

الجزء الأول

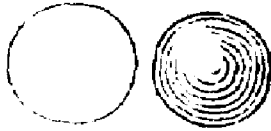
في القوى الكيماوية

الفصل الأول

في الحرارة

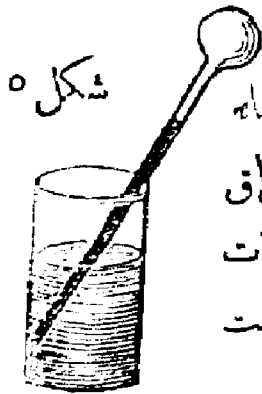
الحرارة في اصطلاح العلوم الطبيعية هي تلك المادة غير القابلة للوزن التي نحدث حاسة السخونة ونقيضها البرد غير ان البرد انما هو شيء لا سلبى اى هو عبارة عن نقص الحرارة

من خصائص الحرارة انها تمدد الاجسام . اما الجوامد فتتمدد بالحرارة اقل من السوائل والغازات اقل من الغازات وبظهر فعل الحرارة لتدبير المواد بواسطة كرة نثر في حلقة متى كانت على درجة حرارة الهواء الاعتيادية ثم اذا اُحييت الكرة قليلاً تمدد فلا نثر في الحلقة حينئذٍ ومتى بردت تعود الى حالتها الاولى وابيضاً باحماض قضيب طويلة ذراع مثلاً فعند ما تجي بطول عن ذلك . اما السوائل فيظهر



فعل الحرارة لتمديد ما بوضع بعضها في انبوبة دقيقة ذات بلبوس حتى يتلي البلبوس ثم عند احماض السائل يتدد ويصعد في الانبوبة نفسها انظر شكل ٤

اما الغازات فيتمدد فعل الحرارة لتمديد ما بان تملاً فينة ذات عنق طويل ماء الا قليلاً ثم تُقلب ويُغمس فكها في ماء شكل ٥



شكل ٥

فيكون بعض الهواء محصوراً في جزئها الاعلى ثم اذا اُحيى الهواء هذا بواسطة لمب قنديل يتدد فيطرد الماء من الفينة . بناء على فعل الحرارة لتدبير الجوامد نحى اطواق الفناطيس واطواق دواليب العجلات قبل تركيبها وكذلك مسامير وريئات الآلات البخارية قبل تركيبها لانها اذا بردت تنقلص فتشدد اكثر مما كانت تفعل لو تركبت وهي باردة

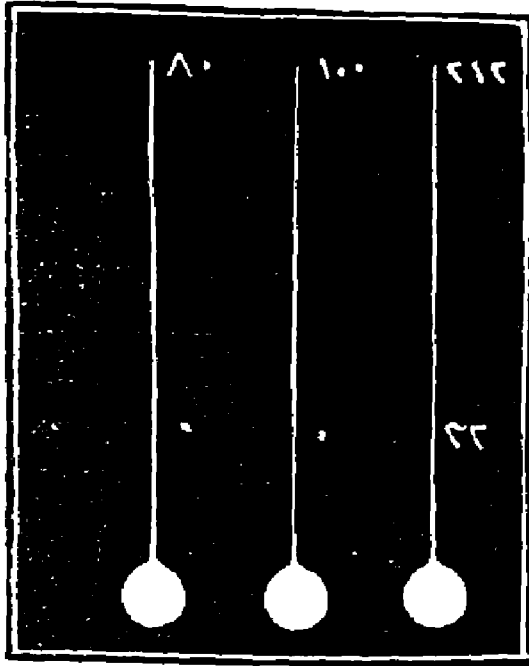
لكل مادة قابلية للتدد بالحرارة مختصة بنفسها فالمعادن تتمدد بها أكثر من سائر المواد ومن المعادن الزنك يتمدد أكثر والبلاستيك أقل من الجميع. أما الزجاج والآجر والخزف الصيني والرخام وأنواع الحجارة فكلما تتمدد بالحرارة. وبين السوائل أيضاً تفاوت من هذه الجهة كما ينضح إذا أخذت أنابيب مثلاً كل واحدة ذات بلبوس ومليء البلبوس سائلات متنوعة ثم أُحييت فبرى البعض يصعد في الأنابيب أكثر من البعض الآخر فالكحول مثلاً يتمدد بالحرارة مستمرات أكثر من الزئبق. أما الغازات فتتمدد بالحرارة منساور وتتمدد الجوامد والسوائل عند ارتفاع درجة حرارتها هو أكثر منه عند انخفاضها أي إذا أخذ جسم درجة حرارته 200° مثلاً وآخر درجة حرارته 20° مثلاً وأُحي كل واحد منها 10° درجات مثلاً فهذه الدرجات العشر من الحرارة تتمدد الأول أكثر من الثاني والآخر ليس كذلك في الغازات

إن أكثر الأجسام إذا بردت بعد الاحماء تعود إلى جرمها الأصلي وما يستثنى من ذلك الرصاص فنرى الأنابيب الرصاصية الحاملة الماء الساخن أو البخار بعد مدة أطول مما كانت أصلاً وإذا انحصر حتى لا يمكنه التمدد طولاً يتجعد أو يتفوج أو ينحني كما يرى في الأنابيب وفي الأحواض الرصاصية التي تحصى كثيراً

بناءً على تمدد الأجسام بالحرارة قد استُنِطت آلات متنوعة لأجل قياس الحرارة وبما أن الجوامد تتمدد قليلاً والغازات كثيراً فقد أخذ بعض السائلات لهذه الغاية إن لم تكن درجة الحرارة عالية جداً وإن كانت عالية في بعض الجوامد والآلة لقياس درجات من الحرارة ليست عالية سُميت ترمومتر والتي للعالية سُميت تيرموتر

الترموتر — أما الترمومتر فنوعان زئبقي والكحولي أما الزئبقي فللدرجات الاعتيادية من الحرارة وأما الكحولي فللدرجات السافلة منها لأن الزئبق يجمد إذا نقصت الحرارة عن -39° ف والكحول صرف لا يمكن تجميده. فيصنع الترمومتر الزئبقي مثلاً على هذه الكيفية أي نؤخذ أنبوبة زجاجية شعربة ذات بلبوس فيها البلبوس وبعض الأنبوبة زئبقاً ثم يحمى حتى يصعد الزئبق بالتمدد إلى أعلى الأنبوبة وعند ذلك تُسد فوهتها بإصهار الزجاج بواسطة بوري ثم

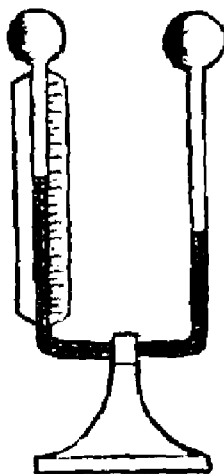
يغمس البلبوس في ماء وجليد وعند النقطة التي يقف عليها الزئبق نوضع علامة



ثم يغمس في ماء غالي وعند النقطة التي يقف عليها الزئبق نوضع علامة أخرى فإذا وُسمت الأولى 32° والثانية 212° وقُسم ما بينها إلى 180 درجة فلنا ثرمومتر فاهرنهيت وبُقسم ما تحت 32° إلى درجات تعادل التي فوق ذلك فينتهي أولاً إلى صفر ثم نضع قدام كل درجة تحت الصفر علامة سلبية للدلالة على أنها تحت الصفر أي $1^\circ - 2^\circ - 3^\circ$ الخ وإذا جُعِلت العلامة الأولى صفراً والثانية

مئة وقُسم ما بينها إلى 100° فلنا الثرمومتر المعروف بالسنتيكراد وإذا جُمِلت الأولى صفراً والثانية 80° فلنا ثرمومتر رومير وعند ذكر درجة ما من الحرارة يجب ذكر أي قياس من هذه الثلاثة عُول عليه. مثال ذلك 212° ف أو 45° س أو 104° ر وفس على ذلك. أما تحويل أحد هذه الأقيسة إلى آخر منها فسهل لأن 9° ف $= 5^\circ$ س $= 4^\circ$ ر وفي تحويل فاهرنهيت إلى رومير أو إلى سنتيكراد يجب أولاً طرح 32° لأن 32° ف $= 0^\circ$ في ر وفي س وفي تحويل رومير أو سنتيكراد إلى فاهرنهيت يجب إضافة 32° لهذا السبب نفسه

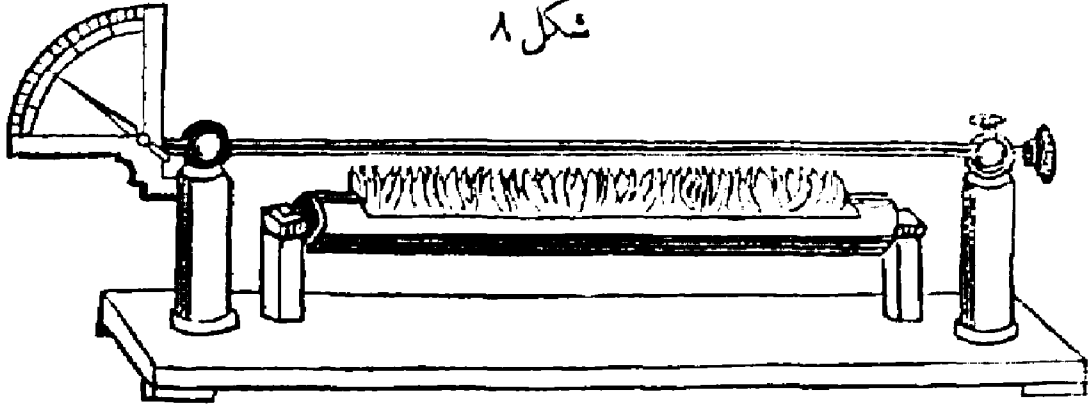
ومن أنواع الثرمومتر ماسي ثرمومتر التفاوت وهو على هيئة



شكل ٧ أي انبوبة في كل من طرفيها بلبوس وهي ملتوية حتى تصنع زاويتين قائمتين وعلى الساق الواحد مقياس وفي الانبوبة حامض كبريتيك ملون احمر وفي البلبوسين هواء فان كانا على حرارة واحدة يكون الحامض في الساقين على موازنة وإذا زادت حرارة أحدهما تمدد الهواء فيه فيطرد الحامض من حاقه إلى الساق الثاني

البيرومتر - الزيتيق بغلي عند ٦٦٠ فافذا زادت الحرارة على ذلك لا يصلح لها
الترمومتر فقد اصطنعت آلات أخرى مختلفة لقياس درجات حرارة عالية أشهرها

شكل ٨



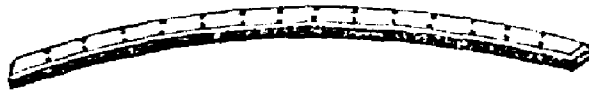
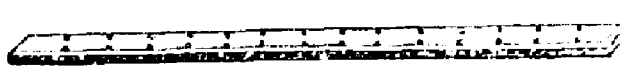
بيرومتر دانيال وهو مركب من أنبوبة بلومياجين طرف منها مسدود والطرف
الآخر مفتوح وفي جوفها قضيب بلاتين ناتئ من الطرف المفتوح متصل بعقرب
يدور على مينة منقسمة الى درجات فاذا أحميت الأنبوبة ينهدد القضيب فيدير
العقرب كما يرى في شكل ٨

حرارة نوعية - بين الاجسام تفاوت من جهة مقدار الحرارة اللازمة لرفعها
الى درجة مفروضة فاذا عُرِضت مواد مختلفة على حرارة درجتها مفروضة فالبعض
تنهي حرارتها الى تلك الدرجة قبل البعض الآخر ثم بالعكس البعض يبرد قبل
البعض الآخر. مثال ذلك ان بوخذ وعاءان متاثلان احدهما ملآن ماء والآخر
ملآن زيتقا ويغسسان في ماء غال فالزيتيق يستغن وينتهي الى درجة الماء العالي في
نصف الوقت اللازم للماء لكي ينتهي الى تلك الدرجة فقابلية الماء للحرارة هي ضعف
قابلية الزيتيق لها لانها اخذت مثالي ما اخذه الزيتيق لكي ترتفع حرارته الى
درجة مفروضة. اما الزيتيق على درجة ٢١٢ مثلاً فيذوب من الثلج اقل كثيراً
ما يذوبه مقداره من الماء على درجة ٢١٢ لان فيه حرارة اقل ما في الماء واذا مُزج
مقدار من الماء حرارته ١٠٠ مع مثله حرارته ٤٠ تكون حرارة المزيج ٧٠ اي
الواحد يكسب ٣٠ والاخر يخسر ٣٠ ولكن اذا مُزج زيتيق حرارته ١٠٠ مع
مثله ماء حرارته ٤٠ تكون حرارة المزيج ٦٠ اي الزيتيق يخسر ٤٠ والماء لا
يكسب الا ٢٠ مع انه دخله من الحرارة كل ما خسر الزيتيق واذا عكس العمل
وكان الماء على ١٠٠ والزيتيق على ٤٠ يكون المزيج على ٨٠ اي ٢٠ من حرارة

