كان الضباب يشاهد في الصباح والمساء ايام فيضان النيل على وجه الارض وعلى اسطحة المياه ساججا فوقها سكنوا الطبقة محدودة وعلو في بعض الاحيان لا يجاوز رؤس النخل وبالحلة فتكون الضباب سهل الادراك ويمكن الانسان ان يعمل ضبابا اذا غلى الماء في الهواء فان البخار المتصاعد منه كالبخار الذي يعقد منه الضباب يتسكثف الى حد المشاهدة لا الى حد به يكون فيه ثقل يكفي لسقوطه وهذا البخار لا يشاهد بقرب سطح الماء في حال الغليان وما ينشأ عنه الضباب ايضا اختلاط هوأين متشبعين من الرطوبة مختلفي الحرارة فان الحرارة المتوسطة الناشئة من هذا الاختلاط خفيفة تكفي لحفظ البخار على حالة لا يصرفها مثال ذلك اذا كان هنالك هوأ شبعان من الرطوبة درجة حرارته خمس عشرة فوق الصفر وخلط به هوأ شبعان من الرطوبة درجة حرارته خمسة كانت الدرجة المتوسطة لهما عشر وقد ذكرنا ان قوة انتشار البخار الذي درجة حرارته خمس عشرة درجة ثلاثة عشر من ميللي ميتر والذي

درجة حرارته عشر سبعة من ميللى ميتر فلتكن القوة المتوسطة عشرة من ميللى ميتر فحيث كانت درجة حرارة الهواء المفروض هنا عشر اوقوة الانتشار فيه تسعة يلزم ان يستحيل البخار الى حالة يبصر فيها واما السحاب فهو قطع ضباب فيها نحن نقذفها الرياح من محمل الى محمل فتسير في الجو وتكون من النقاء هوائين رطبين مختلفين في الحرارة ومن تكاثف الابخرة المساعدة من اسطحة المياه والارض الرطبة وزعم بعض الناس ان الابخرة تكون في الفهم على هيئة الحب الصغير جدا الذي يشاهد على سطح الماء المغلى سيما اذا كان اسود كالقهوة وهو اخف من الهواء ولذا يحملة ويسيره

الفصل الرابع في المطر والثلج والجرير زبل اى المطر الرفيع جدا والوير جلاس اى الذى يجمد حال نزوله على الارض

مضى تكاثفت الابخرة الى في السحاب بسبب تراكم الفيوم اول اوقت كهربائية او مرفيانية او من هواء بارد وغير ذلك من الاسباب المجهولة لنا سقطت مطرا وقد تجددت تلك الابخرة وهى نازلة في الهواء وتكون بلورات صغيرة من جليده ثم تجتمع وتصير ندفا خفيفة وتسقط ثلجا وهذا هو حقيقة تكون المطر والثلج ويقهر الوقوف على حقيقة سبب ذلك واما الجرير زبل فهو المطر الرفيع جدا اذا تجدد في الهواء على هيئة ابر صغيرة تجتمع مع بعضها وتكون منها بلورات صغيرة غير منتظمة تسقط مع المطر وما الوير جلاس فهو طبقة رقيقة من جليد شفاف يغطى الارض والنبات وشرط تكونه برودة الهواء بردا كافيا لجوده حال وصوله الى الارض ثم ان معرفة كمية المطر الساقط في الاماكن المختلفة من الكرة امر مهم في باب كائنات الجوبة يعلم ان مرات المطر في الاقاليم المتوسطة والقريبة من القطبين اكثر منها في الاقاليم التى تحت خط الاستواء وان كانت كمية المطر في هذه اكثر منها في تلك بكثير بحيث يكون مقدارا ما يعطى في يوم

في بلاد خط الاستواء قدر ما يعطى في المعتدلة والقريبة من القطبين في ستة اشهر بل قد يكون قدره في سنة وحيث كانت معرفة ذلك مهمة في هذا الباب جعلوا له مقياسا مخصوصا نذكره هنا فنقول

الكلام على الاودومتر اى مقياس ماء المطر

هو الة بها يعرف مقدار المطر الساقط في كل بلد من البلاد في مدة السنة والنوع المعتاد منه هو المرسوم في الشكل (٢٥٠) وهو اسطوانة من نحاس قطر ها من ستة قرايط الى عمانية مفتوحة من الاعلى ليقع فيها المطر وينفذ من المخروطى الا تى واهما غطاء اسطوانى ايضا على الخواقي من اسفله مخروطى في وسطه فتحة ط ويوفق باستحكام على الاسطوانة الاولى ح وفي مقر هذه الاسطوانة انبوبة من نحاس منحنية من ب الى س وفيها من س الى اعلى انبوبة زجاجية ز مدرجة بدرجات يعلم بها مقدار ارتفاع السائل في باطن الاسطوانة ح ويلزم في تركيب هذه الالة ان يقاس قطر الاسطوانة ليجعل على حسبه قطر الانبوبة وان تدرج الانبوبة الزجاجية بالقراريط وبالسنتى ميتر والميلالى ميتر معا وهناك نوع اخر من انواع الاودوميتر وهو المرسوم في الشكل (٢٥١) يختار عن الاول وماء المطر فيه يسقط من الغطاء وتقدر فتحة هذا الغطاء ستة وسبعون من سينتى ميتر ثم ينزل الى طاسته ص التى قطرها اربعة وعشرون من سينتى ميتر وسطحها عشر سطح الغطاء وفي سطحها الباطن تقسيم سينتى ميترى يدل على قدر المطر الساقط فيها ويوجد هذا الة فى صغيرة مدرجة لقياس الكسور الدقيقة وبعد انتهاء العملية يصفى الماء من موصل ك وقد وضعنا هنا جدول المقادير الامطار الواقعة في السنة في البلاد المختلفة بالقدر المتوسط معتبرة بالسنتى ميتر الذى كل ثلاثة ونصف وكسور منه تساوى قيراط وهذا هو الجدول المذكور

فرانس	انكلاترا
باريز	ليفربول
٥٦ ٤٧ ٨٩	٨٦ ٨٤
الطالب	بلادالموسكوف
بندييه نابلي ميلان پيزه	بيتروبورغ
٨١ ٩٥ ٩٦ ١٢٤	٤٦
جزيرة ماردوسنج اميركا	كالكونه بونباي
الرأس الفرزساوي غرناطه الجديدة	٢٠٨ ٢٠٥
٣٠٨ ٢٨٤	

وقد شوهد في بونباي في يوم واحد سقوط مطر كان ستة عشر سنتي ميتر اعنى ستة قراريط من الماء وذلك يقرب من ثلث ما يسقط في باريز في سنة كاملة وقد سقط في كابين في مدة عشر ساعات ٢٨ سنتي ميتر وهو اكثر من عشرة قراريط من الماء وهذا نصف ما يسقط بباريز في سنة كاملة واغزر مطر شوهد في الدينام مدة اربع عشرة سنة ما وقع في جينوه من الاوربا وهو انه سقط مطر غزير في يوم واحد فكان ٨٧ سنتي ميتر من الماء وهي درمان ونصف اعنى نحو ثلاثين قيراطا

البفصل الخامس في الثلج الاحمر والمطر الاحمر وفي الاجسام السماوية من الجو

الثلج المعتاد في اشد البياض وقد شوهد الثلج الاحمر على الجبال الشامخة كجبال الالب والجيرانيه من الاوربا وعلى شواطئ ثغر باقين من الاميريكا ذكر ذلك قدماء الطبيعيين ومنهم بولين وملك الثلج المذكور بعض قراريط وامتداده على الارض قليل وقد ظهر من الامتحانات الكيماوية ان لونه حاصل من اكر صغيرة من بواقي نيانيه او من نبات صغير من طائفة الحامول او من قطر صغير من جنس الاوريدو وقد وجد الثلج الاحمر ايضا في قطع جليدية كبيرة توجد في بعض الاحيان ساجحة في البحور القطبية وفي مملكة نابلي وشوهد

في الكلابرتين بايطاليا من نحو اربع وعشرين سنة سقوط مطر قطراته جرا
 غليظة فن الناس من ظن انه قطرات دم ومنهم من زعم انها قطرات نار والواقع
 ان هذه الحجرة في المطر ناشئة عن اتربة حراء وقد التقط من هذه القطرات المعلم
 سماتيني وامتنعها فوجد لها الطيفة الملمس ارضية الطعم وفيها اتربة في غاية
 الدقة وان هذه الاتربة اذا عرضت للنار تسمر ثم تسود ثم تحمر وتنفذ عشر
 زنتها ولا يحصل منها فوران من مماسة الحوامض الشديدة ووجد فيها
 بالامتحان الكيماوى صوانا وشبينا وجيرا واسيدسولفوريك وحديدا وكروما
 وجواهر راتنجية وقد ذكر في التواريخ انه شوهد بعد الهجزة بنحو اربعين سنة
 في القسطنطينية سقوط مطر من تراب احمر وشوهد في بغداد من نحو ثلاثة
 قرون مطر من رمل احمر ومن نحو قرن ونصف سقط في بلاد الارمن في بحيرة
 ون جسم ملتصق صبغ الماء بلون الدم وانسقت الارض حوالى محل السقطة
 وشوهد غير مرة في الاوربا والاميركا امطار من اتربة حمراء اكثر هذه تسميها
 العامة امطارا من دم واناروكذلك يسمون الامطار التي تكون من الرماد ومن
 مواد بيضاء كالتي تقرب من الهلامية والليفية والتي تشبه قطع شعر
 الخيل او قطع خيوط الخبز الارزق او من مواد هشة تشبه مادة الورق محترقة
 نصف احتراق او مواد عفنة لذاعة او تراب اسود باسماء مخترعة على حسب
 ما يزعون فيها فيقولون مطر الرماد ومطر المن وغير ذلك معتقدين انها تكونت
 في الجواهر ما هي الامواد اقتلعها من الارض هبوب العواصف وارتفعت مع
 الهواء ثم التفت بها الامطار الطارئة وسقطت نحو الارض مع المؤتفكات
 ومن نحو تسع سنين سقط في بلاد القزس قرب جبل الجودي مطر من برزصار
 على الارض طبقة سمكها نحو ستة قرايط اكل منه الضأن وعجن منه الناس
 خبزا وارسلوا منه الى بلاد الموسكوف فارسل منه قنصل فرانسوا الذي ببلاد
 الموسكوف الى باربر فبعد البحث عنه تحقق ان هذا البرز بزر الليكين الموجود
 بكثرة في الاماكن العالية الشمالية تصنع منه القبائل التي هناك دقيقا
 ويجعلونه خبزا

الكلام على الحجارة الساقطة من الجوى

الحجارة المذكورة تسمى الايروليت اعنى حجارة اله وآء واصلمها مجهول الى الان ويغلب على الظن انها قطع صخرية مقدوفة في الهواء من انطلاق جبال النار وقد وقع ذلك كثيرا فمن نحو خمس وثلاثين سنة التقط منها جانب في بلاد الاوربا والاميريكا واهل الصين والجاپون يلقطون منها كثيرا واذا عمل بما في كتبهم من انهم شاهدوا منها اشياء قبل البعثة بنحو الف وثلاثمائة سنة وكانوا يظنون انها حجارة ساقطة من السماء وانها نجوم سقطت الى الارض واستحالت اجار اعلم ان ذلك موجود من قديم الزمان