الماء رفعت حرارة الزئبق ٤٠° وهذا التفاوت واقع ايضاً بين الجوامد كما ينضح من احائها وانغاسها في ماء او سائل آخر. واذا اخذت اوزان متماثلة من اجسام مختلفة يظهر هذا التفاوت اكثر فاذا اخذت اوزان متماثلة من الماء والزئبق مثلاً نرى قابلية الماء للحرارة ٢٢ مرة قابلية الزئبق لها لانه اذا مَرَّج وزن ما من الزئبق على ٦٦° مثلاً مع نفس ذلك الوزن من الماء على ٢٢° تكون حرارة المزيج ٢٣° اي الزئبق خسر من الحرارة ٢٣° والماء كسب ١° اي ٢٣° الزئبق اكسب الماء ١° فتكون قابلية الماء للحرارة ٢٢ مرة اكثر من قابلية الزئبق لها اي اذا فُرضت قابلية الزئبق واحداً تكون قابلية الماء ٢٢° واذا فُرض الماء واحداً يكون الزئبق $\frac{1}{22}$ وهذه الحرارة اللازمة لرفع حرارة جسم ما الى درجة مفروضة سُمِّيت حرارة النوعية وبما ان الماء يقبل حرارة اكثر من سائر الاجسام فقد جعلت حرارته النوعية واحداً او قياساً للبقية وهذا جدول الحرارة النوعية لبعض الاجسام الاخر نسبة الى الماء

الماء	١٠٠٠٠	النحاس الاحمر	٠.٠٩٥٢	الزئبق	٠.٠٢٢٢
الفحم	٠.٢٤٠٥	الزرنج	٠.٠٨١٤	الذهب	٠.٠٢٢٤
الكبريت	٠.٢٠٢٦	الفضة	٠.٠٥٢٠	الرصاص	٠.٠٣١٤
الحديد	٠.١١٢٨	البود	٠.٠٥٤١		

قابلية التمدد — بين الجوامد تفاوت في تمددها بالحرارة لان حرارة مفروضة تمدد البعض اكثر من البعض الاخر وهكذا في السوائل ايضاً خلافاً للغازات التي تتمدد على نسق واحد اي حرارة مفروضة شكل ٩



تمدد كل الغازات مقداراً واحداً تقريباً اما التفاوت بين الجوامد في قابلية التمدد بالحرارة فينضح بتسمير سير من نحاس اصفر الى سير مثله من حديد شكل ٩ فما

داما على الحرارة التي كانا عليها عند تسميرها يبقى السير المركب مستقيماً ولكن اذا زادت فلكون النحاس يتمدد اكثر من الحديد بدرجة مفروضة يتفوس السير المركب

ويكون حديه نحو الخاس وبالعكس اذا بُرد وهذا المبدأ قد بُني عليه اصطناع رقاصات وموازين للساعات لا تتغير حركتها باختلاف درجة الحرارة وذلك بتزويدها من معادن مختلفة يعوّض قلة تمدد الواحد عن كثرة تمدد الآخر

حرارة مخففة — اذا وُضع الترمومتر في ماء وثلج يقف الزئبق عند 32°F ولا يرتفع فوق تلك الدرجة مهما زبدت الحرارة حتى يذوب جميع الثلج ثم ياخذ في الارتفاع حتى ينتهي الى 212°F ولا يصعد أكثر مهما زبدت الحرارة ان كان الوعاء مكشوفاً ولكن اذا سُدَّ يرتفع بالنسبة الى الحرارة. واذا ضُغَطَ الهواء الكروي بواسطة اسطوانة نازلة نزولاً محكماً في انبوبة يحى حتى يشعل قطعة من الصوفان في اسفل الانبوبة. واذا طُرِقت قطعة من معدن ما نحى. فمن هذه الملاحظات يُستنتج ان الحرارة على حالين ظاهرة ومخفية لانه قد اخفى منها جانب عظيم في الثلج عند احالته الى ماء وايضاً في بخار الماء عند الغليان وسُميت مخفية لانها لا تعمل في الترمومتر ثم عند ضغط الهواء كما ذُكر فكانه لا يعود بسع الحرارة او لا يستطيع ضبطها فنظهر. فلنا هذه القاعدة ان كل مادة تحولت من حالة اكثف الى الطاف تخفى فيها حرارة وكل مادة تحولت من الطاف الى اكثف تخرج حرارة. فيمكن تجليد الماء بسرعة تحويل بعضه الى بخار تحت قابلية على مفرغة الهواء

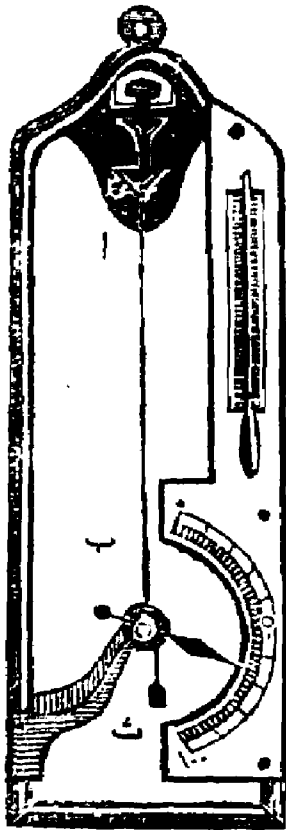
التحويل الى بخار — السائلات على سطح الارض ولا سيما الماء لا تزال ابداً تتحول الى بخار على كل درجة من الحرارة والبخار المائي الصاعد يمتزج بالهواء الكروي فان كان الهواء ناشفاً اي خالياً من البخار المائي وبُذِلَ سريعاً ما منه بلامس سطح الماء برمج خفيفة وارتفعت درجة الحرارة يكون التحويل الى بخار سريعاً وان كان خلاف ذلك او كان الضغط على وجه السبال شديداً كما اذا انحصر في وعاء ضابط يكون التحويل الى بخار قليلاً

اما قابلية الهواء لامتصاص البخار المائي فبالنسبة الى حرارته فان مقداراً مفروضاً من الهواء على 32°F يمس من البخار المائي $\frac{1}{17}$ من وزنه وبضعف لكل 27 درجة من الحرارة اي عند 59°F يمس $\frac{1}{8}$ من وزنه وعند 87°F يمس $\frac{1}{4}$ من وزنه وعند 112°F يمس $\frac{1}{3}$ من وزنه اي كل ما زادت حرارة الهواء على سلسلة حسابية تزيد قوته على امتصاص البخار على سلسلة هندسية وبعد ما يمس

كل ما يمكن يقال انه مشع بخاراً

الهغرومتر - الهغرومتر آلة تقاس بها رطوبة الهواء اي مقدار البخار المائي
المزوج به . فعده مواد آليه تمص رطوبة فيزيد جرمها كالخشب والشعر وعظم
المحوت والعاج الخ فكل منها اذا ترتب على كيفية يلاحظ بها اختلاف اجرامها
من اختلاف الرطوبة يصلح لكي يكون هغرومتر فاذا رُبط طرف ونر عود مثلاً
بوتد ممكن في الحائط ثم عُلّق بطرفه الاخر ثقل يلاحظ انه

شكل ١٠



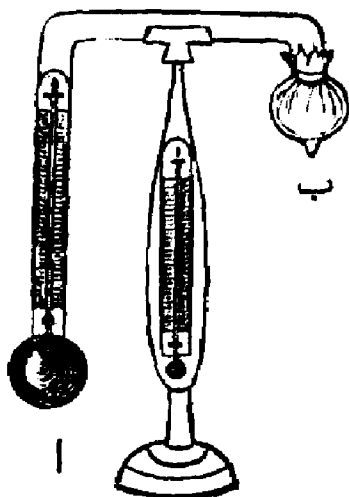
يطول ويقتصر بالنسبة الى رطوبة الهواء

بنائه على ما تقدم اصطنع الهغرومتر الشعري وهو ان
يمكن طرف شعرة انسانية كما عند شكل ١٠ او يلف الطرف
الاخر على محور عقرب كما عند ب ثم يربط بطرفه ثقل ث
فاذا زادت رطوبة الهواء تمص الشعرة منها فتطول واذا
قلت الرطوبة تقصر الشعرة وهكذا يدار العقرب على المقياس
المقسوم الى درجات فيوضع اولاً في هواء ناشف اتعيين
الدرجة التي يجب ان يقابلها صفر

اذا زادت رطوبة الهواء انحطت درجة الندي وبالعكس
وبناء على ذلك اصطنع هغرومتر دانيال وهي انبوبة
ملوية على هيئة قائمتين شكل ١١ في كل طرف منها بلبوس وفي
اللبوس الواحد ايبير وفيه ايضاً ثرمومتر صغير دقيق وفي

(شكل ١١)

الساقين واللبوس الاخر ب بخار ايبير واللبوس ب



مربوط عليه قطعة قاش رقيق وعلى العمود المحامل
الانبوبة ثرمومتر اخر ثم برش قليل من الايبير على
ب وتحويله الى بخار يتكاثف البخار في داخل اللبوس ب
وتحول بعض الايبير في ا الى بخار ليملاً الخلاء
المحاصل فيهبط الزئبق في الثرمومتر داخلة ويعاد
العمل حتى تتجمع الرطوبة اي الندي على خارج
اللبوس ا ويلاحظ الفرق في الحرارة المدلول عليها

بأنهم مترين فكل ما زادت كانت رطوبة الهواء أقل وبالعكس
 أن سرعة تحويل السائلات إلى بخار تتوقف أيضاً على الضغط عليها فإذا
 انحصر الماء مثلاً في وعاء ضابط لا يتحول إلى بخار ولو أُلحى إلى درجة عالية
 وإذا ارتفع ضغط الهواء يتحول إلى بخار بسرعة وإذا كان ذلك فالله في الجبال العالية
 يغلي بجمرة أقل مما يغلي في الغليان عند مساواة سطح البحر أو في المعادن تحت الأرض
 وقد وجد بالامتحان أن درجة غليان الماء تحت واحدة لكل ٥٥٠ قدماً. وينضج
 ما تقدم بأن ثلثاً ثلاثة أرباع قنبلة ماء ويغلي وتسد القنبلة سداً محكمًا ما دام
 الماء غالياً ثم تترك حتى تبرد قليلاً وحينئذ إذا صب ماء بارد على القنبلة من
 خارج يتحول البخار الذي فيها إلى ماء والماء نفسه يتحول إلى بخار بسرعة لكي يملأ
 الفراغ الحاصل فيتحرك حركة الغليان

امزجة مجلدة — بناء على ما سبق قد تركبت امزجة مختلفة فيها تفحول مواد
 من حالة أكثف إلى الطيف فيختفي فيها جانب من الحرارة وتسمى امزجة مبردة أو
 مجلدة. منها ملح جزئ مع ثلج جزئيين ومنها ماء جزئ وبنترات النشادر جزئ ومنها
 كبريتات الصودا ثمانية أجزاء وحمض هيدروكلوريك خمسة أجزاء وماك جدول
 بعض هذه الامزجة مع درجات الحرارة التي تنتهي إليها

امزجة مجلدة

امزجة	اجزاء وزناً	انحطاط حرارة
كبريتات الصودا	٨ } ٥ }	من + ٥٠° ف إلى ٠°
حامض هيدروكلوريك		
ثلج أو جليد	٢ } ١ }	من ٠° إلى - ٥°
ملح		
كبريتات الصودا	٢ } ٢ }	من + ٥٠° إلى - ٢°
حامض نيتريك مخفف		