الباب الثالث في الكهربائية الجوية

السابقون من الطبيعيين كل علم او توديعريك ووال من الذين ادركوا وجود الشرارة الكهربائية شبهوها بالصاعقة فقالوا ان مثل ضوء الشرارة وقعقتها مثل البرق ثم الرعد وحصل بينهم في ذلك في اول الامر مجادلات طويلة وكلام كثير والمعول عليه في مثل هذه الامتحانات والتجربيات فاؤل من عمل التجربيات في هذا الباب المعلم فرانكلين بالاميريكا وهو الذى نبه على خواص الاسنة في الكهرباء فقال ان الاسنة اذا اقيمت في محل مرتفع جدا في الهواء جذبت الكهرباء من السحب وكان اول من تجاسر على جذب الكهرباء بآلية من السحاب وعمل لذلك طيارة مثل التى يلعب بها الصبيان ويطيرونها في الجوى ككب عضوين على هيئة الصليب وبسط عليهم امند يلام من حرير وجعل في تلك الطيارة سهما له سن دقيق وربط في الطيارة حبلا طويلا يجذبها به ثم خرج للفلاة ينتظر ظهور الموتفكات ولم يكن معه الا ابنه لانه لم يعلم بذلك غيره خوفا من استهزاء الناس به ان لم تصح تجربته فاعتنم فرصة اول موفكة ظهرت وارسل الطيارة فحوها وكان يظن انه يستفيد منها كهربائية فرت ولم يحصل منها على طائل ثم بعد قليل من الزمن رأى ان بعض شغائيف الحبل ترتدش ثم سمع نسيما لطيفا يخرج من الحبل فخرج غاية الغرح وقرب اصبعه من الحبل فتأثر بشرارة

قوية خرجت من الحبل وتبعها شرارة اخرى وههكذا فصار كانه يلعب
 بالصاعقة وكان ذلك في اول الصيف من سنة ١٧٥٠ سنة عيسوية اعني من نحو
 خمس وثلاثين سنة ثم فعل هذه التجربة في العام الثاني المعلم ديروماس احد
 المتوغلين في الشرائع الا فرنجية لكنه ضم للحبل سلكا معدنيا على طول الحبل
 فرأى الشرر خارجا من هذا الحبل على هيئة خيط رفيع ثم على هيئة صفائح
 بعضها يبلغ طوله تسعة اقدام وبعضها عشرة وعرضها قيراط واحد وكان
 للشرارة صوت كصوت الطبخة وكان قد احترز عن ان يصاب بذلك بربطه
 حبل الطيارة في ملوأي ومع ذلك استلقى على ظهره في بعض الطلقات من
 شدة الوجة وقبل تجربة المعلم فرانكلين السابقة بشهر نصب المعلم الطبييحي
 الفرنسي المسمى دالبيور الذي كان عارفا بنحو خاص الاسنة في محل قريب
 من باريز باربعة فراسخ قضيبا من حديد طوله اربعون قدما ينتهي بسن دقيق
 غرزه في وسط لوح من خشب له اربعة ارجل من زجاج وتلقى به سخاية فامتلاء
 ذلك كهربيائية فكان ينطلق منه شرر كالذي ينطلق من الالة الكهربيائية
 حتى ملاء من تلك الشرارات زجاجات ليد وبهذه الصاعقة السحائية اي
 الكهربيائية المخصرة في زجاجات ليد نشأت التنايج المتحصله به كهربيائية
 الالات الكهربيائية ثم ان كهربيائية السحب بعضها موجب وبعضها سالب
 فبذلك فسرت موجات السحب ومصادمتها لبعضها وقت حصول الرعد
 والصواعق ليست الاجملة شرارات تنطلق دفعة واحدة فيحصل
 في الهواء اهتزاز قوي واما الرعد فهو الصوت الذي يحصل من ذلك الانطلاق
 ويصل الينا بطيء على حسب بعد السحب الحاملة للصواعق عنا وعلى حسب
 اتساع السحب يطول سماعنا للصوت الرعد ومن المعلوم ان الصوت يقطع
 في الثانية الواحدة ثلاثمائة واربعين ميترا فاذا كان الانسان واقفا في خط
 اتجاه البرق وكان البعد بينهما ثلاثمائة واربعين ميترا رأى لمعان البرق واولا
 متعرجا ثم بعد ثانية يسمع ابتداء القرعة الصادرة من اهتزاز طبقة الهواء
 القريبة منه ثم يصله الصوت من بقية الطبقات شيئا فشيئا فاذا سمع صوت الرعد

مدة عشر ثواني بدون انقطاع علم ان طول السحابة المرعدة التي قطعها البرق ثلاثة آلاف واربع مائة متر وذلك حاصل من ضرب العشرة في الثلاثمائة واربعين فاذا كان الانسان واقفا اتجاء وسط المسافة التي قطعها انبرق التي هي ثلاثة آلاف واربع مائة سمع قرعتين احدهما في اليمين والثانية في الشمال واذا اراد انسان ان يعرف قدر بعده عن السحابة الصاعقية فالبعد الثواني التي تمضي بين ابتداء ظهور البرق وسماع صوت الرعد فكل ثانية يعلم منها البعد بثلاث مائة واربعين مترا كما مر وكل انسان عنده طريقة في حساب هذه المسافة بالنبض فان كل نبضة محسوبة بثانية واما اختلاف صوت الرعدة الواحدة بالقوة والضعف فن طبقات الهواء لان بعضها يابس وبعضها كثيف وغير ذلك

الفصل الاول في سقوط الصاعقة

اذا لمع البرق من السحابة فقد تمت نتائج الصاعقة فبقى مضت برهة لطيفة بين لمعان البرق وسماع الرعد فقد آمن من ضررها فان لم يمس بينهما شيء بان كان الانسان قريبا من محل الصاعقة وسمع الرعد مع مشاهدة البرق في آن واحد امكن ان يصاب بالصاعقة في مروجها ولنتكلم هنا على كيفية انفجار الصاعقة فنقول من المعلوم ان انطلاق الكهرباء انما يحصل باتحاد كهربائية الاجسام مع بعضها فاذا قرب السحاب من الاجسام الارضية طلبت الكهرباء السحابية ان تتحد بالكهربائية الارضية فتنجس بينهما شرارة كهربائية هي البرق وحيث يقال ان الاجسام الارضية صعقت ولذلك مثالا يوضح المقام فنقول اذا فرض ان سحابة عظيمة مملوءة من الكهرباء الزاجية سائرة فوق بحيرة كبيرة من الماء بعيدة عنها كما هي العادة بفرسخ او فرسخين او ثلاثة والفرسخ الفاوازا كما مر حصل بينهما فعل بالتأثير فالكهربائية الطبيعية للماء ينجل تركبها فينفرسها الزاجي وينجذب الزاينجي الى سطح الماء فيحصل من ذلك تفاعل قوى في الماء بحيث ترتفع كتلته

الماء وتبقى ظاهرة بجبل من الماء مادام الفعل الكهربائي مستمر فإذا التحدت
الكهربائيان لمع البرق وحصل الرعد وانصعق الماءى سقطت فيه الصاعقة
فيضطرب وتتلاطم امواجه واذا لم تتحد الكهربائيان بان تباعد السحاب
عن الماء وعاد الماء الى حالته الاولى شيئاً فشيئاً فينبسط ولا يحصل برق ولا رعد
وتعود كهربائيته كما كانت اولاً فتزل الراتنجية التي كانت مفرطة على سطحه
شيئاً فشيئاً ثم اذا تلاقى السحاب المكمه به كهربية زجاجية مع سحابة اخرى
اوسع جسم من الاجسام موجود في الجو وفي الارض ولو كان بينهما
بعد لا يمنع اتحاد الكهربائيين انطلقت السحابة بالفرقة وكف فعلها عن
الماء فينبسط بقوة واضطراب وتهوى كهربائيته الراتنجية دفعة الى قعر
البحيرة ايعود تركها بسرعة مع الزجاجية التي كانت انفصلت عنها ونصعق
الماء ح بما سميناه في باب الكهرباء بصدمة الرجوع مع ان الصاعقة لم تسقط
فيه اعنى انه لم يحصل انطلاق بين الماء والسحابة وماد كزناه من انطلاق
كهربائية السحاب على الماء يوضح ما يحصل من انطلاقها على الارض غير
ان الفعل بالتأثير لا يكون بين السحابة والارض كما يكون بين السحابة والماء
لاختلاف احوال الكهرباء بائية في الارض باختلاف جودة قوة التوصيل
في الاجسام المرتفعة على سطحها والاجسام التي في باطنها فان كان الاجود
في ذلك ما على سطحها حصلت الطلقة الصاعقية عليه وان كان ما في
باطنها كالاجسام المعدنية حصلت الطلقة عليه فشق الصاعقة الارض
لتصل الى تلك الاجسام فان تساوى الجسمان في قوة التوصيل فما ارتفع عن
سطح الارض ولو قليلاً حصلت عليه الطلقة ويكون هو المعرض للاصابة
بالصاعقة ولا فيعلم من ذلك ان الاشجار العالية من حيث انها جيدة
التوصيل لنداوتها بالامطار وبالعصارات البخارية فيها تصعق مرات كثيرة
اكثر من الاشجار المنخفضة عنها ببعض اقسامها فاذا لم يكن في سبل الايكة
واحدة اى شجرة ولوم من النخل ورعدت سحابة فلا يصعق في ذلك السهل
الا الايكة فاذا كان قرب هذه الايكة انسان ولم يصب بالصاعقة خيف عليه

من ان يصاب بضربة الرجوع وهي اقل ضررا من صدمة الصاعقة فينبغي
 الصرع عن الخلوس تحت الاشجار والمرور عند هامة الصواعق فان فقدت
 وسائل الصرع عن الصاعقة فاجود ما ينفعه الانسان ان يتباعد عن كل مرتفع
 حوله ونام على الارض وليتنبه لادى ترازع ان يقيم الانسان في محال
 في روسها واسطحتها بعض اجسام موصلة للكهربائية فمن المحقق انه اذا مرت
 بحاية صاعقية على منارة صعقتها بسبب ارتفاعها عن البيوت المجاورة لها
 ووجود الاسنة المعدنية في هلالها وكثيرا ما وقع ذلك في البلاد الاسلامية
 التي تكثر فيها الصواعق وقد علم تمام ان الصواعق تصيب من الاحسام ما كان
 اجود في التوصيل ولو كان اقل ارتفاعا واكثر صغرا فاذا مرت صاعقة على بناء
 انتحبت منه لنزولها عليه ما كان اجود توصيلا كقطعة مسمار من الحديد تكون
 فيما بين الحجارة وسنذكر احوال الصواعق مؤسس على ما عرف من
 المشاهدات السابقة وعلوم ان قوة الصواعق شديدة جدا حتى وقعت في بيت
 قلبه مع ما فيه من الامتعة وغيرها وغيرت حاله وربما قذفت حجارتها
 او كسرتها وقد شوهد انها تحت بعض القضبان الحديدية وان مادت اكوام
 تبن او حطب او غيرها مما يسهل احتراقه احرقته وانتشر ضرره وكثيرا
 ما شوهد في الضياع ان بعض اشجارها مشقوق من اعلى الى اسفل ومخرق
 بعض محال منه بسبب الصواعق بل شوهد في بعض روس الجبال ذوبانها
 واحتراق حجارتها منها وكثيرا ما يمرت بها الناس وولاشي فجاءه او بعد زمان
 يـيرومن الناس من تساعد ملابسه محترقة وفي جسمه اثار طويـلة من
 الاحتراق وقد شوهد من الصواعق ما مر في داخل المساكن وصرع
 اهلها او قتلهم او قاعهم الى بعد خطوات مغشياً عليهم ثم افاقوا متجهين
 بما حصل لهم حيث لم يسموا صوت الصاعقة التي اصابتهم واحرق ثيابهم
 وجرحتهم

الكلام على مائة الصواعق

قد عرف مما مر في هذا الفصل وغيره فائدة مانعة الصواعق وقوة وقايتها من
 الخطر وقد كانت من مدة سنين قضيبا من الحديد طوله اربعون قدما منتهيا
 اعلاه بنسن دقيق من البلاتين لثلايتا كسد ويذوب من الصدأ في الهواء
 ان كان من معدن آخر ولم يلمتغ الى ان وضع القضيب بهذه الحالة على البناء
 يكون معرضه للصاعقة ~~كثيرة~~ من ان يصونه عنها فذلك اضا فواله ما يمنع
 كبر بائية الصاعقة عن البناء فوضعوا بجانب قاعدة القضيب المذكور
 سلسلة من سلول من حديد واوصلوها الى بئر في باطن الارض وجعلوا هذه
 السلسلة مرتكزة في مرور بجانب طول البنيان على اعمدة من الخشب
 ونحوه لتبعد عن البنيان قليلا وجعلوا نهاية هذه السلسلة سلوكا رفيعة من
 حديد مشعبة في ذلك البئر تسري فيها الكهرباء بائية للارض بسهولة واحسن
 من ذلك اذا كانت متشعبة في ماء البئر والذي استحسنوه لان في مانعة
 الصواعق ان جعلوا طولها سبعة وعشرين قدما ومركبة من قضيب من
 الحديد طوله خمسة وعشرون قدما متصل به قضيب اخر صغير من النحاس
 الاصغر طوله اثنان وعشرون قيراطا وفي طرفه ابرة من البلاتين طولها
 قيراطان لحمل مع القضيب النحاس بفضة ويحاط محل اللحام بانبوبة صغيرة
 من النحاس وقطر قاعدة القضيب الحديد قيراطان ثم يأخذ في النقص
 تدريجا الى ان ينتهي طرفه بحفرة صغيرة يوضع فيها الطرف السفلي من
 القضيب النحاس المنتهي ببرمة ومثال برمتان جانبيتان أيضا يقويان اتصال
 القطع ببعضها فاذا هيئت مانعة الصواعق على هذه الكيفية كانت
 مأمونة من ان يكثر ماء المطر اسفل القضيب فيصدا ثم يجعل بعيدا عن
 القاعدة بقيراطين حلقة من حديد تنفتح وتغلق برزة او برمة وتلك الحلقة
 تكون محل ابتداء موصل الصاعقة وهو قضيب مربع من الحديد عرض كل
 من اسطحه سبعة خطوط او ثمانية ينزل من الحلقة الى البئر في الارض
 وينتهي بسن دقيق او يجعل بدله السلسلة المصنوعة من الحديد المنتهية
 بسلول دقيقة الاطراف كسن السهم ويجعل ~~كل~~ من القضيب المربع

او السلسلة من تكرار في كل عشرة اقدم على جملة او تدم من الحديد ليعمد على
 جذران البيوت بنحو خمسة قراريط اوسنة واهم الامور هنا ان يجعل محل
 الاستفراغ في الارض بئرا لا يجف ماؤه او يجرى ماء وان تملأ القناة المنازل
 فيها الموصل بفحم المطايخ من حواليه ليحفظه من الصداء واما يكون مساعدا
 لجريان الكهر بائية على الموصل من حيث ان هذا الفحم من انواع الموصل
 الجيد للحرارة فان لم يتيسر البئرا ويجرى الماء عمل بدله سرداب رطب في الارض
 وجعلت اطراف الموصل في قنوات طويلة تملأ من هذا الفحم فان قيل اذا
 صنعت مانعة الصواعق على هذه الكيفية فما يحصل اذا مرت سخابة
 مكهربة ككهرباءية زجاجية مثلا يقال في جواب ذلك ان الكهر بائية
 الطبيعية للقضيض وللموصل وللارض المجاورة لذلك ينحدر تركبها بالتأثير
 فتذهب الراتنجية منها بكثرة نحو السن مجذوبة بالزجاجية التي للسحاب
 وينشق جزء من زجاجية السحاب بالتحاده مع الراتنجية الصاعدة للسن
 فيكون فعل المانعة اقوى واسرع كلما قربت منها السخابة واما زجاجية
 المانعة فتغوص في الارض وبسبب ذلك تحصل دورة كهر بائية قوية من
 الارض الى اعلا ومن اعلا الى الارض بدون ان يتحد السيل الكهر باي
 في محل واحد وبدون ان يحصل انطلاق اصلا فيتأذى للانسان حينئذ
 ان يقرب من المانعة ومن الموصل ويلا مسهما ولا تحصل له الرجعة
 ولا الاضطراب لكن لا يصنع ذلك اذا اقطع الموصل او كانت اطرافه الدقيقة
 التي في الارض غير حادة ولم تكن متصلة بالارض لان الجهاز في هذه
 الاحوال يكون كالة كهر بائية مفعمة بالكهر بائية تجتهد في ان تفرغ
 كهر بائية في الاجسام القريبة منها وتنتخب ما كانت قوة التوصيل فيه
 اجود فقد حكى ان سبب موت المعلم رشيدان الطبيعي الموسكوفي انه كان دقي من
 مانعة الصواعق التي على سطح داره ليجث عن تسايج الكهر بائية وكان
 موصل المانعة مقطوعا واحدا صحابه ينظرا اليه فرآى ان شرارة تجمع الكف
 فخرجت من المانعة واصابت جهة المعلم المذكور فمات لوقته واذ انتم حدد

السن الاعلان من مانعة الصواعق صدمته الصاعقة ويمكن ان تذيبه لكنها
تسرى على موضله وتستفرغ في الارض واذا وجد على اسطحه البيوت التي
لها مانعة الصواعق مواد معدنية اسكن ان تجذب تلك المواد السحابة
الصاعقية ويحصل من ذلك ضرر عظيم فينبغي للتحرز عن ذلك ان توصل تلك
المواد بالمانعة توصيلا مستقيما ليكون الحذب العظيم للمانعة وقد ثبت بالتجربة
ان مانعة الصواعق اذا كان طول قضيبها سبعة وعشرين قدماحت
من ماحولها بقدر دائرة شعاعها وهو ستون قدما من جميع الجهات وتوجد
الآن مانعة الصواعق في السفن الحربية عند الفرنسية والانكليزية وهي
سلسلة من نحاس معلقة برأس الصاري الاعظم وفي رأس ذلك الصاري سهم
من حديد كزج الرمح ففي وقت المؤنفاكات تبعد السلسلة عن السفينة بان يربط
في طرفها السايب جسم يعوم على الماء وتلقى في البحر فيكون من السلسلة
النازلة من رأس الصاري غائصة في الماء مع السفينة زاوية منفرجة وقد
شوه ان الصاعقة اذابت السلسلة بطلقة واحدة من غير ان يحصل للسفينة
ضرر باللبة وارل ما صنعت مانعة الصواعق في السفن في بلاد الانكليز فكانت
على سفينة بخارية متوجهة الى الاميركا فلما اصاب الصاعقة السلسلة
اذابتها ونجت السفينة وما فيها ومن اغرب ما اتفق ان بعض السفن كان
بها رجل مغلوج من مدة سنين اعيى الاطباء علاجه وكان ذاهبا
لبلاذ الانكليز ليتداوى هنالك فاصابه شيء من الصاعقة فعوفي وعاد
في احسن حالة

الفصل الثاني في البرد

كثيرا ما يحصل عقب انطلاق الصاعقة سر يعا اضطراب في السحب ثم تطر
مطرا غزيرا وفي بعض الاحيان بردا يختلف حجمه من حبة الرمان الى الرمانة
الكيرة او اعظم فقد شوه منه ما يزن من اوقيتين الى عشر وقطر الواحدة
من ثلاثة قرايط الى تسعة وجازف بعض المؤرخين فذكر انه وقع في ايام

سلطنة تيدور بد كالفيلة فيا لها من مبالغة تجارت عليها اهل المشرق
والغالب ان يكون حبه مستديرا او يضا في حباته نواة جلدية مندمجة
ينبت عليها تلور تلك الحبات والغالب ان يسبقه مطر عاصفي وقد يصاحبه
ويندران يعقبه وفي جميع الاحوال لا يسقط الامدة بعض دقائق لكن بقوة
لا يقدروا قدرها فكأنه مطر حجارة يغطي وجه الارض بطبقة يمكنها بعض
قراريط وسقوطه في النهار اكثر من الليل والمسافة التي يقع فيها تكون
غير واسعة فتشاهد فيما بين الضياع كطريق بيضاء وكل من زنه البرد وقوة
اندفاعه بالرياح وسرعة سقوطه ينبت عن الضرر الذي يحصل منه فتى صدم
الاشجار والزرع والكروم انخنت قضبانها وانكسرت وسقطت ازهارها
وعرت عن ثمارها او تلفت بالسكاية واذا وقع على زرع ان حصاده ائلفه
في اقرب زمن وكثيرا ما يحصل للناس من غلظه جروح بالغة او موت وتقدم
العلوم الى الآن لم يدرف منه علة سرعة تكون البرد لانه دائما يحصل في
وقت العواصف في الربيع والصيف ولا يعقل ان في هذين الزمانين برد كاف
لجمود البرد وتكونه سريعا

الفصل الثالث في ينوع الكهربائية الجوية

اما وجود الكهرباء في الجو والسحب فما لا يشك فيه وانما من اين تأتي اليهما
فاختلفوا فيه قديما واستمر واطول به يقولون انها صاعدة اليهما من الارض
او حاصلة من احتكاك الهواء بمكرة الارض او بعضها من استحقالة السوائل
التي على وجه الارض بخار اوبه جزم رولطه وكل هذه الاقوال طنية وهمية
والذي اثبتته بوليمية بالتجريبات العديدة مندمسين ان الكهرباء الجوية
ناشئة من سبعين رئيسين احدهما اثبات النبات والثانية الاستحقالة
الجارية ولذلك ذكر التجريبيات التي فعلها لاثبات هذين السبعين موضحين
الها بعض تفاسير ولنبدا بالكهربائية الصادرة من الانسان فنقول