من + ٥٠° الى - ١٤°	$\left. \begin{array}{c} 6 \\ 5 \\ 4 \end{array} \right\}$	كبريتات الصودا
		نترات النشادر
		حامض نيتريك مخفف
من + ٢٠° الى - ١٤°	$\left. \begin{array}{c} 2 \\ 4 \end{array} \right\}$	ثلج او جليد
		كلوريد الكلسيوم

قد تقدم القول ان الحرارة تمدد الاجسام وبُستثنى من ذلك ان البعض يتمدد اذا زادت الحرارة او انقصت عن درجة مفروضة كالماء مثلاً فانه يتمدد اذا زادت الحرارة فوق ٣٩°٢٤ ف واذا انقصت عنها فيكون الماء على معظم كثافته عند ٣٩°٢٤ ف

وصل الحرارة — ان الحرارة تتوصل من مادة الى اخرى او من جسم الى اخر او من جوهر جسم الى اخر منه على طريقين من ثلاث طرق وهي النقل والحمل والاشعاع

نقل الحرارة — اما النقل فممرور الحرارة من جوهر الى جوهر كما يرى اذا اُحيى طرف قضيب حديد مثلاً فالحرارة تنقل من جوهر الى جوهر حتى يجمى الطرف الاخر ايضاً. وبين الاجسام تفاوت في نقلها الحرارة كما ينضح من احماء قطعة معدنية وقطعة فحم او قضيب معدني وقضيب خشب. وهكذا اذا اخذت قضبان من معادن مختلفة على طول واحد ووضع على طرف كل منها قطعة فصفور واحميت الاطراف الاخر فالذي هو اصلح لنقل الحرارة بشعل النصفور على طرفه اولاً واصلح المعادن لنقل الحرارة هو الذهب فاذا جعلناه محطاً وحسبنا قوته لنقل الحرارة واحداً او مئة تكون نسبة غيره اليه كما في هذا الجدول

ذهب	١٠٠	قصدير	٢٠٠٢٨
بلاتين	٩٨٠١٠	رصاص	١٧٠٩٦
فضة	٩٧٠٣٠	مرمر	٢٠٢٤
نحاس	٨٩٠٨٢	خزف صيني	١٢٢٢
حديد	٢٧٠٤١	خزف فخاري	١٠١٢
زئبق	٢٦٠٢٧		

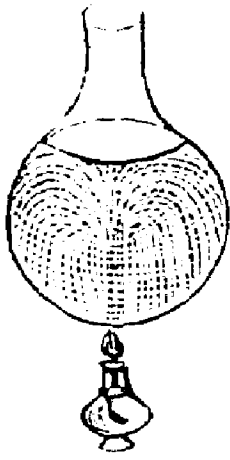
اما السائلات وصلاحتها لنقل الحرارة قليلة جداً كما يتضح من اضرار نارٍ على سطح سائلٍ ما فالدفائق السطحية تحترق والتي تحتها تبقى على حالتها او تنحى قليلاً اما الغازات فصلاحتها لنقل الحرارة اقل من التي للسائلات واقل الغازات قوة لنقل الحرارة الهواء الكروي

فالواد التي نحس مقداراً جزيلاً من الهواء بين اجزائها هي غير صالحة لنقل الحرارة كالريش والصوف والفرو وهي اذ ذاك صالحة لللبس في زمان البرد لانها لا تنقل الحرارة من الجسم كما يفعل الكتان والقطن والحبر التي هي اصلح منها لنقل الحرارة. اما الهواء فاذا كان فيه جانب من بخار الماء يصلح حينئذ لنقل الحرارة بسبب هذا البخار المتزج معه فيكون الهواء الرطب حسب حاسبة الجسم ابرد من الناشف مع كونها حسب الترمومتر على درجة واحدة او مع كون الرطب اكثر حرارة من الناشف وعلى هذا المبدأ عينو اذا لمسنا حديداً على 120°F ف نحترق واذا غمسنا يداً في ماء على 150°F لا نحترق والهواء على 200°F يجهل بدون صعوبة كما يرى من دخول أناس الى افران حامية في بعض المصالح لابسين ثياب صوف واحذية صوف

ولنا في المصالح اليومية امثلة كثيرة دالة على التفاوت بين الاجسام في نقل الحرارة منها ان انابيب الماء المدفونة تحت الارض ذراعاً او ذراعاً ونصف لا تجلد في الاقاليم الباردة لان سطح الارض غير صالح لنقل الحرارة منها ولهذا السبب تكون المياه المنشلة من آبار عميقة باردة لان سطح الارض غير صالح لنقل الحرارة اليها ان كانت من داخل الارض او من حرارة الشمس والهواء والحيطان في الاقاليم الباردة مكسي بفرو غير صالح لنقل الحرارة من اجسامها وفي الاقاليم الحارة بشعر لانه اصلح لنقل الحرارة عن اجسادها وقس على ذلك

حمل الحرارة — اما الحمل ففي السائلات والغازات التي تنقل اجزائها وتحرك بعضها على بعض بسهولة فيحمل جوهر حرارةً وبصعد وبعطي موضعه الى آخر كما يرى اذا وُضع في ماء غالي قطع صغار من مادة ملونة فالاجزاء الصاعدة

شكل ١٢

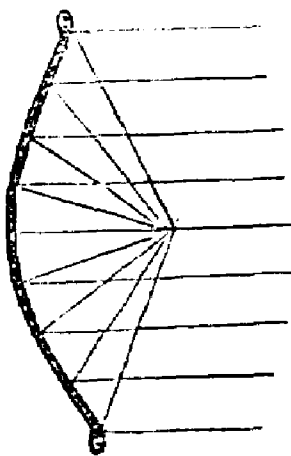


والنازلة نعمل تلك القطع فتدل على الحركة الحادثة بين اجزاء السبال شكل ١٢. اما التبريد فبالعكس اي الاجزاء الباردة تسقط الى اسفل من سطح السبال وتعطى موضعها لأخر صاعدة وكل ما يمنع سهولة حركة اجزاء سبال بعضها على بعض يجعله غير صالح لحمل الحرارة فيتحول الى حيز الجوامد الصالحة للنقل غير الصالحة للحمل كما برى في المواد الخنثى كالنشاء والدبس والمياه المصمغة فاذا اُحميت تحرق سريعاً من اسفلها قبل ما يسخن اعلاها لعسر حركة اجزائها كما تقدم وهذه الحركات من قبل اختلاف درجة الحرارة جارية في مياه البحر محدثة بعض الطيارات وفي الهواء محدثة الارباح

اشعاع الحرارة — اما الاشعاع فيارسال شعاع حراري من جسم حامٍ على خطوط مستقيمة الى جميع الجهات تقل قوتها بالنسبة الى مربع البعد عن المركز المحامي الخارجة منه الشعاع اي على بعد ثلاثة اذرع تكون الحرارة $\frac{1}{9}$ مما هي على بعد ذراع لان $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ وهذا الاشعاع جاري دائماً في كل الاجسام لان الحرارة تطلب الموازنة فتخرج من جسم حرارته اكثر وتدخل في جسم حرارته اقل فاذا اشع جسم حرارة اكثر مما يمتص نخط درجة حرارته واذا عكس ارتفعت وفوائد الحرارة المشعة تشبه فوائد النور اي الشعاع اذا وقعت على سطح ما قد تنعكس وقد تمتص وقد تنفذ جائزة

الانعكاس — اما الانعكاس فحسب قاعدة انعكاس النور اي زاوية الانعكاس

شكل ١٣

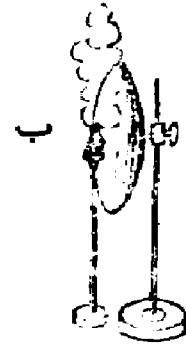


تعاادل زاوية الوقوع ويتضح ذلك بوضع مرآة زجاجية او معدنية على كيفية بها تقع عليها شعاع الحرارة من نار او من جسم حامٍ موزبة ثم اذا وُضعت اليد في طريق الشعاع المنعكسة عنها تشعر بالحرارة او ترمومتر يصعد فيه الزئبق . ويتضح ذلك ايضاً من وضع جسم حامٍ في بورة مرآة معدنية شلمية مثل شكل ١٢ فتخرج منه الشعاع الى جميع الجهات واتي منها تقع على سطح المرآة المعكسة على خطوط متوازية كما برى في الشكل .

واذا وُضعت مرآتان شلجيمتان احدهما مقابلة الاخرى وبينهما مسافة نحو عشر



شكل ١٤



اذرع كما في شكل ١٤ ثم وضع في بؤرة احدهما عند جسم حامٍ تنعكس الشعاع على خطوط متوازية فتقع على المرآة الاخرى فتجمع الى بؤرتها عند ب واذا وُضع قليل من البارود عند ب يهت من حرارة الشعاع المجموعة

وبين الاجسام تفاوت في قوة الاشعاع كما يتضح اذا امتلأ وعاء معدني مربع ماء غالباً وترك احد سطوحه لامعاً وصُغ آخر اسود وآخر ابيض وآخر احمر مثلاً ثم وُضع في بؤرة مرآة عند ا شكل ١٤ ووُضع ثرمومتر عند ب فاذا ادير السطح اللامع نحو المرآة قلما يتأثر الثرمومتر عند ب واذا ادير نحو المرآة السطح المصبوغ ابيض يتأثر قليلاً واذا ادير نحوها السطح الاحمر يتأثر اكثر واذا ادير نحوها السطح الاسود يتأثر به اثيرمومتر اكثر من الجميع فالسطوح الصالحة للانعكاس هي غير صالحة للاشعاع وبالعكس الصالحة للاشعاع هي غير صالحة للانعكاس فان أُريد حفظ حرارة مادة كماء سخن مثلاً يجب وضعها في وعاء سطحي لامع مسفول

الامتصاص — اما الامتصاص فبين المواد تفاوت من جهتها ايضاً وقوتها للامتصاص هي كسبة قوتها للاشعاع وبالعكس كقوتها للانعكاس ويتضح من امتحان فرانكلين ان الالوان فعلاً من جهة الامتصاص . وضع الفيلسوف المشار اليه قطع جوخ مختلفة الالوان على ثلج تحت شعاع الشمس وبعد قليل وجد ان الثلج ذاب تحت اللون الاسود اكثر مما ذاب تحت سائر الالوان وتحت الابيض ذاب قليلاً ووُجدت قوة الالوان على امتصاص الحرارة حسب هذا الامتحان على هذا الترتيب ١ الاسود ٢ البنفسجي ٣ النيلي ٤ الازرق ٥ الاخضر ٦ الاحمر ٧ الاصفر ٨ الابيض وحسب امتحان الفيلسوف ملوني هذا التفاوت يتعلق بالمادة الملونة اكثر مما يتعلق باللون وقال ايضاً المشار اليه ان اللون لا تأثير له في الامتصاص

ان كان الجسم المحامي غير منير كوعاء فيه ماء سخن مثلاً ولكن له تأثير كلي في الامتصاص ان كان الجسم المحامي منيراً كالشمس
قابلية الهواء الكروي للامتصاص توافق المبادئ المذكورة انفاً فانه قلما يتأثر من شعاع الشمس بالامتصاص اما حرارة الشمس فتفعل في سطح الارض و سطح الارض بفعل في الهواء الذي يلامسه وهو اذا حي بصعد وباتي في مكانه هواء بارد وعلى هذا المنوال يستسخن الهواء

وعلى هذا المبدأ يعلل عن نزول الطل وحدث ريح بحري نهارة وريح بري ليلاً في الحال المجاورة للبحر. لانه بعد الغروب تخط درجة حرارة سطح الارض وما عليه بالاشعاع اما الهواء فحسب ما تقدم لا قوة له على الاشعاع فيبرد سطح الارض وما عليه واذا لمس البخار المائي الكائن في الهواء يتحول من بخار الى سيال فيجمع على الارض وعلى الاعشاب والاشجار على هيئة الندى. اما ماء البحر فقابليته للحرارة اكثر من قابلية اليابسة لها فيمضها نهارة تحت شعاع الشمس بدون ان يستسخن سريعاً واما اليابسة فتسخن سريعاً وتسخن الهواء كما تقدم فتصعد الاجزاء الساخنة فياتي هواء اخر بارد من جهة البحر لكي يملأ الخلاء وهذا هو سبب ريح بحري نهارة. اما بعد الغروب فسطح الارض يبرد سريعاً لقوته على الاشعاع كما تقدم ويبقى البحر سخناً على نوع ما ويستسخن الهواء فوقه فتصعد اجزائه الساخنة وباتي هواء اخر بارد من جهة البر لكي يملأ الخلاء وهذا سبب هواء بري ليلاً. فريح البحر يندد الى داخل البر قليلاً وريح البر لا تهب الا بقرب الشواطئ