الكلام على الكهربائية من النبات

متى اتحدت الغازات ببعضها او باجسام سائلة او لمبة انتشرت منها
 كهربائية فغاز الاوكسيجين دائما تنتشر منه الموجبة والجسم المتحدية تنتشر
 منه السالبة وانبات ذلك ان يفعل ما هو مرسوم في الشكل (٢٥٢)
 بان تؤخذ قطعة اسطوانية من الفحم ف وتوصل بالارض بسلك معدني خ
 وتسعل من جزئها العلوى ط اما بالهواء المعتاد او بتيار من الاوكسيجين
 بشرط ان يكون الاشتعال من جزئها العلوى فقط لامن جوانبها فيستكون من
 الاشتعال اسيد كاربونيك بسبب اتحاد اوكسيجين الهواء بجزار الفحم فاذا
 ارتفع هذا الغاز الحضى وصادم الصفيحة التى من النحاس الاصفرت المتصلة
 بالقرص العلوى ث للمكثف وكان القرص السفلى متصلا بالارض بسلك
 الى وانتمت العملية لمخنة انقطع الاتصال وانفصل القرصان عن بعضهما
 فتباعد الورقتان ن اللتان فى باطن الآلة بتأثير الكهربية السالبة
 فى الصفيحتين فيثبت من ذلك ان الحضى الكاربونيك حال تكونه يتكهرب
 كهربية موجبة فلو وضعت اسطوانة الفحم فوق الصفيحة التى من النحاس
 الاصفر ت بدل ان تكون تحتها كما فى الشكل (٢٥٣) وكانت الملازمة
 بينهما تامة تكهرب الورقتان كهربية موجبة يتكهرب الصفيحة فاذا احترق
 الفحم حينئذ اكتسب كهربية سالبة واذا علق فى صفيحة ن حلزون
 صغير ل - ن البلاتين كما فى الشكل (٢٥٤) وقرب من ذلك الحلزون شعلة
 غاز ايدروجين د تباعد الورقتان ن كما فى الشكل (٢٥٢) بتأثير
 الكهربية السالبة فتكون كهربية الجزء الظاهر للشعلة موجبة
 ولوجه هذا الجهاز على هيئة ما هو مرسوم فى الشكل (٢٥٥) اكتسب
 الحلزون الكهربية السالبة الاتية من الجزء الباطنى للشعلة وكانت
 كهربية الورقتين موجبة ومتى اتحد الايدروجين باوكسيجين الهواء
 وحصل فيهما اتحاد تكون منهما ماء ويلزم لتوجيه شعلة الايدروجين فى هذا
 الجهاز ان تكون له أنبوبة من زجاج وان يكون العازى مناهة وبضغط اعلى
 ليخرج الغاز مدة التجربة سيما فى التجربة الثانية فانه يلزم ان تكون الشعلة

فيهما الوسع من الاولى لتعم الخلزون ومن هذه التجربة بيئات كلها حزم بوايمه
 ان الانبات مصحوب باقتمادات غازية تشابه الاقتمادات السابقة مشابهة كلية
 فينتج من ذلك ان الكهربية تولد من الانبات وقد اكد ذلك بتجربة فعلها
 وهو انه وضع ثنتي عشرة جفنة من زجاج مطلية الطاهر على لوح مطلي ايضا
 ووضع ذلك كله في خزانة صغيرة مغلقة نثر فيها كلسا غو-ير مطفي ليتشرب
 الرطوبة ويبقى المحل جافا يابس الهواء غير موصل للكهربائية ووضع
 في الجفنة طيز زراعة وبذرفيه حبوب اسرعة الانبات ووصل بين الجفنة
 بسلول معدنية كما في الشكل (٢٥٦) وجعل الجفنة الاولى متصلة بالقرص
 السفلي للمكثف بواسطة موصل ي والقرص العلوي متصل بالارض
 بواسطة موصل ي خ وبعد ان رتبها كذلك تركها مدة ايام وكان كل يومين
 او ثلاث يبحث عن الحالة الكهربية للمكثف فعرف من هذه التجربة التي
 هي نص في المقصود ومن تجارب اخرى من هذا القبيل علم اعلى اشكال
 مختلفة عدة مرات ان حال الانبات تنشركه بائية ثم اثبت بالحساب المؤسس
 على هذه التجربة بيئات ان الانبات الكامل على سطح مائة متر مربع تنتشر
 كهربية زجاجية في يوم واحد اكثر مما يكفي لامتلاء بترية كهربية شديدة
 وعوف من اتقاد الفعوم ان كل اجرام منه استحبال الى الحوض الفعومي تنتشر
 منه كهربية كافية لامتلاء زجاجية كبيرة من زجاجات اليد

الكلام على تولد الكهربية من تصاعد البخار

اذا تصاعد البخار عن الماء النقي لم يكن فيه علامة كهربية اصلوا استحال
 بسرعة او بطيء فان لم يكن الماء نقيا حصل من انفصاله عن الجوهر الغريبة
 الممزجة به كهربية فيتكهرب البخار في تصاعده باحد السيلين وتتكهرب
 الجوهر الغريبة بالسيل الاخر فلوسخنت بودقة من البلاطين في غاية
 النظافة من درجة اربعين او خمسين التي هي اقل درجات الحرارة لظهور
 الكهربية الى ان احمرت وابيضت ثم وضعت وهي في درجة من الدرجات

التي بين الاربعين والخمسين وبين الاحرار والبياض في حلقة مثبتة في القرص
 العلوي للمكثف ووصل القرص السفلي بالارض وصب في البودقة بواسطة
 انبوبة. بعض قطرات من محلول الجير ولو اضعيف او من الايستر ونسيان
 او من الباريت لو من اى قـلوى ~~صـ~~ ان وحصلت الاستحالة البخارية في
 البودقة اما بسرعة او ببطئ على حسب درجة حرارة البودقة اكتسب
 المكثف في جميع هذه الاحوال كهربائية تظهر فيه ولوم من غير ان يتصل
 بالارض فتباعد الورقتان حتى يصلا الى جذران الناقوس ويكتسب بخار
 الماء الكهربائية الراتنجية والقلوى الباقي في البودقة بعد الاستحالة البخارية
 الكهربائية الزجاجية ويحصل نظير ذلك فيما لو استعمل بدل احده هذه المحاليل
 محلول غازات او حوامض سواء كانت ضعيفة او مركزة او اى ملح من الاملاح
 غير ان الذى يكتسبه البخار في الانواع الثلاثة الاخيرة الكهربائية الزجاجية
 والذى يكتسبه الجوهر المحلول في الماء الكهربائية الراتنجية وقد فعل المعلم
 بوليميه اكثر تجر بدياته بملح العادة دون بقية الاملاح لما رآ من ان النتائج
 الحاصلة من الملح في البودقة مثل النتائج الحاصلة على اسطح مياه البخار غاية
 ما هنالك ان ما في البودقة قليل وما على سطح البخار كثير جدا فاذا كانت قطرة
 من محلول هذا الملح ولو ضعيفة تسبب كهربائية باستحالة الماء المنفصل عن هذا
 الملح بخارا ناما بالكهربائية التي تنشأ دائماً على اسطحه البخار الواسعة
 المتأثرة دائماً من اشعة الشمس فتلك الكهربائية دائماً تكون وتبعد الى الجو
 كما ان تصاعد البخار من البخار لا ينقطع وزيادة على ذلك اذا توصل في انه
 لا يوجد في البخار ولا البحيرات ولا المناقع ولا الانهار ولا الخجان ماء نقي عن
 الملح ساغ لنا ان نقول في الكهربائية المكونة من تصاعد البخار عن هذه
 المياه ما شئنا من غير مبالغة وان السائلين الكهربائيين المتصاعدين
 من ذلك شيئاً فشيئاً يتكونان في الهواء كل على حدته فقد وقعت جملة تجربييات
 من بعض الطبيعيين تثبت ان الهواء تارة يكون مكهرباً بالزجاجية كما في حال
 الصحو وتارة وهو الاغلب بالراتنجية

الفصل الرابع في تكون السحب الصاعقية

قد علم مما مر تولد الكهرباء من الانبات والبخار وليعلم الآن ان قوتها ليست في جميع البلدان ولا في جميع الفصول واحدة بل ما كان منها فيه الانبات والاستحالة البخارية اقوى فان انتشار الكهرباء فيه اعظم والبلدان لها فصول توجد فيها المؤتفكات في ازمنة قوة الاستحالة البخارية ترتفع في الجو ابخرة غزيرة تجتمع وتتقارب وتندمج وتصبح سحباً وتجذب معها كهربائيتها فتكون في خلالها فالا بخره المشحونة بالزاجية تتكون سحباً موجبة والمشحونة بالراتنجية تتكون سحباً سالبة وبذلك عرف تكون السحب الصاعقية لكن يلزم الصعود الكهربائي في الهواء مع البخار وجود درجة حرارة كافية وحيث كان بعض الابخرة لقله حرارته لا يحول معه كهربائية وبعضها يحملها ويتركها في الهواء لم يكن معظم السحب صاعقياً ومعلوم ايضا ان الطلقة الصاعقية تنفذ من السحب كمية عظيمة من الكهرباء بسبب اتحاد السائلين الكهربائيين عند الطاقة

الفصل الخامس في تكون الفجر الكاذب

الفجر الكاذب ويسمى الاسفار الشمالي ضوء عظيم واضح يظهر مستطيلاً جهة السماء فينورها وقد عتمد نوره في بعض الاحيان الى الارض ويكاد ان لا يشاهد الا في الجهة الشمالية ويستمر بعض ساعات وقد يستمر الليل كله وذلك في الاماكن القريبة من القطب الشمالي ولذا سماه بعض المؤلفين بشمس القطبين ونوره يشبه نور شعلتين عظمتين منبسطتين في الهواء تهتران في جهة الهواء ويتصادمان فينطفيان ثم يشتعلان بسرعة بحبيبه وعلامة ظهور هذا الفجر ان يشاهد من اول الليل بعد الغروب بعض استضاءة في ناحية الشمال ثم يظهر تفجج نور فوق الافق ويمتد بغير انتظام في جهة سمت ذلك الافق ثم يشاهد عمودان عظيمان من نار احدهما في ناحية المشرق والثاني في ناحية المغرب يصعدان نحو السماء مجهين بانفسهما في ذلك الصعود

كالتجتر المجب في مشيته وليس امتساويين في ذلك الصعود بل يكون
 احدهما اقصر من الاخر ثم تتغير الوانها من الصفرة الى الخضرة ثم الى
 الارجوانية اللامعة ويرى كأنه يخرج منهما سهام من نار تارة زاهية وتارة
 معتمة تسير تلك السهام في طولهما على استقامة وانحراف وتارة تلتوى عليهما
 وتارة تترق منهما ثم يبل كل من العمودين رأسه للاخر حتى يتلامسا فيكونان
 وساء القبة لامعة واسعة جداتقى منصوبة في الجو والمسافة التي بين العمود
 يكون فيها بعض عتمة لكن قد يقطعها اضواء سائرة من احد العمودين الى
 الاخر لحظة فلحظة فتكون القبة حينئذ متقطعة بسهام من نار تخرج
 من رأس القبة وتنشق السماء شفا عاموديا كاصوار يخرج ثم تجتمع هذه السهام
 ويتكون منها ما يسمى بتاج الفجر الكاذب فاذا تم تكون هذا التاج ثم ظهور
 الفجر فيبدو زاهيا باضوائه متجليا في السماء كعروس تتبلى على منصفته ثم بعد
 مدة يسيرة تكبو القبة وتضمحل الانوار فهذا حال الاسفار الشما الى حال كماله
 لكنه يندران يكون كاملا كما ذكر فان اغلب الاحوال يكون التاج غير كامل
 او غير واضح الظهور والقبة تكون غير تامة او متضاعفة في بعض جهاتها ثم انه
 قد يتفق ان تحجب السحب ضوء هذه القبة فلا يظهر الفجر وتتلون السحب
 من حوافها او من بعض نواحيها بالوان منعكسة من ضوء القبة والفجر المذكور
 لا يظهر مزهيا بحسبه الا اذا كانت السماء في غاية الصحو وظهوره كاملا
 بهذه الاوصاف لا يكون الا في جهة الشمال واما في جهة الجنوب فيكون اقل
 من ذلك بكثير ولذا سموه بالفجر الجنوبي تمييزا له عن الشمالي الموصوف بهذه
 الاوصاف واسباب اسفار هذا الفجر لم يوقف على حقيقته الى الان وقد حكى
 اهل الاقاليم التي يظهر فيها هذا الفجر انه كمن يراما يصحب ظهوره دوى تارة
 يكون واضحا وتارة خفيا والذي يؤخذ من كلامهم ان هذا الدوى يشبه المنطقة
 الخفية التي تحصل من الشرر الكهربائي لكن لا يركن لكلامهم هذا مع العلم
 بما يغلب على طبائهم من الجهل والخوف ولا يصدق قولهم هذا حيث لم يسمع
 ان احدا من السواحين قال انه سمع هذا الدوى واما قياس علوه هذا الاسفار

فمختلف في الكتب وقد ذكروا ان علو الاسفار الذي ظهر في مدينة ما نسيستير
ومدينة ايدمبرغ من بلاد الانجليز كان ظهوره بعد الغروب بساعتين واستمر
الى اربع ساعات نحو ثلاث وثلاثين فرسخا فراسا ويا وقيس علوه غيره فلم يبلغ
العشر من علوه ومن التأمل في موضع هذا الفجر وتأثيره في بيت الابرّة علم
ان بينه وبين خط الزوال المغناطيسي نسبة فاستنتجوا بعد هذا التأمل امورا
ثلاثة الاول ان رأس القبة دائماً يكون على خط الزوال المغناطيسي في المحل
الذي يظهر فيه اسفار هذا الفجر الثاني ان التاج يظهر في نهاية استطالة خط
ابرّة الميل لمحل الرصد الثالث ان الاسفار بعد ابرة الميل وابرّة الانحراف عن
وضعها حتى في الاماكن التي لا يشاهد فيها هذا الفجر فكثيرا ما يشاهد قرب
ظهوره في اماكنه التي هي الاقاليم القطبية كبلاد اللادون والجر والاند
وغيرها من البلاد البعيدة عنها جدا كبارز و غيرها زوغان ابرة الانحراف
الى المغرب صبح ذلك اليوم والى المشرق في المساء كما مر واول من شاهد
هذا الامر المعلم اراغوس نحو ثنتي عشرة سنة اى في عام اربعين بعد الالف
والمائتين من الهجرة ومن ذلك الوقت الى الان لم تتغير هذه المشاهدة فيعرف
في بارز ظهور الاسفار في نواحي القطب الشمالي قبل ظهوره

الكتاب الرابع في كائنات الجواهر الصادرة من الضوء

هي وان كانت كثيرة الا اننا لا نتكلم الا على اربعة منها وهي الرئيسة السراب
وقوس قزح والمهلالات والباريلى اى الشموس الكافية وما عدى ذلك فيتكلم
عنه في المؤلفات المخصوصة بالجغرافية الطبيعية وقرا حيل ترجمة كتاب
منها باشارتي على النبيه الكامل السيد احمد الرشيدى نائبى في وظيفة بمدرسة
الطب البشرى احد النبهاء الذين تعلموا اللغة الفرنساوية والطب ببارز وقد
ظهرت ادلة فطانتهم وبراهين مهارته سيما وقد كان من اهل العلم المتكئين
في العلوم العربية من قبل سفره وقبل ان اتكلم على هذه الاربعة اقدم الكلام
على مقياس الضوء وبعض انواع آياته تتميما للمرام فاقول

الكلام على الفوتوميتر اى بمقياس الضوء

هو آلة بسيطة معدة لمعرفة مقدار قوة الضوء المنورة بظهور ادى ارتفاع في درجة الحرارة وذلك صادر من التغيرات الزائدة للضوء والمقياس المذكور المرسوم صورته في الشكل (٢٥٧) يقرب في تركيبه من التيرموميتر الاختلاف في فهو مكون من كرتين احدهما من زجاج اسود ن او من ميناء سوداء والثانية من زجاج ابيض شفاف د فالاشعة الواقعة على الثانية تنفذ فيها بدون عائق والواقعة على الاولى السوداء تشتربها وتسخن منها فيخفض السائل الملون الموجود في انبوتها ومن هذا الانخفاض يعلم قياس قوة الضوء وحيث كانت الحرارة التي تشتربها الكرة السوداء معرضة لان تفقد باضطراب الهواء لزم ان توضع تحت ناقوس من زجاج ق ق خوفا من ذلك فاذا عرض المقياس المذكور للضوء يوما واحدا دل على زيادة الضوء او نقصانه كما يدل اذا عرض له مدة السنة على ان قوة الضوء تزيد من ابتداء المنقلب الشتوى الى ابتداء المنقلب الصيفي وهو وقت عنقوان حرارة الصيف ثم يأخذ في النقصان من ذلك الوقت الى ابتداء المنقلب الشتوى وكلما زاد صحو الجو وضوءه زاد صعود سبيل الآلة في انبوتها كما انه كلما احتجبت الشمس بالسحب قل مقدار صعوده وهذه الآلة كما تنفع لمعرفة الضوء الطبيعي تنفع لمعرفة مقدار الضوء الصناعي المختلفة مقاديره بنسبته الى الشمس وبهذه الآلة ايضا يمكن ان معرفة ان الضوء المنبعث النياز من الشمس اقوى من مثله من ضوء المصابيح باثني عشر الف مرة فلو فرض ان جزءا من ضوء الشمس قطره اقل من قيراط وضع في الارض لانيجس منه ضوء يعادل ضوء شمعة مثله في القطر اثني عشر الف مرة هذا وكثيرا ما يعمد بمقياس الضوء على ما هو مرسوم في الشكل (٢٥٨) ان لم يكن معدا للنقل والاسفار واولاه الذي هو الناقوس الموضوع فوقه يفتح من تقطى ب ب وقد يستعمل التيرموميتر الاختلاف في المنسوب للمعلم ليلي في قياس قوة ضوء المصابيح وشبهه

غازا لا يدروجين المكارين المتحصل من تقطير الفعم الجري مثلاً لكن بشرط ان تكون شعبته اطول من المعتاد وذلك بان يوضع بين صفيحتين عرضيتين رقيقتين من الطلق الابيض احدهما بعيدة عن الاخرى بخمسة خطوط

المبحث الاول في السراب

السراب ظاهرة بصرية حاصله من انعكاس الاشعة الضوئية وانكسارها معافان المرئيات اذا ابصرت من بعد كاف لا بصارها شوهت صورها امام مستقيمة او مائلة او منقلبة وحواف تلك الصور دائرية تكون مغايرة لها ما يسير او كثير وهذه الظاهرة كثيرا ما تشاهد في قفار الديار المصرية ايام الحر اذا كان الجو صافيا شفافا والهواء ساكنا فيتمنيا للناظر من بعد ان امامه بركة ماء واسعة وسبب ذلك انه اذا شددت سخونة الرمل من حر الشمس سخنت الطبقة السفلى من الهواء التي تلي الارض فيحدث فيها حركات توجية تظهر للبصر تصير حوا في صور المرق غير مستوية ويلزم من سخونة تلك الطبقة تحللها وعود جزء منها الى ما فوقها من الطبقات فتكون تلك الطبقات اكثف من التي تحتها ويكون هواء البقعة التي سخنت بعيدا عن موقعه الطبيعي من الارض فبوصول الضوء الى ذلك الهواء الكثيف وخروجه عنه يتكسر فيتخيل المرءى للراى بصورة جديدة اعنى انه يظهر له ان جزءا منها مستقر في موضعه والواقع ليس كذلك وقد مثلنا ذلك بما هو مرسوم في الشكل (٢٥٩) فان عين الباصر اذا كانت في محل ع من هذا الشكل وابصرت في محل ح نقطة مرتفعة كخلة في قفر شاهدتها بالاشعة الالوانية منها من ناحية الجريد في اتجاه خط ح ع مستقيمة وبالاشعة الالوانية لها من ناحية اسفلها بعد انعكاسها من الارض وانكسارها في طبقات الهواء في اتجاه خط د ع المرسوم بالنقط منقلبة وذلك لان الاشعة الثانية يمرورها في طبقات الهواء تزوغ عن الخط العمودي ثم تنعكس من الارض فانأتى للعين لا بصورة منقلبة والاشعة المذكورة اذا مرت هنا في اكثف طبقات

المهور الفروض انها من ح الى ي ثم الى ما تحتها الذي هو اقل كثافة منها
 وهكذا انكسرت في كل طبقة وزاغت عن الخط العمودي شيئا فشيئا على
 حسب الطبقات حتى تاتي للارض وتنعكس منها الى العين على ما ذكرناه
 في العدسات من ان الباصر يرى صورة النخلة مشكلا في نهاية طول خط اتجاها
 الاشعة وهو هنا خط يدع وهذا هو الذي يحصل في السراب بعينه فان الصورة
 المستقيمة للمرء ترى من اعلا وصورته المنقلبة ترى من اسفل وفيما
 بينهم الا يشاهد لانه لا يرسل الى العين الا الاشعة التي تنكسر بسبب بعدها عنا
 انكسارها يخرج عن الخط المستقيم اللازم لمشاهدتها ولذا يرى السراب
 كأنه منفصل عن الارض والسبب المتم لرؤية السراب بلون الماء هولون السماء
 المنعكس للارض وكما قرب الانسان من موضع السراب انتقل امامه
 او على جانبيه بحسب تغير اسطحة الارض الموجب لتغير انعكاس الضوء ولو
 عمل في هذا بموجب ما تدركه حاسة البصر لسعى الانسان ابد الى ماء لا يلحقه
 وقد غش السراب بعض الجيش الفرزدق اوى اول ما قدم الى مصر وسار بقنارها
 وما لها فلما رآه ظن انه بركة ماء فتوجه اليه لشدة عطشه ليشرب فلم يزل الا
 المشقة والعناء وما يدل على ما ذكرناه في السراب من ان صورة المرء ترى
 منقلبة بواسطة الحرارة ما هو مرسوم في الشكل (٢٦٠) الذي هو صندوق
 من حديد مس ص طوله نحو ثلاثين قيراطا وكل من عرضه وارتفاعه من
 ستة قرايط الى ثمانية مملوء بجر او موضوع في مكان فاذا وقف انسان في موضع
 ع وارسل بصره في اتجاه السطح العلوي او الجانبي ونظر لحسم متوسط
 البعد كسهم م شاهد في نقطة م صورة السهم مستقيمة وفي نقطة و صورته
 منقلبة وشاهد كثيرا من امثال ذلك بانواع مختلفة فقد شوهد في بعض السفن
 في البحر وكانت بعيدة جدا كأن احدى سفينتين منقلبة على الاخرى الصاري
 على الصاري واخيانا يرى ان احدى السفينتين منقلبة على الاخرى الاسفل
 على الاسفل واذا تذكر انعكاس المرئيات وكانت بعيدة جدا شوهدت على
 حسب العوارض باشكل غريبة وصورة متداخلة في بعضها او مقطعة وقد