نفوذ الحرارة — النور ينفذ في جميع المواد الشفافة مهما كان اصله اي ان كان نور الشمس او نور سراج او نور اخر اما الحرارة فتنفذ في الهواء كالنور بدون خسارة بشعرها وسائر المواد الشفافة تصد الحرارة الا حرارة الشمس او حرارة جسم تعادل درجة حرارته حرارة الشمس. فاذا وضع بيننا وبين نار مضطربة لوح زجاج يحجب عنا اكثر حرارتها ولكن لا يحجب عنا حرارة الشمس الا قليلاً واذا ادبر وجه مرآة شلمجية كبيرة نحو الشمس نجتمع شعاع النور والحرارة في بؤرتها فنصهر معدناً او تشعل مادة قابلة الاشتعال ثم ان وضع بينها وبين الشمس لوح زجاج يصد من الحرارة ما يشعر به غير انه قليل ولكن اذا ادبر سطح المرآة

نحو وعاء فيه ماء غال. تجمع شعاع الحرارة كالاول ثم اذا توسط بينها لوح زجاج لا يشعر بجمارة عند البؤرة اي شعاع الحرارة من الشمس تنفذ في الزجاج وشعاع الحرارة من جسم حرارته 212°F لا تنفذ فيه. ففوة الحرارة للنفوذ في مواد شفافة هي بالنسبة الى حرارة الجسم المحامي التي تخرج منه. والمواد التي تنفذ فيها الحرارة سميت دياثرمنية والتي لا تنفذ فيها سميت اثرمنية. فالهواء الكروي هو دياثرمي تماما ولو لم يكن لسخت اجزائه العليا اكثر من السفلى والامر بالعكس وهاك جدول نسبة بعض السائلات وبعض الجوامد احدها الى الاخر من جهة نفوذ الحرارة فيها. اما السائلات فوضعت في خلايا زجاجية وكان سمك صفيحة السيلال $1/4$ من ملينروا ما صفائح الجوامد فكان سمكها $1/2$ من ملينر

دياثرمنية سائلات مختلفة

من كل ١٠٠ شع	نفذ	من كل ١٠٠ شع	نفذ
ثاني كبريت الكربون الشفاف	٦٣	ابثير	٢١
كلوريد . احمر	٦٢	حامض كبريتيك شفاف	١٧
ثالث كلوريد الفسفور	٦٢	مسود	١٧
زيت التربنتينا	٢١	نيتريك	١٤
الفلة اصفر نوع من الملفوف	٢٠	الكحول	١٥
الزيتون اخضر	٢٠	ماء مستنقظ	١١٠

دياثرمنية جوامد مختلفة

من كل ١٠٠ شع	نفذ	من كل ١٠٠ شع	نفذ
ملح معدني صاف	٩٣٢	كوارتز صاف	٢٨
كبريت سيسيليا اصفر	٧٤	غير صاف (مدخن)	٢٧
فلوريد الكالسيوم صاف	٧٢	زبرجد ابيض	٢٢
ملح معدني غير صاف	٦٥	تورمالين اخضر غامق	١٨
بلور اصفر مخضر	٤٦	حامض ليونيك	١١
حجر ايسلاند صاف كبرونات كلس مبلور	٢٩	شب ابيض	٩
زجاج اكيلي	٢٩	سكر مبلور صاف سكر نبات	٨

يتضح من هذه الامتحانات ان الملح المعدني تنفذ فيه الحرارة كما تنفذ النور في الزجاج فساه الفيلسوف ملوثي زجاج الحرارة. ويظهر ايضا ان نفوذ النور في مادّة لا يستلزم نفوذ الحرارة فيها ونفوذ الحرارة لا يستلزم نفوذ النور لان كبريتات النحاس تنفذ فيه شعاع النور الزرق ولا تنفذ فيه الحرارة اما الميكالاسود المبلور على هيئة صفائح رقيقة والملح المعدني المدخن والزجاج الاسود ينفذ فيها جانب من الحرارة ولا تنفذ فيها شعاع النور

يظهر ما تقدم ان الحرارة والنور مادتان مستقلتان بينهما مشابة في امور كثيرة وبينها تفاوت في امور أخرى

اصول الحرارة — اصول الحرارة تتحول الى اربعة انواع

(١) اصول ميكانيكية كالفرق والضغط والدارق الذي هو نوع من الضغط. قد جرت العادة عند البرابرة ان يشعلوا نارا بفرك عودين احدهما على الآخر حتى يشعلا وقد وجد الكونت رومفرد ان الحرارة المتولدة بقدر مدفع نحاس اغلت جالونين وانصف جالون ماء واحتواء محاور عجلات ودوا ليب بالفرك امر مشاهد كل يوم وضغط الهواء في انبوبة تشعل صوفانة وطرق قطعة معدنية بمطرقة على سندان يحببها وقد تقدم ذكر علة ذلك

(٢) اصول طبيعية منها الشمس لارضنا والثوابت لاروضها. ومنها حرارة الارض لان الارض قد خسرت حرارة كثيرة في الادوار التي مضت بالاشعاع لانها كانت في حالة السيولة والدوبان بالحرارة وهذا الاشعاع ممنوع الارض بنشرة الارض الجامدة فحرارتها محصورة في قلبها. والدليل على ذلك ارتفاع الحرارة كل ما تعمق البحث تحت سطح الارض في حفر المعادن والآبار العميقة منها بير كرينل بقرب بارنز عمقا ١٧٦٤٠٥ قدما وماؤها على درجة ٨٢° ف ومعدل هواء بارنز ٥١° ف فتكون الفضاة ٣١° ف اي ١° لكل ٥٨ قدما وعلى هذا القياس كانت كل المواد عمدة الى درجة الاحمرار عند عمق تسعة اميال وصهيرة عند عمق ٣٠ او ٤٠ ميلا وبعلل بذلك عن البراكين والزلازل

ومن اصول الحرارة الطبيعية ايضا المادة الكهربائية كما يرى في قوة هذه المادة للاصهار والاحراق وسيأتي بيانه

- (٣) اصول كيمياء — كل فعل كيمائي يولد حرارة كما يُرى من اشتعال النيران ومن الحرارة المتولدة من مزج بعض المواد كمنزج حامض كبريتيك وماء
- (٤) اصول فيسيولوجية . تحويل المواد المجاري في الاجسام الآلية يولد حرارة كما يُرى من حرارة النبات والحيوان ولعل هذه الاصول منضمة في النوع الثالث اي الكيمياء

النصل الثاني

في النور

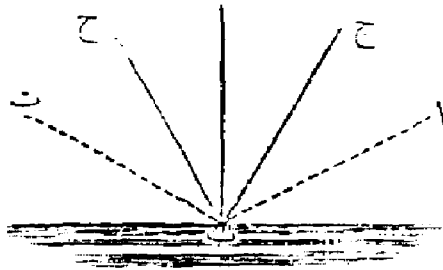
طبيعة النور — ان في طبيعة النور قوانين احدها انه مادة خارجة من جسم منبر على خطوط مستقيمة اجزائه صغيرة جدًا ووقوعها على آلة البصر يحدث حاسية النور. والثاني انه تموج مادة لطيفة مائلة الكون فتتوجه يحدث في آلة البصر حاسية النور كما ان تموج الهواء يحدث في آلة السمع حاسية صوت والمادة المشار اليها سُميت ابثيرا والرأي الغالب الان هو الثاني

حركة النور — النور يجري ٢٠٠٠٠٠ ميل في الثانية كما يُعلم من مرافقة كسوف اقدار المشتري وظهورها ومن انحراف النجوم الثابت الظاهر عن مواقعها الحقيقية

نسبة سائر المواد الى النور — كل جسم بالنسبة الى النور اما منبراي يخرج منه نور واما شفاف اي ينفذ فيه النور كالهواء والزجاج واما شبيهة بالشفاف اي ينفذ فيه بعض النور كزجاج غير مسقول وقرطاس مزيت واما مظلم اي لا ينفذ فيه نور مطلقا

خط نور واحد سُمي شعاعا او شعاعة وعدة شعاع متوازية سميت عمودا وشعاع مجتمعة الى نقطة سميت قلما او مخروطا ويخرج من كل جسم منظور شعاع من كل نقطة منه الى كل الجهات

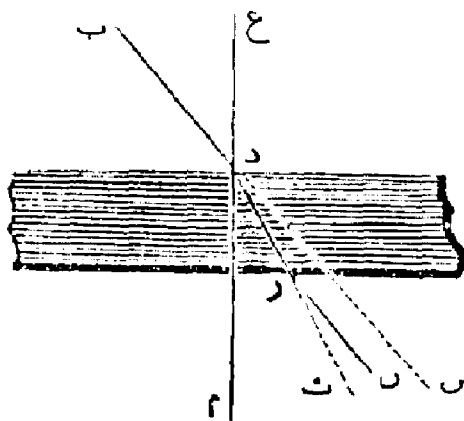
انعكاس النور — اذا وقعت شععة نور على الحد بين مادتين تنعكس كلها او ينعكس بعضها والبعض الاخر ينفذ في المادة التي وقعت الشععة عليها والبعض يمتص بها وقاعدة هذا الانعكاس هي ان شكل ١٥ ت



زاوية الانعكاس تعادل زاوية الوقوع كما يتضح من هذا الرسم. ليكن خط ث ب شععة واقعة من الهواء على سطح زجاج مثلاً على خط عمودي فينعكس بعضها على خط عمودي الى جهة ب ث والبعض بمص الزجاج وان وقعت ح

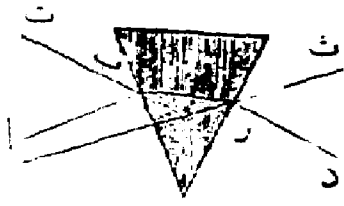
على نقطة ب ينعكس اكثرها الى ح بحيث تعادل زاوية ح ب ث زاوية ح ب ث والزجاج بمص منها اقل مما مصه لما وقعت عليه عمودياً وان وقعت من ا تنعكس الى ت وزاوية ا ب ث — ت ب ث ويمتص منها اقل مما امتص في الحال الثانية المذكورة وهكذا ان كان السطح مسنوباً او محدباً او مقعراً فاذا انعكست عن سطح محدب تفرق وعن مقعر تجتمع وكل ما قاربت الشععة الواقعة الى المخطط العمودي على السطح الواقعة عليه امتص منه أكثر

انكسار النور — اذا نفذت شععة من مادة اللطيف الى مادة اكثف تنكسر فتتحرف عن استقامتها نحو خط عمودي على سطح المادة التي وقعت عليها واذا نفذت من مادة اكثف الى اللطيف تنحرف عن المخطط العمودي على سطح تلك المادة كما يتضح من هذا الرسم شكل ١٦. ليكن ع د م خطاً عمودياً على قطعة زجاج وانقع على سطحها شععة نور من الهواء ب د فهي لا تمر على استقامتها الى س بل تنكسر نحو المخطط العمودي اي الى جهة د ر وعند نفوذها من الاكثف الى س



اللطيف عند ر لا تمر على استقامتها نحو ت بل تنكسر عن العمودي الى جهة ن فان كانت المادة على جانبي قطعة الزجاج على كثافة واحدة فالانكسار عن العمود يعادل الانكسار نحو العمود اي زاوية ب د ر — د ر ن وت ر ن —

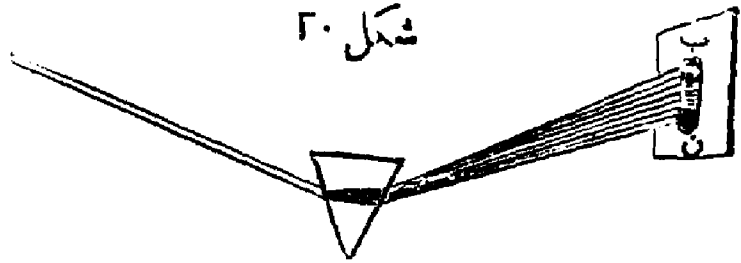
شكل ١٩



ومحرفها عن استقامتها عند دخولها اليه وعند خروجها منه فالشعاع شكر ١٩ ت ب عند دخولها في المنشور ت عند ب تنكسر نحو العمود ا ب اي الى جهة ب ر ثم عند خروجها منه عند ر تنكسر عن العمود د ر الى جهة ت وينتهي على ذلك عدسة محدبة السطحين تجمع الشعاع الواقعة عليها والمنعرة السطحين تفرقها وتفرجها

حل النور — نور الشمس والنور الكهربائي ونور اللهب الاعتيادي مركب فاذا مرّت شعاعه منه في منشور بخل الى سبع مختلفة الالوان سميت الالوان الاصلية ا ب ب بنفسجي نيلي

شكل ٢٠



الاصلية ا ب ب بنفسجي نيلي
ازرق اخضر اصفر
برتقالي واحمر وشعاعه
البنفسجي اكثر انكساراً

والاحمر اقل انكساراً من البقية. انظر شكل ٢٠. وعمود الالوان المحاصل من هذا المحل ا ب ن سمي الطيف الشمسي وقال بعضهم ان الاصلية هي الازرق والاصفر والاحمر واذا مزجت حصل النور الابيض وبقيّة الالوان هي من زيادة واحد من الآخرين فاذا مزج اصفر وازرق ينتج اخضر واذا مزج احمر وازرق ينتج ابيض كما لو مزج ازرق واصفر واحمر

الوان ممتة — في كل لونين يحصل من مزجها النور الابيض الواحد يسمى ممتاً الآخر فاذا انفصل عن الطيف الشمسي لون ما وجمعت البقية بعدسة محدبة اسطحين يكون اللون المحاصل ممتاً اللون الذي تجرّد اولاً لانه هو الناقص لكي يكون مع الاول نوراً ابيض وعلى هذه الكيفية قد استعلم ان

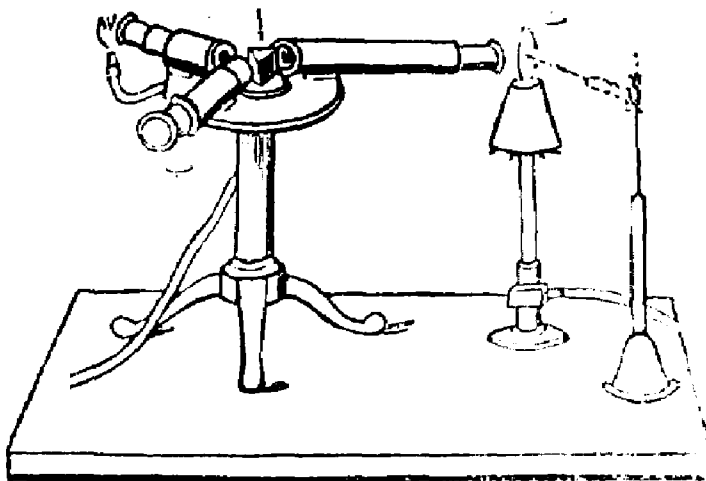
الاحمر	هو ممتاً	الاخضر
والبنفسجي المحمر	.	الاصفر الخضر
والبنفسجي	.	الاصفر
والبنفسجي المزرقي	.	البرتقالي المصفر
والازرق	.	البرتقالي

والأزرق المخضر هو منم البرطقالى المحمر والأسود . . . الأبيض

خطوط فراونهوفر — اذا وقعت شعاعة من ثقب صغير في شباك على منشور ونُظِرَ الى عمود الالوان المحاصلة من حياها به بواسطة نظارة تُرى خطوط كثيرة سود موازية حرف المنشور منفردة بين الالوان من الاحمر الى البنفسجى وسميت خطوط فراونهوفر نسبة للذي اخذ في درسها بعد ما كشفها ولستون في ١٨٠٢ ومن وضوح بعض هذه الخطوط عين فراونهوفر سبعة منها وسمها باسماء بعض الاحرف الرومانية اي H G F E D C B وقد عد منها ما بين ٦٠٠ و ٢٠٠٠ خط فبرى منها اكثر واقل حسب قوة النظارة التي تستعمل للنظر اليها وهذه الخطوط اي خطوط فراونهوفر تشاهد ايضا في نور السيارة كالزهرة مثلاً اما التي ترى في نور الدوابت كنور الشعري الياني فموقعها بين الالوان مختلف عن موقع خطوط الشمس والسيارة وموقع خطوط الواحد منهم مختلف عن موقع خطوط الاخر منهم

الحل الطيفي — ان خرج النور من جسم منير خالٍ من كل مادة طيارة لا ترى فيه هذه الخطوط كما اذا خرج من شريط بلاتين مشعل ولكن اذا كانت في المادة المنيرة مادة طيارة يرى في عمود الالوان خطوط لامعة ومن ملاحظة اختلاف موقع هذه الخطوط حسب اختلاف المواد المنيرة حصل ماسي الحل الطيفي اي يُكتشف عن وجود مادة ما باشتعالها وملاحظة موقع الخطوط اللامعة في الطيف الشمسي

شكل ٢١

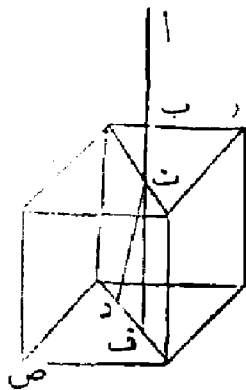


ولاجل اتمام هذا العمل لنا آلة سميت السيكنروسكوب اي نظارة الطيف شكل ٢١ تشعل مادة ما في لمبت فيمر النور بالانبوبة ويقع على المنشور او ينظر الي الطيف بالنظارة ب فان

كان في المادة صوديوم مثلاً برى خط لامع على الاصفر وان كان فيها بوتاسيوم برى خط لامع في آخر الاحمر واخر في آخر البنفسجي في طرف الطيف المقابل وان كان فيها ليثيوم برى خط لامع جداً في الاحمر واخر اقل منه لمعاناً في الاصفر وهذا الكاشف دقيق جداً لانه ان وُجد في المادة $\frac{1}{1000000}$ من قحمة من الصوديوم مثلاً برى الخط الكاشف في اللون الاصفر من الطيف

التفريق الداخلي او الفلوري — اذا مرّ النور في بلورة من الحجر المعروف بفلوريد الكالسيوم او في زجاج ملون اصفر باكسيد الاورانيوم او في مذوب كبريتات الكينا او في بعض المواد الاخر تنفرق الشعاع في داخل المادة فيرى منها ما لم يَر قبل وتتغير الوانها وقابليتها للانكسار وسميت هذه الظاهرة التفريق الداخلي او الفلوري نسبة الى الفلور فاللون البنفسجي والازرق الغامق يخول في مذوب الكينا الى ازرق سماوي ومغلي القوة في مذوب الشب الابيض يحول جميع الشعاع التي تنكسر اكثر من الاصفر الى اصفر واذا ذُوب الكوروفل اي المادة الملونة اوراق الشجر في الكحول يحول جميع الشعاع الى احمر

الانكسار المزدوج — اذا مرت شعاعة نوراً اعتيادي في بعض البلورات كما في كربونات الكلس المبلور المعروف بالحجر الابسلاندي تنفلق الى اثنتين احدها خاضعة لقوانين الانكسار المذكورة والاخرى مارة الى جهة اخرى حسب وضع البلورة فاذا رُسم خط على قرطاس ووضعت عليه بلورة من الحجر الابسلاندي يرى الخط خطين وسميت هذه الظاهرة انكساراً مزدوجاً شكل ٢٢

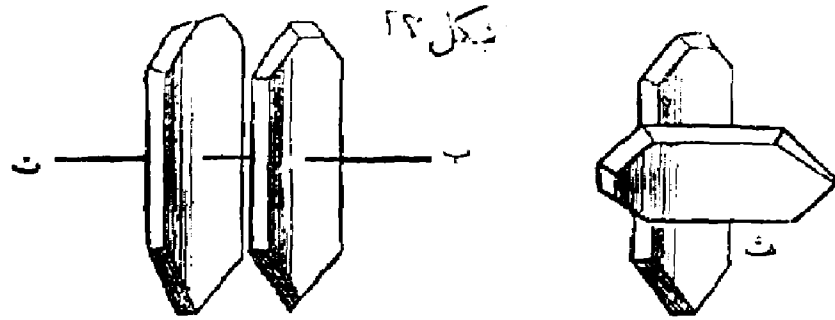


ويضع بهذا الرسم رص بلورة حجر ابسلاندي و ا ب ت شعاعة واقعة عليه عموداً فلو وقعت عموداً على قطعة زجاج لنفذت فيه بدون انكسار ولكن بهذه البلورة تنقسم الشعاعة عند ت الى شعاعتين احدها تمر على استقامتها الى جهة ف والاخرى تعبر الى جهة د فسميت الاولى الشعاعة الاعتيادية والاخرى غير الاعتيادية وجميع الحجارة الكريمة ما عدا الماس والبرادي لها خاصية التكسير المزدوج

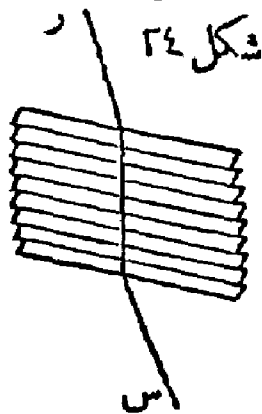
استقطاب النور — اذا وقعت شعاعة على سطح قطعة زجاج ينفذ بعضها

ويندفع البعض الآخر كما تقدم ولكن اذا كان بين سطح الزجاج والشعاع الواقعة عليه زاوية $56^{\circ} 45'$ فالجزء المندفع تنغير بعض خصائصه لانه اذا استقبل بزجاجة اخرى على الزاوية المذكورة فان وافق سطح الثانية سطح الاولى تندفع الشعاع عن الثانية ايضا ولكن اذا كان سطح الثانية عمودياً على سطح الاول فلا تندفع الشعاع بل تنكسر تماماً والنور الذي حدث فيه هذا التغير عن حاله الاعتبارية سمي مستقطباً

يعلل عن ظواهر النور المستقطب بان موج النور هو في جميع السطوح الممكنة فاذا حسبت شععة اسطوانة او عموداً مستديراً ورسم على طرفه اقطاراً كثيرة لدائره لدلت هذه الاقطار على سطوح موج النور وكل مادة تحول هذه الاقطار المتقاطعة الى خطوط متوازية فجعل النور مستقطباً



اذا وضعت بلورتان من النور ملين على الموازية شكل ٢٢ بحيث توافق محور احدهما محور الاخرى ووقعت على احدهما شعاع مستقطب وتنفذ في كليهما كما يرى عند ب ت ثم اذا اديرنا احدهما 90° كما عند ث لا تنفذ الشعاع في الثانية بل تنص جميعها وهكذا ايضا اذا أخذ عوضاً عن النور المالن صفائح من كبريتات البود والكينا المعروف بالهراييت نسبة الى هراييت كاشفها. فتصلح هذه المواد للاستقطاب ولا تمنح النور هل استقطب بمادة اخرى ام لا. فسميت الاولى المستقطبة والثانية المحللة



استقطاب بالانكسار - النور المنكسر النافذ من قطعة زجاج يكتسب قليلاً من خصائص النور المستقطب واذا تكرر الانكسار بمروره في قطع شتى نحو ١٥ او ٢٠ مثل رسم شكل ٢٤ يستقطب جميعه استقطاب ملون - اذ وضعت بين المستقطب والمحلل

بلورة ما لها خاصية التكبير المزدوج مثل صفحة رقيقة من كبريتات الكلس المعروف
بالسليزيت أو الميكالينيل^١ النور الى شعنين كما تقدم وبصورة موج احداها ابطاً من
موج الاخرى فعند مصادمتها في المحلل تظهر ألوان مختلفة تتغير بنسبة محور البلورة
هذه الى محوري المستقطب والمحلل