يرى في اوقات تكون السراب اعنى شدة الحر مرئيات لا تشاهد في غيره وذلك في جملة اما كن على شاطئ البحر من جزيرة صقليا وفي نابلي ورجيو وفي ايطاليا قد شوهد في تلك الاماكن في اوقات تكون السراب صور ساجحة في الهواء فوق الامواج كقصور وعواميد وخرابات ومساكن جميلة مستغربة واشباح سائرة معلقة في الهواء تتغير هيأتها في كل لحظة وفتة على عن محالها ثم تزول وقد استمر الناس برغم ان هذه خيالات من الجن وملاعب تعملها الخيل بها لبني آدم لتخوفه وتغير افكاره ثم عرف بعد ذلك انه امر بصري طبيعي صادر عن انعكاس صور مرئية بعيدة جدا او متراكبة في طبقات الهواء المختلفة الكثافة

المبحث الثاني في قوس قزح

هو لا يظهر للرأى الا اذا استدير الشمس وكان هنالك سحابة استحال مطرا ومستتيرة غاية الاستنارة بالشمس وقد تشاهد قطع اقواس قزحية قرب مساقط ماء اذا كان من اعلى او قرب منابحه اذا كان من اسفل ومعلوم ان في قوس قزح الوان سبعة فالذي حلل ضوء الشمس الذي هو ابيض الى هذه الالوان انكساره من قطرات المطر الصغيرة جدا وانعكاسه وما هو مرسوم في الشكل (٢٦١) يوضح كيفية سير الاشعة الضوئية في الكرات الصغيرة المائية من ماء المطر فانه اذا مر الشعاع الضوئي المصور هنا بحرف γ في ثقب صغير في باب كوة طه لخزانة مظلمة ثم استقبل في α على اناء من البلور مملوء ماء كامل الاستدارة كالدمية المرسومة عليها α β γ δ ϵ ζ η θ فاذا نظر من اعلا الدائرة الى سير الشعاع في الماء شوهد انه يسير من α الى γ ثم الى β ثم الى δ ثم الى ϵ ثم الى ζ ثم الى η ثم الى θ ففى كل نقطة يمر بها من هذه النقط ينعكس ويشاهد ايضا انه يخرج منه اشعة منكسرة كشعاع γ δ ϵ ζ η θ وشعاع β γ δ ϵ ζ η θ وكلها ظيوف شمسية مستقيمة ومنذ دفعة الى بعد ما غيرانه في كل انعكاس جديد تنقص قوة الشعاع

لانه في كل مرة ينقل منه جزء لتكوين الطيف الجديد ومع هذا ينبغي الشعاع
محسوسا ولو تكرر خروجه اربع مرات او خسا وما يحصل في الاناء الكروي
المذكور يحصل في كل قطرة كروية من المطر اكل شعاع ينقل فيها انحراف
بحيث ينعكس في باطنها بدل ان يخرج منها واذا خرج بعد انعكاسه مرتين
او ثلاثا او اربعا كان انحرافه في نقطة من سطح تلك القطرة اقل واذا كان
كذلك فلا اقل من ان يرى المبصر من كل قطرة يراها منظر طيف من الطيوف
الشمسية اذ كل شعاع تبرز منه جملة اشعة ولا بد من ان يعتبر قوس قزح المتلون
المنبسط في الجو كجزء من قاعدة مخروطي رأسه في عين الباصر ممتدا في الجو
وقاعدته المطولة من خلف المتأمل لقوس قزح ممتدة لمركز الشمس ثم ان الشمس
كلما كانت بعيدة عن الافق كان القوس اصغر فلو كانت على سمت رأس المتأمل
وصعد على اعلى صارى سفينة مثلا لا يمكن ان يرى قوس قزح بينه وبين
السفينة دائرة كاملة وكثيرا ما يشاهد فوق قوس قزح قوس آخر خارج محيط
بالاول غير ان اللون الاحمر في الاول يكون من الخارج والبنفسجي من الداخل
والقوس الخارج متكون من الاشعة الضوئية التي انعكست في قطرات المطر
انعكاسين وحيث اتاذكرنا ان قوة الضوء تنقص في كل انعكاس فايكون لون
القوس الخارجى اقل ازدهاء من لون الاول وقد يشاهد قوس ثالث لكن يكون
اقل وضوحا من الثاني لان شعاع ب س عند انعكاسه يصير بالضرورة
ضعيفا جدا وقد يتكون من اشعة القمر اقواس قزحية ايضا سيما اذا كان بدر
كاملا ونوره ساطع جدا غير ان الوانها لا تكون زاهية .

المبحث الثالث في السمات

هي الدوائر الالوانية المتلونة في الغالب بالالوان المختلفة التي تكون حول كل
من النيرين وهو في مركزها والمسافة التي بينهما تسمى بفناء الهالة تشبها بها
بفناء الدار وهو الفضاء الذي حولها ولون هذا الفناء امار مادي او اكثر زرقة

من لون السماء على حسب صفاء الجو وضبابه ودائرة الهالات التي تكون حول
الشمس بزيادة وقد تكون جرداً لكن اجرامها ضعيف من حافتها الباطنة والهالة
التي ذكرنا حول الشمس ضعيفة اللون وتشبه قوس قزح واللون الاحمر
منها يكون خطاً محدداً لثقل الهالة لا يتداخل شعاعه فيما يجاوزه من الجانبيين
وكل من النيلي والبنفسجي يأخذ في التناقص تدريجاً حتى ينتهي اللون السماء
ومن المحقق عندهم ان الهالات ضوء منكسرى بللورات صغيرة كبللورات
الجليد يتكون منها الثلج الموجود في الجو ولا تتكون الهالات عن انكسار
المضوء في غير بللورات الثلج

المبحث الرابع في الباريلى اى الشمس الكاذبة

هى صور شمس تحصل من انكسار الشمس الحقيقية وانعكاسها في بعض
الاجسام وتظهر دائماً في الافق على ممت خط ارتفاع الشمس وتتكون على
دائرة بيضاء قطبها جهة السمى العلوى ودائرتها من ناحية الشمس فما كان من
اجزاء تلك الدائرة من ناحية الشمس الحقيقية يكون متلوناً بالوان قوس قزح
كما الشمس المتكونة فيه وما كان منها في مقابلة ذلك الجزء لالون له كالشمس
المتكونة فيه فينتج من ذلك ان الصورة الاولى حاصلة من الانكسار والصورة
الثانية من الانعكاس مثل بقية الدائرة الكبرى المصورة في الشكل الا في ذكره
ومتى تكونت الشمس شوهد حول الشمس الحقيقية هالة او هالتان ملونتان
بلون قوس قزح وقد يشاهد على هاتين الهالتين وعلى بعض نقط من الدائرة
الكبرى قطع اقواس ضوئية واقواس كاذبة ولم يظهر من الشمس الكاذبة
اكثر من التي شاهدناها المعلم هيريلوس في بلاد النجاشا من نحو مائة وثمانين
سنة كما هو موصوفى في الشكل (٢٦٢) وقد بذل غاية جهده المعلم فويجاس
في الوقوف على حقيقة تولد الشمس الكاذبة فراءى ان ضوء الشمس اذا وقع
على اجسام اسطوانية الشكل دائرها شفاف ووسطها معتمة كوزن الاشعة
المنعكسة من سطح هذه الاجسام الدوائر البيضاء كونت الاشعة المنكسرة من

جوانب تلك الاسطوانات ومن محورها العامودى الشمس الكاذبة وقال
ان البردي مجتمع وبصير كتله اسطوانية في الجوف تنشأ عنه التسايح المذكورة ثم
وضع ذلك بتجربة علمها فوضع امامه اسطوانة من زجاج رقيقة الحدران
مملوءة ماء وفي وسطها قضيب اسطوانى معتم وصار ينفذهم بالبحر ايجاد مختلفة
باوضاع انحرافية بالنسبة لعينه لئلا يكون منها مع العين زوايا خصات له النتيجة
التي كان يحاويلها وهى تكون الشمس ولا ينبغي لنا ان نطيل الكلام في ذلك
ولا فيما فعله من الحساب لان هذا شئ يخص علم الفلك

الباب الخامس في الحرارة الارضية

لم يبحث عن الحرارة الارضية الا من نحو اربعين سنة والغاية المقصودة من
البحث عنها تعيين الدرجة المتوسطة للحرارة على سطح الارض في الاقاليم
المختلفة وتعيين الدرجة المذكورة في باطنها وفي تضاريسها وفي المياه التي
فيها وتعيين السبب الذي به تتعدل الحرارة على وجه الارض

المبحث الاول في درجة حرارة الهواء على سطح الارض

الكلام على الاثيريوسكوب اى مقياس طراوة الهواء

هو الالة المرسوم صورتها في الشكل (٢٦٣) المعدة لتعيين الحرارة على
سطح الارض فهي جهاز تيرموميترى قوى شديد الاحساس مركب من
مستودع من حديد لـ فيه زئبق وموفق عليه بالاحكام تيرموميتر
معنادة تيرموميتر اختلافى مستطيل فى فيعرق بالاول درجة
الحرارة الحقيقية لكرة د وبالثانى ما اكتسبته كرة ب الرقيقة المذهبة من
حرارة الهواء بسهولة ومن انواع هذه الالة ما هو اكثر احساسا من الاولى واقل
تركبا منها وهو المرسوم صورته في الشكل (٢٦٤) وهو كالتيروميتر
الاختلافى غير ان الكرة السفلى لهذا كبيرة الحجم منحصرة في كرة بحوفة من
نحاس مركبة من قطعتين ينطبقان على بعضهما ابرم في نقطتي ب ن والكرة

قطره قيراطان ونصف وبين كل درجتين من درج انبوبته اثنان واربعون
او ثلاث واربعون خطا ليمكن بذلك من ادر النصف الدرجة من المائتي
وطول التيرموميتر المذكور لا يحوى الا خمس عشرة درجة فوق الصفر وكان
حرارة المغارة المذكورة ٨٢ و ١١ ومن ايامه الى الآن لم تتغير درجة حرارة
هذه المغارة باكثر من خمس وعشرين جزءا من درجة من التيرموميتر المائتي
ولم تتفق هذه المشاهدة في غير باريز وقد استنتج من ذلك انه يوجد في باطن
الارض طبقة لا تتغير فيها درجة الحرارة وتسمى بطبقة الاعتدال وهى التى
يقف فيها التيرموميتر على درجة واحدة لا تتغير في جميع الفصول لايلا
ولانهار او ما عدى هذه الطبقة تتغير فيه درجة الحرارة بحسب الفصول على
ما نبينه فنقول قد نتج من التجارب التى فعلت بعد العلم كسيتي في بلاد مختلفة
هذه النتائج الستة الاولى ان الشهر الاخير من فصل الصيف وهو الذى
اعتيد فيه قطع خليج مصر تأخذ فيه درجة الحرارة في النقصان على نسق
واحدة تقريبا من سطح الارض الى طبقة الاعتدال الثانية انها في الشهر الذى
بعده تكون على نسق واخذت تقرىبا من سطح الارض الى نحو خمسة عشر
او عشرين قدما تحت الارض ثم تأخذ في التناقص تدريجا فيما هو اسفل من
ذلك الى طبقة الاعتدال الثالثة انها في الشهرين اللذين بعدهما تزيد في باطن
الارض الى خمسة عشر او عشرين قدما وتكاد ان تكون مساوية لدرجة
طبقة الاعتدال فيما هو اسفل من ذلك الرابعة انها تزيد في الاشهر الثلاثة
الشتوية من سطح الارض الى طبقة الاعتدال الخامسة انها في الشهرين
الآتين بعد ثلاثة الشتاء تأخذ في التناقص كثيرا الى قد هين تحت الارض
ثم يقل التناقص فيما اسفل عن ذلك السادسة انها تنقص في الثلاثة اشهر
الباقية قليلا من سطح الارض الى غورا اكثر من القدمين ثم تزيد قليلا حتى
يصل الى طبقة الاعتدال وما اسفل عن ذلك تزيد فيه على حسب زيادة الغور
والغالب ان الحرارة لا تزيد فيما بعد الطبقة المذكورة بدرجة واحدة الا بعد
خمس وعشرين او ثلاثين ميتراسفل منها فعلى ذلك لا توجد درجة غليان

الماء الابعاد النزول الى غور عمقه الفان وخمس مائة ميتر تحت هذه الطبقة ان
 امكن ذلك ومن حيث ان الشهاب الارضى اذا قيس يكون ٦٣٧١٨٠٠٠
 ميتر تقريباً تكون درجة الحرارة في نهاية الارض اذا امكن النزول لمركزها
 الحقيقي ٥٥٠٠ درجة لكنه لم يوجد ما يثبت ان الحرارة تأخذ
 في الزيادة حتى تصل الى هذا الحد بل قد ثبت ان مركز الارض نواة عظيمة من
 الصوان لا يحصل فيها تغير كما جرب ذلك هذا وحسن ما يقال في علّة الحرارة
 الباطنة لطبقات الكرة التي يمكن ان يصل اليها الانسان هي التفاعلات
 الكيماوية المستمرة التي يربط الجوهر المعدنية وغيرها مما هو في الطبقات
 المذكورة وسفسطة بعض الكذابين في الزمن السابق دعتهم الى ان يقول بوجود
 نار مركزية في الارض والتجربة والتقدم في العلم حكماً بابطال مثل هذه الخرافات
 وسيحكم بان بطلان كثير من هذا القبيل

المبحث الثالث في درجات حرارة تضاريس الارض

اعلم انه كلما ارتقى في الهواء اتصفت درجة الحرارة وبرهان ذلك الثلج الذي
 يوجد مستمراً على قمم شواخ الجبال مكلالها حتى في الاماكن المحرقة
 من الكرة وناموس ذلك التناقص يعسر الوقوف عليه بسبب تأثير الرياح
 والأمطار وغيرها في الجو نعم قد يستنتج من التجارب التي فعلت في ذلك
 ان يقال ان الحرارة قد تتناقص في كل مائة وعشرين او اربعين او ستين ميتر
 صعوداً درجة واحدة وان عسر اقامة برهان على ذلك غير ما ذكرناه فيما
 سبق من مقدار البرد الذي وجده غايوسا لحين صعوده في الجبل ووجود
 الثلج المستمر في قمم الجبال الشامخة لا يدل على شيء من ذلك لان احد العلو
 الذي يوجد فيه ذلك الثلج مختلف باختلاف الاماكن فحده في بعض
 الجبال بالاميريكاني وجد الثلج عليها مستمر اربعة آلاف ومائتي ميتر ولم يوجد
 فيما هو اقل من ذلك الارتفاع في نواحي تلك الجبال وفي بعضها ثلاثة آلاف
 وسبع مائة ميتر دون ما هو اقل من هذا الارتفاع وحده في شمال خط

الاستواء في الاماكن التي بينها وبينه اربع مائة فرسخ نحو مائتي ميتر وحده
 في جبال القوقاس اى جبل ق مختلف عن حده في جبال البيرينيه الفاصلة
 بين فرنسا واسبانيا وان كانا في عرض واحد فهو في جبل ق
 ٣٢١٦ ميتر وفي جبال البيرينيه ٢٧٢٩ بل يختلف حينه اى في نواحي
 الجبل الواحد فانه في بعض جبال الهيمالايا من بلاد الهند من ناحية الشمال
 خمسة آلاف ميتر ومن ناحية الجنوب ثلاثة آلاف وثمانمائة وخمس ميتر واما
 بقية الجبال المتنوعة في الافريقية فلم يعرف فيها شيء لان نوحش سكانها
 وغلاطة طبائعهم تنفر السواحين عن الدخول فيها مع انها معدودة من
 اقسام الدنيا الخمسة ولولا ذلك لعرفت غيرها

المبحث الرابع في درجة حرارة المياه وتكون الجليد

الينابيع ان لم تكن غزيرة اكتسبت مياهها حرارة الطبقات التي تمر فيها
 وان كانت غزيرة خرجت من الطبقة التي نبعث منها حارة بدرجة حرارتها
 ثم اما تزيد حرارتها او تنقص على سبب كون الطبقات التي تمر فيها وهي
 صاعدة الى الطبقة الظاهرة حارة او باردة ومن ذلك يعلم ان اختلاف درجة
 الحرارة في جميع الينابيع الغزيرة قليل جدا في جميع السنة لانها تبرد قليلا
 في دخول الشتاء ثم ترجع اليها حرارتها في دخول الربيع والفرق في حرارة
 المياه في هذين الزمانين لا يبلغ في بلاد الاوربا زيادة عن درجة او درجتين وفي
 الاماكن التي تحت الاستواء يكون الفرق من ثلاث درج الى اربع وقد
 تكتسب الينابيع الحارة درجة تقرب من درجة الغليان ولانعلم الاسباب
 التي جفقت حرارة هذه الينابيع من مدة قرون على حالة واحدة غير انه
 قد نسبت حرارة بعض الينابيع لجاورة البركان اى جبال النار في جزيرة
 ايرلاندي ينبوع يسمى باليسيرله نبعاث نارة يومية ونارة برهية فينبع في بعض
 دقائق بل وفي الدقيقة الواحدة تبعاث عديدة تبزغ النبعة منها ظاهرة في بركة
 كبيرة عمقها سبعون قدما وطرانساعها ستون ويتقدم بزوغها دوى مرعب

حرارة الاقاليم الحارة تزداد عما هي عليه لذا كان ما تكتسبه في كل سنة ازيد مما
تفقدته ولان برودة الاقاليم الباردة تزداد عما هي عليه اذا كان ما تفقدته في كل
سنة ازيد مما تكتسبه لما عرفت من التعويض ولان المعهود من قديم الزمان
الى الالآن ان درجة حرارة الاقاليم على حالة واحدة لم تتغير نعم يمكن ان يقال
ما هي الواسطة التي تعرف بها كمية الحرارة المنبعثة من الشمس الى الارض
في كل ناحية من نواحي امد سنة وهذا وان كان عسرا ومشكلا في الظاهر الا
انه يسهل ويحل بعمل التجارب اللازمة لذلك وقد استعملوا له الجهاز
المرسوم صورته في الشكل (٢٦٥) وهو جهاز مركب من اسطوانتين
احدهما داخل في الاخرى وطول الظاهرة قدما من وقطرها اربعة قراريط
والمسافة التي يتم ما ملوثة من الجايد المجروش وفي الطرف الذي يلي الشمس
منهما المرسوم عليه س انبوبة احد طرفيها مسدود بعدسة من زجاج
مسطحة الوجهين في نقطة و والطرف الثاني فيه حجاب حاجز د له
ثقب واحد وفي الطرف الثاني منهما المرسوم عليه ت تيرموميتر له كورة
سوداء م وفي باطن الانبوبة الاولى حنفية ص يستخرج منها
الهواء عند عمل الفراغ في باطن الاكلة فاذا اريد تشغيل هذا الجهاز فلتحضر
قبالة الشمس بان تجعل نقطة و جهة الشمس وتعدل بواسطة الثقب الصغير
الذي في الصفحة المعدنية ط المضافة لقطع الجهاز ونقطة المناط
المرسومة في صفحة العاج ي بحيث يكون المحور ب ب من الجهاز
قبالة مركز الشمس ثم يترك الجهاز ساكنا على هذه الحالة ويتأمل في سميال
التيرموميتر فيوجد اولا في درجة صفر لكونه محاطا بالجليد المجروش ثم ترتفع
درجته شيئا فشيئا حتى يقف عن الارتفاع فيعلم ان جميع ما حصل له من
الارتفاع هو الحرارة التي اكتسبها من الشمس ثم تكرر هذه التجربة في اليوم
الواحد مرات عديدة فيعلم ان ارتفاع التيرموميتر يكون على حسب ارتفاع
الشمس في السماء فاذا سقط من كمية الحرارة التي دل عليها ارتفاع التيرموميتر
مقدار الحرارة التي يمكن ان تقشر بها عدسة و كما ينبغي ان يحذر ذلك قبل

التجربة عرف مقدار ما اثرته حرارة الشمس في التيرموميتر مدة ساعات النهار من الشروق الى الغروب في كل يوم من ايام السنة وبواسطة تجربات كثيرة علمت في ذلك مضبوطا الكمية المتوسطة للحرارة في اوقات متحدة لبلاد مختلفة فقالوا ان غاية ارتفاع التيرموميتر في وقت الظهر في باربري الصيف سبع درج وخمس دئائق فعرفوا من ذلك ما بعثته الشمس من الحرارة في ثانية الى مسافة سيني ميتر مربع من الارض واستتجوا منه بالحساب مقدار ما تبعثه لتلك المسافة في يوم ثم في سنة ثم ما تبعثه الى جميع سطح الارض وعرفوا بعد ذلك ان الكمية التي تبعثها الشمس الى الارض من الحرارة تكفي لاذابة طبقة من الجليد سمكها اربعة عشر ميتر تغطي سطح جميع الكرة وتلك الكمية هي التي تنفذ في بعض الفصول في طبقات الارض الى طبقة لا اعتدال وتخرج منها بالتشعع في بعض الفصول فتبقى حراره الكرة في وقت من الاوقات بدرجة واحدة متناسبة وذلك الوقت هو وقت الاعتدالين بذلك اعتدات درجة الحرارة للارض وصدق ان حرارتها الطبيعية دائما لا تزيد ولا تنقص

فسبحان من احاط علمه بذلك كله جملة وتفصيلا * ودبره بجلال
عظمته وكونه تكوينا جميلا * وحيد العقول في ادراكه مواضعه
والوقوف على مواضعه حتى صار كل يعمل على شاكلته فربكم
اعلم بمن هو اهدى سبيلا فله الحمد على ما انعم به من انواع
المعارف وله الشكر على ما تكرم به من معارف
العوارف ربنا اتم لنا نورنا واغفر لنا انك
على كل شئ قدير نعم المولى ونعم
النصير وحسبنا الله ونعم
الوكيل