شعاع حراري — ان مع شعاع الشمس المنيرة شعاعاً حراريه مستقلة عن
المنيرة لانه اذا وُضع ثرمومتر تجاه الطيف الشمسي مبدئاً عند اللون البنفسجي
يصعد شيئاً فشيئاً كلما تدمر نحو الشعاع الحمراء واذا كان المنشور المستعمل من
بعض انواع الزجاج تكون الحرارة العظي في القسمة المظلمة تحت الشعاع الحمراء
وموقع نقطة الحرارة العظي من الطيف الشمسي متوقف على مادة المنشور لان
الزجاج حسبما تقدم يمتص بعض الحرارة وان نفذ فيه النور اما الملح المعدني فلهما يمتص
حرارة كما تقدم ذكر ذلك في باب الحرارة فاذا كان المنشور من ملح معدني تكون
نقطة الحرارة العظي بعيدة عن الشعاع الحمراء والنتيجة هي ان قابلية شعاع
الحرارة للاكسار هي اقل من قابلية شعاع النور له

شعاع كياوية — ان بعض الافعال الكياوية لا تتم الا بمعونة النور. مثال
ذلك اذا مزج غاز الهيدروجين مع غاز الكلور على حرارة الهواء الاعتيادية لا
يحدثان حتى يجعلا في نور الشمس . ومن امثلة ذلك ايضاً حل املاح الفضة
واسودادها في النور والفعل في هذه الظواهر ليس اشعاع النور بل لشعاع اخر
اكثر انكساراً من البنفسجية كما ينضح من كون النتائج الكياوية اسرع واكثر في
القسمة المظلمة خارج اللون البنفسجي من الطيف الشمسي وقد وجد ايضاً بالامتحان
ان بعض هذه الشعاع الكياوية ترافق شعاع كل لون من الالوان السبعة لان
اللون الواحد يفعل في بعض المواد واللون الاخر في آخر كن النتيجة الكياوية
متوقفة على المادة واللون معاً او بالاحرى على المادة والشعاع الكياوية المرافقة
اوناً ما من الالوان السبعة

الفوتوكرافية — الفوتوكرافية لفظة يونانية معناها كتابة النور او الكتابة بالنور
والصور الأثرى التي نصورت بهذه الوساطة سميت دكوبروتيب نسبة الى دكوبير
وهو رجل فرنساوي اظهر ما عمله من هذه الجهة في سنة ١٨٢٩ وكيفية العمل ان

تطلى صفيحة نحاس مصقول بفضة ثم تصقل الى الغاية الفصوي ثم توضع في بخار
البود فنكنسي بوديد الفضة ثم توضع في الآلة المعروفة بالمخزاة المظلمة لكي تجمع
عليها الشعاع الخارجة من الجسم المراد تصويره فنطبع عليها الصورة بتغيير لون
اليوديد حسب قوة النور الواقع عليه ثم تُرفع من المخزاة وتعرض على بخار الزئبق
لاجل اظهار الصورة ثم تُغسل بمذوّب هيبوكبريتيت الصودا لازالة اليوديد الذي
بقي غير محلول حتى تثبت الصورة

ثم تقدمت هذه الصناعة حتى استغنت عن النحاس والفضة واليود بالفرطاس
فيؤخذ من فرطاس الكتابة ويُغسل سطح منه بمذوّب نترات الفضة ٢٠ قحمة في
ثمانية دراهم ماء مستنقظ ويترك في موضع مظلم حتى يجف ثم يُغس مدة خمس
دقائق او عشر في مذوّب بوديد اليوناسيوم ٨ دراهم منه في ١٦٠ درم ماء مستنقظ
ثم يُنقع الفرطاس في ماء نحو نصف ساعة ويتغير الماء ثلاث مرات او اربع في
النصف الساعة لاجل ازالة زيادة بوديد اليوناسيوم ثم يجف وهذه الاعمال واجب
عملها على ضوء قندبل فيكون الورق قد اكسني بوديد الفضة الاصفر

ثم يصنع سبال مركب من مذوّب نترات الفضة ٥٠ قحمة في ٨ دراهم ماء مستنقظ
فيؤخذ منه جزو ١ ومن الحامض الخليك المبلور عند ٦٠ ف جزآن ومذوّب
حامض عفصيك مشبع ثلاثة اجزاء ويُلّ به الفرطاس المعد حسبما سبق ويُشَف
قليلاً بفرطاس نشاش ثم يوضع في المخزاة المظلمة كما تقدم ثم بعد اخراجه منها
يُغسل بسبال مركب من مذوّب نترات الفضة ٥٠ قحمة في ٨ دراهم ماء مستنقظ
جزء واحد ومذوّب حامض عفصيك مشبع ٤ اجزاء فالصورة الناتجة هي المسماة
السالبة لان الاجزاء النيرة والمظلمة فيها مقلوبة عن النيرة والمظلمة في المصور
اي المظلم في المصور هو النير في الصورة السالبة وبالعكس فتُغسل في مذوّب
هيبوفسفيت الصودا سخن جزء منه في نحو ٨ او ١٠ اجزاء ماء ثم توضع على
الفرطاس المعد كما تقدم ويوضع كلاهما في نور الشمس فنطبع الصورة على الفرطاس
هذا حسب اصلها فتُغسل في مذوّب هيبوفسفيت الصودا او سيانيد اليوناسيوم
او ماء النشادر لازالة ما بقي من كلوريد الفضة غير محلول

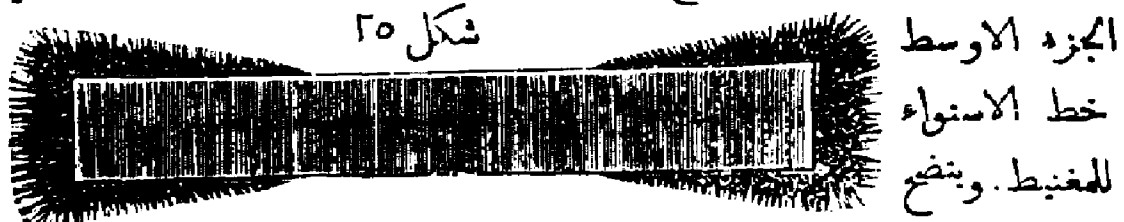
الفصل الثالث

في المغنطيس

انه منذ نحو ٢٠٠٠ سنة وُجد في نواحي مدينة مغنيسيا من اعمال اسيا الصغرى نوع من الحديد المعدني يجذب الى نفسه قطع حديد او فولاذ ولا يجذب مواد اخر وسى هذا الحديد حديثاً مغنيطياً نسبة الى المدينة المشار اليها وهو مركب من اول اكسيد الحديد واعلى اكسيد ح $2H + 2H = 4H$ ان توجه الابر المغنطيسية نحو الشمال والمجنوب كان معروفاً عند اهل الصين منذ قرون شتى ولكن لم يستعملها اهل اوروبا لسلك البحر حتى اوخر القرن الخامس عشر

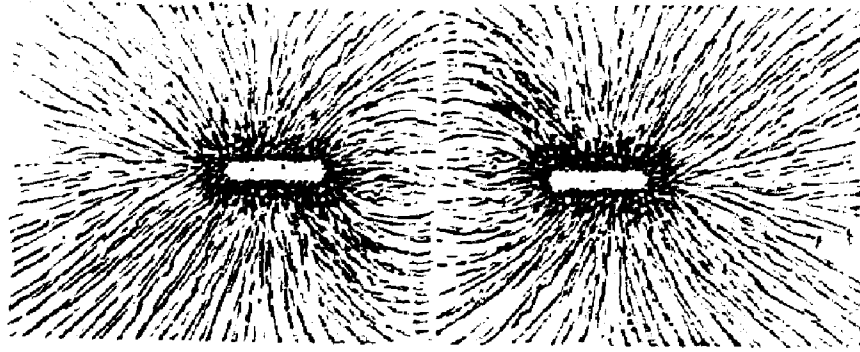
اذا دُلك قضيب فولاذ الى جهة واحدة يحجر المغنطيس اي بمغنيط طبيعي بكنسب القوة المغنطيسية ثم اذا عُلّق من مركز ثقله او تحكّم مركز ثقله على شيء مرأس يدور طرف منه نحو قطب الارض فسيّ مستقطباً والطرف الذي يتوجه نحو الشمال سمي القطب الشمالي والآخر القطب الجنوبي فاذا وُضع عليه قرطاس مستدير ورُسمت على دائره الجهات الاربع الاصلية مع الفرعية صار ابرة مغنطيسية تُسلك بها البحار والمفايزات الخالية من الطرق والعلامات. والمغنيط الصناعي قد يكون مستقيماً كما ذُكر وقد يكون اعقّف على هيئة نضوة فرس عند اهل اوروبا فسيّ حينئذ مغنيطاً نضوياً

القوة المغنطيسية ليست منفردة على المساواة بين جميع اجزاء مغنيط بل هي اشد عند الطرفين ثم تتناقص نحو الوسط حتى تتلاشى كما يتضح من تغلب مغنيط بين برادة فولاذ او حديد فتجتمع عليه عند القطبين كما برى في شكل ٢٥ وقد سمي



ذلك ايضاً اذا وُضع فوق قطبي مغنيط نضويّ قرطاس ثم نخل عليه برادة حديد

ناعمة من مغل دفيق فتتجمع على هيئة افواس دوائر تنفرع من عند القطبين كما
يرى في شكل ٢٦ شكل ٢٦



ولاسيما اذا طُرِق طرف القطراس طرفاً خفيفاً بالاصبع او بقلم كتابة
جاذبيةً واندفاع — قاعدة المجاذبية المغنطيسية والاندفاع المغنطيسي هي ان
القطب المتشابهة يدفع بعضها بعضاً والقطب المخالفة يجذب بعضها بعضاً كما ينضح
من تقرب مغنيط الى ابرة مغنطيسية فاذا تقرب قطبها الشمالي الى قطبها الجنوبي
او بالعكس يجذب احدها الآخر واذا تقرب قطبها الشمالي الى قطبها الشمالي او
جنوبيه الى جنوبيها يدفع احدها الآخر

مغنطيسية الملامسة — اذا لامست قطعة حديد او فولاذ مغنيطاً تكنسب
قوة مغنطيسية من نوع القطب الذي تلمسه مثاله اذا تعلق من قطب مغنيط
الشمالي مفتاح حديد مثلاً يكنسب قوة مغنطيسية حتى يتعلق بطرفه مفتاح آخر
وهذا ايضاً يكنسب قوة مغنطيسية فيتعلق بطرفه مسبار مثلاً وللكل خصائص
القطب الشمالي اي يدفع قطباً شمالياً ويجذب جنوبياً كان قطب المغنيط نفسه
قد اُطيل او انتقل الى طرف المسبار المعلق به اخيراً وهذه القوة الاكسائية تزول
عند الانفصال ان كان الحديد ليناً وتبقى مدة ان كان صلباً وهكذا النكل
والكوبلت ونسي الحديد والنكل والكوبلت المعادن المغنطيسية وتنفذ هذه
الخاصية اذا مزجت مع معادن آخر

مغنطيسية بالتأثير او بالمجاورة — كل مغنيط يحاط بقوة مغنطيسية وكل مادة
قابلة للمغنطيسية اذا اقتربت اليه تتأثر من القوة الممار اليها وتصبح مغنيطاً بالتأثير
او بالمجاورة. مثال ذلك اذا كان ش شكل ٢٧ قطب مغنيط الشمالي ووضع حوله
قطع حديد كما في الشكل فتصير كل قطعة مغنيطاً وطرفها الذي نحو قطب الاصيل

الأرضي في أربع نقط

انحراف الأبرة — كما ان الخط الاستوائي المغنطيسي لا يوافق الأرضي تماماً هكذا القطب المغنطيسي لا يوافق القطب الأرضي تماماً لان نصف الدائرة الواصل بين القطب المغنطيسي الشمالي والقطب المغنطيسي الجنوبي لا يوافق خط الزوال أي دائرة من دوائر نصف النهار فتكون الأبرة غير متجهة الى الشمال تماماً والزاوية المكوّنة بينها وبين خط الزوال لموضع ما سُميت انحراف الأبرة وهو يختلف باختلاف المواضع وغير ثابت في موضع واحد بل يختلف اختلافاً يومياً واختلافاً سنوياً واختلافاً غير قياسي

اصطناع المغنيط الصناعي — قطعة حديد صلب او فولاذ يتمغنط على طريقة من أربع طرق الأولى باللمس أو ذلك بمغنيط. الثانية بالتأثير أو المجاورة. الثالثة بالسبيل الكهربائي. الرابعة بشعاع الشمس. وإذا النوى على شكل الحرف U أو على شكل نضوة كما تقدم يجب ان توضع على القطبين قطعة من حديد لين موصلة بينها ونسى المحافظة لانها تحفظ القوة المغنطيسية في المغنيط

اما الطريقة الأولى اية ذلك بمغنيط فان كان المطلوب تمغنطه مستقيماً فخذ مغنيطين واجعل شمالي الواحد وجنوبي الآخر على وسط المطلوب تمغنطه بدون ان يتلامسا وليجعل معه زاويتين حادتين ثم افرك بهما المطلوب ان يتمغنط بحركتهما كل واحد منهما الى طرف وأعد العمل عدة مرات. وان كان نضوياً فاجعل له حافظة ثم افركه بمغنيط آخر نضوي من القطبين الى مغناه بوضع قطب على قطب او ركّب قطبي مغنيط نضوي على قطبي المطلوب ان يتمغنط مخالفاً بينهما واجعلهما في سطح واحد ثم افرك المطلوب ان يتمغنط بقطعة حديد لين مبتدئاً من قطبي المغنيط ومنتهياً عند منحنى المطلوب تمغنطه

اما الطريقة الثانية بالمجاورة فحسبها تقدم بوضع المطلوب تمغنطه في مجاورة مغنيط فان كان حديداً صلباً او فولاداً يكتسب قوة مغنطيسية مستمرة

اما الطريقة الثالثة بالكهربائية فسياتي بيانها في الكلام بالكهربائية المغنطيسية اما الرابعة فجميع شعاع الشمس البنفسجية على ابر فولاذ بواسطة عدسية فهذه الشعاع تحدث مغنطيسية مستمرة في الابر المعروضة عليها

إذا عكس عمل ذلك المشار اليه لاجل اصطناع مغنيط بزريل القوة المغنطيسية والحرارة تزيدها ايضاً وترك مغنيط بلا حافظة يضعفه ووضعته على الهبئة التي كان يجعل نفسه عليها لو ترك لحالو يقويه وادناؤه من آخر اقوى منه كثيراً بعكس قطبيه قد تقدم القول ان المواد القابلة اكتساب القوة المغنطيسية هي الحديد والنيكل والكوبلت وقد وجد فراداي ان كل المعادن قابلة ذلك ولكن على درجة لا يشعر بها ان لم يكن المغنيط المؤثر قوياً جداً فقسم جميع المواد الى قسمين من حيثية تأثير القوة المغنطيسية فيها القسم الاول بارا مغنطيسي والثاني ديا مغنطيسي فمواد القسم الاول يجذبها قطبا مغنيط تضوي ومواد القسم الثاني تدفعها فان علق قضيب من القسم الاول بمغناط حتى يتحرك بسهولة وقرب اليه مغنيط تضوي متصل ببطارية كلفانية يجعل نفسه على خط يوازي خطاً مستقيماً موصلاً بين قطبي المغنيط اما القضيب من القسم الثاني فيجعل مع الخط المشار اليه زاويتين قائمتين من مواد القسم الاول الحديد والنيكل والكوبلت والمنغنيس والكروم والبلاتين والأكسجين واكثر المواد المركبة منها ومن الثاني البزموت والانتيمون والقصدير والصوبوم والزيق والرصاص والفضة والنحاس والذهب والزرنيخ والنصفور والبود والكبريت والكلور والهيدروجين وبعض المواد المركبة منها

الفصل الرابع في الكهربائية المتوازنة

القوة المغنطيسية والقوة الكهربائية متشابهتان ان لم تكونا واحدة فيعسر البحث عن احدهما متجردة عن الاخرى فقد قسم بعض المؤلفين كلامهم عن الكهربائية الى اربعة اقسام الاول في المغنطيس وقد مضى ذكره الثاني في الكهربائية المتوازنة الثالث في الكهربائية الكلفانية او القولانية الرابع في الكهربائية المغنطيسية وفي هذا الفصل نحصر قولنا على قدر الامكان في الكهربائية المتوازنة قد لاحظ بعض الفلاسفة قبل المسيح بنحو ٦٠٠ سنة انه اذا دلكت قطعة من الكهرباء بصوف او فروة او حرير تجذب الى نفسها اجساماً خفيفة ثم تدفعها عن نفسها وسموا هذه الخاصية القوة الكهربائية نسبة الى الكهرباء ولم يزدوا ومنذ نحو

٢٦٥ سنة لاحظ بعضهم ان للزجاج والكبريت وشمع الختم هذه القوة نفسها ومن حيث ان المادة التي عليها تنوقف هذه القوة لا تؤثر في اوزان الاجسام التي تفعل فيها حُرِيت بين المواد غير القابلة للوزن كما تقدم ذكره صحيفة ٢

الكهربائية زجاجية وراتنجية — لبن قطعة من شمع الختم في لبيب واصحبها شريطة طولها خمسة فراربط او ستة وليكن غلظها غلظ مسلة والصدق بطرف منها قطعة قرطاس سطحها نحو نصف فبراط مربع وعلفها بركابة قرطاس وبخيط حرير من قضيب زجاج ممكن في حامل ما ثم ادلك قطعة من شمع الختم بقطعة صوف ناشف وقربها نحو القرطاس فتجذبه اولاً ثم تدفعه ثم ما دام على هذه الحالة ادلك انبوبة زجاجية ناشفة دافئة بقطعة حرير ثم قربها الى القرطاس فتجذبه ثم تدفعه وعند ذلك اذا قربت اليه قطعة الشمع الاولى تجذبه ايضاً. فينضح من هذه الظواهر ان ذلك الشمع والزجاج قد هيج قوتين متشابهتين مندفعتين وان كل مادة امثلاث كهربائية من الشمع تدفع الشمع وكل مادة امثلاث كهربائية من الزجاج تدفع الزجاج ولكن كل واحدة تجذب الاخرى فلاجل التمييز سميت الواحدة كهربائية زجاجية او ايجابية والاخرى كهربائية راتنجية او سلبية

وينضح هذا الامر ايضاً بتعلق قطعتي قش كل واحدة بخيط حرير من قضيب زجاج ثم هيج قطعة شمع كما تقدم وقربها اليها فتجذبها ثم تدفعها كما تقدم ثم قرب احدها الى الاخرى فتندافعا فان تهيجا بزجاج تندفعان ايضاً وان تهيجت احدها بزجاج والاخرى بشمع تجاذبان

اذا دلك جسم باخر تهيج نوعا الكهربائية ولكن ما دام متلاصقين لا تظهر اشارة وجود احدها واذا تباعد ابرى انها قد تهيجا وان كهربائية الواحد ايجابية وكهربائية الاخر سلبية ويمكن امتحانها بالواسطة المذكورة اية قطعة القرطاس على طرف شريط الشمع

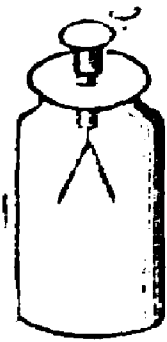
المواد الموصلة وغير الموصلة والمحاصرة — اذا تهيجت كهربائية اجسام حسبها تقدم تعود الى حالتها الاولى اي الى السكون الكهربائي اذا لمستها اجسام اخر وسرعة ذلك تنوقف على مادة الجسم اللامسها فان لمسها هواء رطب تعود الى حالتها الاولى بسرعة اقل واذا كان الهواء ناشفا فبسرعة واذا لمسها شمع او

لكّ أو زجاج فقلما تنقص كهربائيتها ولكن اذا لمستها مواد معدنية بزول هيجانها الكهربائي حالاً فيبان من هذه الظواهر ان المادة الكهربائية تجري على بعض المواد بسهولة فسميت موصلة وعلى البعض لا تجري او تجري بصعوبة فسميت غير موصلة او حاصرة وهاك قائمة مواد على ترتيب صلاحيتها لحصر المادة الكهربائية وكل مادة اصلح لذلك من التي بعدها

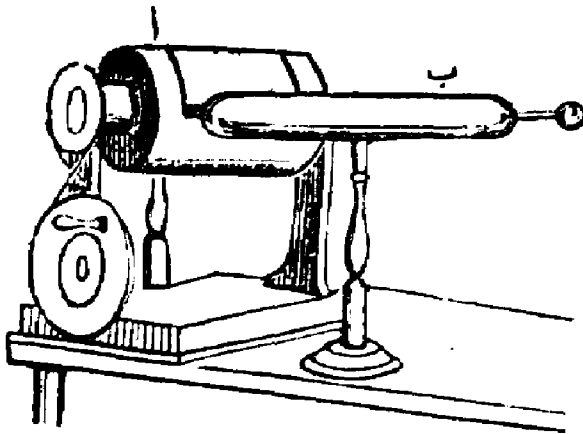
شم الحوت	غازات ناشفة
زيت التربينينا والزيت الطيارة	لكّ
زيت ثابتة	كبريت
كنان وخبوط نباتية اخرى	كهرباء
مواد حيوانية رطبة	رائنجات
مالا	كونا برخا وكاوتشوك
مذوّبات املاح	الماس وبعض الحجارة الكريمة
لهيب	حرير
املاح صهيرة	فرو
بلومباجين	زجاج
فحم	جليد
كل المعادن	

اذا وضعت مادة على اخرى غير صالحة لنقل الكهربائية كلوح ذي قوائم زجاج مثلاً قيل انها محصورة ولكن اذا تجمعت رطوبة اي بخار مائي على المحاصرة نجعلها موصلة ما دامت الرطوبة عليها ومن هذا السبب يعسر جمع الكهربائية في وقت مطر او غيم او ضباب واصلح المواد للحصر تنفذ فيها الكهربائية على كيفية اخرى كما سيأتي ذكره في محله فسميت ذبا كهربائيات مثال ذلك اذا نهيج سطح من سطحي لوح زجاج بذلك بقطعة حرير فالسطح المتقابل ابضاً يجذب الى نفسها مواد خفيفة الالكترولوسكوب اي المقياس الكهربائي — قد اصطنعت آلات على هيثان

شقي لاجل الكشف عن هيكل كهربائي جزئي اسطها الكنروسكوب شكل ٢٩
 رق الذهب اي قطعان من رق الذهب متعلقان بشريطة
 نحاس والشريطة محصورة بمرورها في انبوبة زجاج محشية بجرير
 وتنهي في قرص ب شكل ٢٩ والكل مغطى ببيت زجاج فاذا تقدم
 جسم مهيج الى القرص ب تندفع قطعنا الذهب وتتباعدان
 آلات كهربائية — لاجل جمع مفادير جزيلة من هذه المادة



شكل ٢٠



قد استنبطت آلات شتى اشهرها
 اسطوانة او قرص من زجاج مثل
 ا شكل ٢٠ يدور على محورين
 وبدورانها يدلك بقطعة جلد او
 حرير عليها ملغم مركب من قصدير
 جزء واحد ووزنك جزء واحد
 وزينق ستة اجزاء او ١١ وزنك

و٢٤ قصدير و٦٥ زينق وهذا الاخير اصلح من الاول وهذا المدلك محصور بوضع
 على راس عمود زجاج ثم على الجانب الاخر من الاسطوانة الزجاجية اسطوانة
 معدنية ب ذات اسنان كاسنان مشط محصورة ايضا على عمود زجاج وهذه
 الاسطوانة سميت الموصل الاول فان اوصل بين المدلك والارض بشريطة معدنية
 وأدبرت الاسطوانة او القرص ينهيج في المدلك كهربائية سلبية فينهيج في الزجاج
 ايجابية تجذبه الاسنان فيملي الموصل الاول كهربائية ايجابية واذا اوصل الموصل
 الاول بالارض وانحصر المدلك توخذ من المدلك شرارات كهربائية سلبية

تنبيه — اذا تجمعت على هذه الآلة رطوبة لا يمكن جمع الكهرباء بها فلا
 بد من غاية الاعتناء بكونها خالية من الرطوبة تماما

كهربائية بالتأثير او بالمجاورة — كل جسم محصور تهيجت كهربائيتها بهيج كهربائية
 آخر محصور اذا تقرب اليه فاذا دلكت انبوبة زجاجية ونفرت الى الاكنروسكوب
 المذكور سابقا تتباعد قطعنا رق الذهب واذا غلفت كرتا لب السبستان بنحيط

حزير وتقرّب اليها جسم كهربائية مهيّجة تتنافران فيها الكترولوسكوب بسيط. وإذا
تقرّب الى الموصل الاول آخر ثم الى هذا اخر وهلمّ جرّاً وبين كل اثنين فتحة وعلى
كل واحد كرتا است كما تقدم فاذا تنهيج الاول تنهيج الآخر بالمجاورة اي بتأثير
الاول فيها كما ينضح من تنافر الكرتان على كل واحد. اما الموصل الاول فاذا
كانت كهربائية ايجابية فيهيج في طرف الثاني الاقرب اليه كهربائية سلبية وفي الطرف
الابعد منه موجبة وهلمّ جرّاً واذا أبعد الموصل الاول تندلى الكرات في الأخرى
بسكن الهيجان ولا يمنع هذا الهيجان بالمجاورة توسط قطعة زجاج مثلاً بين كل
موصلين مع ان ذلك يمنع مرور شرارة كهربائية ولا خلاف في ما تقدم مهما كانت
هيئة الاجسام المستعملة موصلات.