من تحت الارض ثم يعقبه سبع عواميد متعاقبة من الماء ارتفاع الواحد منها
 اثنا عشر ذراعا بل ثلاثمائة جاذبة معها اشجارا كبيرة وغيرها واملاء البحيرات
 والأنهار والخيلجان التي لا يتغير قرارها فلا تتغير درجة حرارته الا في طبقاته
 السطحية القريبة منها ففي بعض الاماكن يبرد هذا الماء زمن الشتاء حتى
 يجمد ويصير كالجليد وفي بعضها يستخن زمن الصيف حتى تبلغ حرارته من
 عشرين درجة الى خمس وعشرين فوق الصفر ومن حيث ان الماء موصل غير
 جيد للحرارة فلا تستخن حرارة الشمس الاسطحة ومعلوم انه اذا سخن قل ثقله
 النوعي عن الماء البارد فلا يتخالطه الا يسيرا ولومع اضطرابها بالرياح الشديدة
 كثيرا وبرودة سطح الماء في ايام الشتاء من امرين تشجع حرارته ومماسسة الماء
 البارد له فان استمر عليه هذان الامران مستدين مدة ولم يكن مضطربا
 اضطرابا شديدا لتكون على سطحه قطع جليدية شيا فشيئا سيما من جهة حوافه
 وهذه القطع تكون اولاً متفرقة ثم تعظم وتتلاصق فيلتصق بعضها ببعض
 حتى تصير سطحها واحداً جليدياً صلباً سيما اذا كان الماء قليل العور لان درجة
 حرارته تحفض بسرعة فتغلط القطع بسرعة ايضا وفي مدة ايام يمكنها ان تقبل
 حولاً ثقيلة بدون ان تنكسر وكثيرا ما شوهد عبور الجديش العظيم بحمولته
 وخيله على النهر المتجمد ماؤه وهذا الامر ما زال مجتمعا ولا في الديار المصرية بسبب
 حرارة الاقليم مع انه قد ذكر في التواريخ المشرقية في ذلك ما يكاد ان يكون
 خرافات كقولهم في بعض الكتب ان النبل قد جدمائه واطن انه قال ان ذلك
 حصل في ٣٢٣ سنة من الهجرة واما نهر السين فيخفى في باريز فانه يجمد
 في اكثر السنين واقل ما يجمده من البرد ان يكون في ثمان درج تحت الصفر
 واما ماء البحار فدرجة حرارته سطحية قريبة من درجة حرارة الهواء المماس له
 حتى تسكاد ان تكون مساوية لها نعم القالب في الاماكن التي بين دائرتي خط
 الانقلاب ان يكون ماء البحار فيها استخن من الهواء بقليل وينسدر
 في العروض الشمالية وهي العالية عن الدائرتين ان يكون الهواء استخن من
 البحر والاماكن القطبية لا تكون حرارة الهواء فيها مثل حرارة البحار بل

الهواء بارد هذا وقد ظهر من قياس حرارة البحر في اعماق مختلفة ان درجات
 حرارته فيما بين دائرتي الانقلاب تنقص كلما غيض في العمق وعند القطبين
 يمكن ذلك والاقاليم المعتدلة وهي التي فيما بين بعد ٣٠ و ٧٠ درجة
 من العرض تنقص حرارة مياه البحار فيها كلما زاد عرضها المسمى بحد من خط
 الاستواء ومن ذلك نعلم انه توجد بقعة تكاد ان تكون حرارة ماء البحر فيها
 واحدة في السطح والعمق ومما يستغرب في هذا البحث ان درجة حرارة المياه
 في الابحار التي تحت خط الاستواء في عمق الف باع من ست درجات فوق الصفر
 التي سبع مع انها احر البقاع وفي الابحار التي عند القطبين في عمق سبع مائة باع
 من درجتين الى ثلاث فوق الصفر مع انها ابرد البقاع لكن سطح ماء البحار
 القطبية المذكورة يكون باردا جدا وقد وجد في عرض ثمانين ان درجة ماء
 البحر ٣ و ١ تحت الصفر مع ان حرارة الهواء في اربع فوق الصفر واستمرار
 البرد في الاماكن القريبة من القطبين ينسب عنه استمرار تكون الجليد العظيم
 هناك فان الذي على شواطئ جهات اسبيربيرغ واجروالاند يكون سمكه
 في الغالب من عشرين قدما الى ثلاثين وكثيرا ما يتصل به ماء ويتجمد معا
 فيكون منه ما يسمى بالصخرة الجليدية وقد رواها مساحتها على سبيل الظن
 فكانت ثلاثمائة او اربعمائة فرسخ مربع وسطحها املس كسطح الزجاج
 في بعض رحبات منها تكون من عشرين الى ثلاثين فرسخا وفي بعض الرحبات
 يكون الجليد خشنا وترتفع عليه نتوءات من جميع الجهات تكون كعواميد
 غريبة المنظر علوها من عشرين قدما الى ثلاثين ولونها ازرقي يميل للفضة
 كالزمر الجليل او ملبسة بثلج غليظ فتكون غريبة التكوين وكثيرا ما تكسر
 الاضطرابات الشديدة من الامواج هذه الصخرة الى قطع كبيرة مساحة
 الواحدة منها من مائة متر مربع الى مائتين تسير مع الامواج فتلاقى قطعها اخرى
 سائرة بتدافع مضاعف لتتصادم الاولى فتتصادم مكانها جبال وسمع لذلك قرعة
 مرعبة وتنفث حتى تكون كرمل جليدي فيما ويل السفينة التي تكون بين
 قطعتين متصادمتين منها فانها تكسر بينهما كأنها زجاجة وقد يركب بعض

هذه القطع الجليدية بعضها في المصادمة فتكون كتلا عظيمة غير منتظمة تصير
 في البحر بارزا منها نحو عشرين قدما او ثلاثين ونعاطسا في الماء نحو ثمانين قدما
 او مائة لا يستمر متر اربعة او ثلثه فصل عن بعضها وتظهر فوق الماء فاذا اصابت قوت
 قطعة من هذه القطع سفينة في سيرها قلبت السفينة اورفعها فوق الماء ثم
 قلبتها وقد قاس بعض الملاحين هذه القطع فبلغ ارتفاعها عن سطح الماء اكثر
 من مائة قدم ومن كون الغالب ان الغائص منها في الماء يكون قدرا الظاهر
 اربع مرات يكون ارتفاعها نحو خمسمائة قدم ووجود ذلك في البحار الشمالية
 هو المانع من السفر فيها في تحلل هذا الجليد واضمحلال خلعت تلك البحور
 وحسن سلوكها فقد يسافر فيها الى عرض سبعين او ثمانين لاجل اصطيد
 حوت القيطس المسهي بحوت يونس لكونه يختار الاقامة بهذه النواحي
 لوجود قوته فيها بكثرة لانه لضيق بلعومه لا ينقوت الامن الملوكل اعنى
 الحيوانات البحرية الصغيرة الخوة وهي موجودة هنا بكثرة ونهاية ما يسع
 بلعوم هذا الحوت على غاية كبر جسمه قدر جمع الكف وصيد هذا الحوت هو
 الوسيلة لقياس عمق البحار في بعض الاماكن كجزيرة اسبتيزبيرغ لانه متى
 لمصيب بالكلاليب المعدة لاصطياده غاص في قرار البحر مرة واحدة وفيه
 الكلاب فاذا جذب معه الحبل المربوط فيه الخطاف ارخواله فيه ثم بعد
 وصوله لقرار الماء يرجع صاعد السطح الماء ليستنشق الهواء فيوجد جالبا معه
 اترطين من قرار البحر فاذا قيس الحبل الذي كان جذبه مع الخطاف الى القرار
 علم قياس عمق البحر وقد وجد من البحار ما طوله من ثلاثة آلاف قدم الى
 اربعة آلاف لكن بين اسبتيزبيرغ والبحر والاندلم يوجد للبحر قرار بعد سبعة
 آلاف قدم وجميع ما ذكر في القطر الشمالي واما القطر الجنوبي فدرجة حرارته
 اقل من الشمالي بقليل وبحره اطول عمقا

المبحث الخامس في بيان موازنة حرارة الارض

درجة الحرارة في طبقات باطن الارض غير طبقة الاعتدال يظهر انها لا تنقص

ولونقصت فلا يكون إلا بعد قرون عديدة وحال هذه الحرارة يشبه حال الحرارة
 الحيوانية المستمرة في انواع الحيوان بدرجة واحدة تكاد ان لا تتغير ولا يفتن
 فيها العلم الا بين طريق بها يتوصل لمعرفة النقص الممكن حصوله في حرارة طبقات
 باطن الارض بل يحتاج ذلك الى تكرار التجارب مدة قرنين او ثلاثة فربما يعرف
 طريق لذلك واما حرارة سطح الارض فهناك بعض اسباب ظاهرة تفيد ضبط
 موازنة هذه الحرارة حتى تكون معتدلة في جميع سطح الكرة وذلك ان الشمس
 اذا غربت عن ناحية شععت الارض الحرارة التي كانت تشرتها من الشمس
 فتبرد تلك الناحية من ذاتها ثم ان كان الجو صحوا والهواء ساكنا كان ذلك التبريد
 اعظم لكون الهواء والارض يفقدان حرارتهما بالتشعع معا وان كان الجو
 مكثرا بالغيوم والهواء ساكنا تشرب الهواء الحرارة المشععة من الارض
 ولا يدعه ان ترتفع الى الاعلا وحينئذ فدا عما يحصل تعادل بين حرارة الارض
 وطبقات الهواء السفلى ونبت حرارة الارض محفوظة في درجة لا تنزل عنها الا
 قليلا حتى تبزغ الشمس في اليوم الثاني لانه حيث كان الضباب الخفيف كافيا
 لحجب الضوء عن الارض فكذلك البخار الخفيف الذي يكاد ان لا يصير يكون
 كافيا لحفظ الحرارة الصاعدة من الارض في الطبقات السفلى للهواء فاذا بزغت
 الشمس في اليوم الثاني رجعت حرارة الارض بازيد مما فقد وهذه الزيادة تتكرر
 في كل يوم من ايام الربيع والصيف ثم بعد الصيف يكون ما تفقده الارض من
 الحرارة في كل يوم اكثر مما اكتسبه حتى يعود الدور ومعلوم ان كلامنا من الربيع
 والسحب والامطار والندى وفيضان النيل في بعض الاقاليم يتوقع كمهمة
 الفقد والاكتساب المارين الى انواع كثيرة لا تمكاد تضبط غير ان الريح الذي
 يبرد جزءا من الارض يسخن جزءا آخر والذي يجفف ناحية منها يرسل الامطار
 الى ناحية اخرى وهكذا وكل ذلك نتيجة مسببة عن كروية الارض وبالجملة
 فجميع التغيرات الجوية والعوارض الارضية وسائط لتعويض درجات
 الحرارة في بعض النواحي بعد فقد هاهنا من البعض الاخر ولا يقال ان هذه الاسباب
 وغيرها قد تفقد من الارض جميع الحرارة التي اكتسبتها من الشمس ولا ان

ولما وافق كمال الطبيعة بمطبعة صاحب السعادة الخديوية * التي يولاق مصر
 المحمية * ولاح فخر انتفاعه بمدارسه العلمية * لازالت بارتقاء العلوم فيها معمورة
 مسجية * اليوم الخامس والعشرين من ثالث شهر العام الرابع من التبريد
 الثاني للقرن الثالث عشر * من هجرة المبعوث لكافة الخلق من الملائكة والجن
 والبشر * السيد المصطفى والرسول المجتبي المقتنى صلى الله وسلم عليه وعلى آله
 واصحابه والتابعين الى يوم الدين قلت لمدح هذا الكتاب ملوحا وبثأريخه مصر حيا
 افق العلوم غدى بوجه نير * يحكي ملاحه ضاحك مستبشر
 حتى كان البدر حاكى وجهه * أو انه للشمس اضحى يزدرى
 حيث الخديوى زانه بكتابه * صبح الطبيعة رونه المتزاهر
 اشكاله مثل الجداول يرتوى * منها الصدى من وارد اصدار
 فهو الكتاب ودونه الكتب التي * في الفن اصداق وزا كالجوهر
 وبطبع الف منه صدر امره * كي لا يضيق بنفعه عن قاصر
 وبدي تمام الطبع منه فارخوا * اعلى الطبعة طى سفر الداوري
 ١١١ ٥٢٢ ٢٩ ٣٤٠ ٢٥٢