قنبنة ليدن — قنبنة ليدن المنسوبة الى مدرسة ليدن الجامعة في هولاندا
اخترعت في ١٧٤٥ وغابنها جمع مقدار من المادة الكهربائية وهي قنبنة مبطنة برق
القصدير ومكسية بمثلها أنحو فيراط من اعلاها وقضيب نحاس شكل ٢١



في طرفه الاعلى كرة نحاسية نافذة في سدائها ومنصل ببطانتها فاذا
فربت الكرة النحاسية المشار اليها الى الموصل الاول من آلة
كهربائية تمرّ شرارات كهربائية الى داخل القنبنة ثم اذا لمس
خارجها والكرة المذكورة معاً يشعر بالهزة الكهربائية او اذا وُصل
بينها بالمطلق وهو قضيب ذو مقبض محصور في كلّ من طرفي كرة
نحاسية شكل ٢٢ تشاهد الشرارة مارة بين الداخل والخارج واذا
وُضع بين كرة المطلق وكرة القنبنة قرطاس سميك تنفذ فيه الشرارة

فيثقب القرطاس ويكون محيط الثقب نائلاً الى المجهنين كان المادة شكل ٢٣



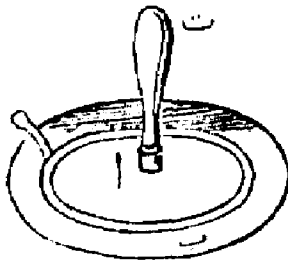
مرت من داخل الى خارج ومن خارج الى داخل معاً واذا وُصلت
عدة قنبينات ليدنية بعضها مع بعض تتكوّن بطارية كهربائية

ان البطانة المعدنية والكسوة المعدنية في قنبنة ليدن هما للوصل
بين كل اجزاء الزجاج فقط اذ يمكن رفعها وتنفى كهربائية القنبنة ولا بد
من اتصال خارجها بالارض والا فلا يمكن جمع الكهرباء فيها لانه
عند دخول كهربائية موجبة فيها من الآلة يصير خارجها سلبياً بالمجاورة

كما ذكر آنفاً بطرد الإيجابية فتصرف إلى الأرض وإذا انحصرت فلا سبيل
لأنصرافها فلا تجمع إيجابية في داخلها لأن المحصورة في خارجها بطرد الداخلة ويمنع
دخولها إلى القنبنة كما يتضح من حصر قنبنة ليدن ثم ادنائها من الموصل الأول
فيدخلها بعض الشرار فقط ثم يقف العمل ثم إذا أوصلت بالأرض تأخذ الشرارات
تدخلها أيضاً من الموصل الأول

توزيع كهربائية اجسام — إذا اكتسب موصل مادة كهربائية فهي محصورة
في سطح ذلك الموصل وليست متفرقة في كل مادته كما يتضح من استعمال موصل
يمكن إزالة فشرته أو كسوته فلا يبقى بعد ذلك شيء من الكهرباء فيه بل كلها في
الفضة وكذلك إذا كان الموصل مجوفاً فهي على سطحه الخارجية فقط وإذا كان
هليلج الشكل فأكثرها في الطرفين وقليل منها في الوسط وإذا كان كروياً فهي
متفرقة على سطحه بالتساوي

الالكترودفور — بناءً على تنهيج الكهرباء بالاناثير أو المجاورة حسبما تقدم
اصطاع الألكترودفور أي حامل الكهرباء المنسوب إلى الفيلسوف قولنا وهو
قرص راتنجي قطره نحو ٨ أو ١٠ فراربط وسمكه نحو قيراط شكل ٢٢



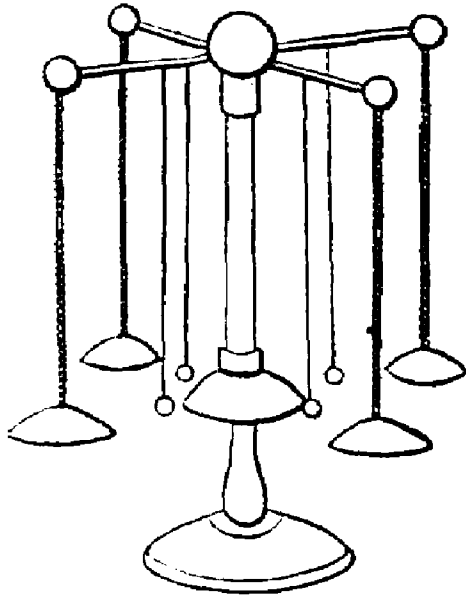
مركب من اللك والراتنج وترتبتنا قنبنتيا اجزاء متعادلة
على هيئة ب شكل ٢٢ وهو موضوع على قرص معدني وعلى
القرص الراتنجي هذا قرص معدني ذو مقبضة محصورة ت
فاذا ذلك القرص الراتنجي بصوف جاف أو فرو ثم وضع

عليه القرص الثاني تؤخذ منه شرارة كهربائية سلبية ثم إذا رُفع الثاني تؤخذ شرارة
كهربائية موجبة وهكذا إلى مرات كثيرة وفائدته بالأكثر جمع الكهرباء به عند
ما لا تصلح الآلة الاعيادية لسبب رطوبة الهواء الكروي

وينصح هيجان الكهرباء بالمجاورة أيضاً بتعليق قرص معدني بالموصل الأول
وتحته قرص آخر متصل بالأرض وبينهما نحو ثلاث فراربط وتوضع على الأسفل
منها اجسام خفيفة مثل كرات لب السيسبان فعند تشغيل الآلة تنهيج في تلك
الكرات كهربائية سلبية فينجذبها القرص الأعلى ثم يدفعها فتنهيج بالسلبية أيضاً فينجذبها
القرص الأعلى أيضاً ثم يدفعها فترقص بسرعة بين القرصين

وتضع كهربائية المجاورة ايضاً بايصال اجراس محصورة بالموصل الاول وواحد
منها متصل بالارض كما في شكل ٢٤ وبينها كرات

شكل ٢٤



معدنية معلقة بخيطان حرير فعند تشغيل
الآلة الكهربائية تجذب كرة الى جرس
محصورة ثم تدفع الى الجرس المتصل بالارض
وهكذا البنية فترن كلها سوية

طبيعة الكهرباء - من جهة طبيعة
المادة الكهربائية لنا راي فرانكلين وراي
دوفاي. اما راي فرانكلين فهو انها مادة
لطيفة منفردة في الكون خاصيتها المميزة انها
تدفع جواهر نفسها وتجذب جواهر غيرها وان

لكل جسم مقداراً منها طبيعياً اذا زيد لسبب ما او بوساطة ما صارت كهربائية
موجبة وان نقص صارت سلبية

اما راي دوفاي فهو انها مادة لطيفة سيالة منفردة في الكون خصائصها الذاتية
غير معروفة غير انها مركبة من نوعين زجاجية او موجبة وراتنجية او سلبية كل
نوع يدفع جواهر نفسه ويجذب جواهر الآخر واذا تساوتا في جسم كان ذلك الجسم
في حالة السكون من جهتها اي لا تباين ظواهر هذه او تلك واذا زاد احدها
تظهر ظواهر الموجبة او السلبية حسب الزائدة منها

لا يمكن تهيج نوع من هذين النوعين بدون تهيج الاخر كما راينا في القوة
المغناطيسية فالجسم الذي يبدل بتهيج فيه نوع والمذكور به يظهر ظواهر النوع
الاخر

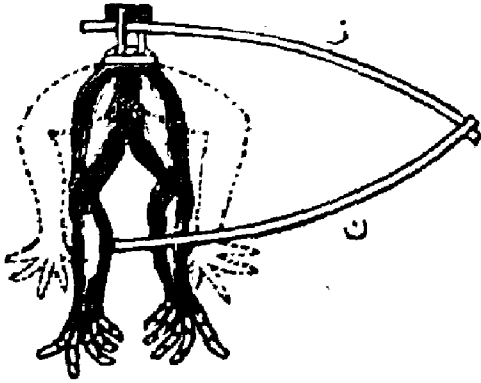
الفصل الخامس

في الكهرباء الكفائية او القولناية

انه في سنة ١٧٩٠ كان كنغالي معلم التشرح في بولونيا من بلاد ايطاليا بشرح

صفادع فعلق اطرافها السفلى مع بعض السلسلة الفقارية بخناسة علفاء وفي ذات يوم علفها بهذه العفافات على درابزون حديد

شكل ٢٥

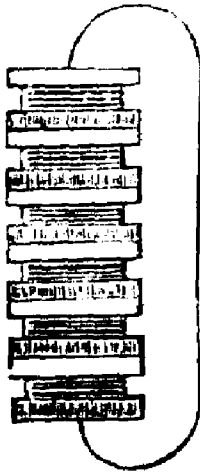


فظهرت فيها حركات تشنجية ثم اخذ بفحص هذا الامر فوجد انه اذا لمس معدن اعصاب السلسلة مثل ز شكل ٢٥ ومعدن اخر لمس عضلات الاطراف السفلى مثل ن فعند ملاسة المعدنين نحصل في تلك

العضلات الحركات المشار اليها وعلى ذلك بان كهربائية المجموع العضلي ايجابية وكهربائية الاعصاب سلبية كما هي في داخل قنبلة ليدن وخارجها وان المعدنين كالموصل بين خارجها وداخلها

عمود قولنا - ثم ان قولنا فيلسوفا ابطاليانا وجد انه لاحداث الحركات المشار اليها لا بد ان يكون المعدنان نوعين وانه اذا زيدت قطع المعدنين عدداً يزيد الفعل فاستنبط العمود القولنائي المنسوب اليه

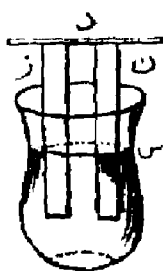
شكل ٢٦



وهو عمود مركب من قطع نوتيا وخناس متلامسة وبين كل قطعة خناس وقطعة النوتيا التي فوقها قطعة صوف مبلولة بسيل حامض او ملح شكل ٢٦ فاذا لمس طرفا العمود معاً يشعر بهزة مثل هزة آلة كهربائية واذا جعل له قطبان من شريط يخرج من طرفيها شرارات كهربائية

ثم اذا غمست قطعة نوتيا ز شكل ٢٧ وقطعة خناس ن في سيال حامض اسي ماء وحامض كبريتيك س فلنا دائرة

قولنا ذات حلقة واحدة وما دام الاتصال بينها بواسطة السيل شكل ٢٧



فقط لا يظهر فعل كهربائي ولكن اذا وصل بينها بفضيب معدني د تظهر عدة ظواهر جديدة (١) تصعد من سطح الخناس ن فقائع غاز صغار كثيرة جداً واذا جمعت تُعرف بالامتحان انها غاز الهيدروجين (٢) قطعة النوتيا تذوب بسرعة كما ينضح من وزنها مرة بعد اخرى

وإذا امتحن السبيل بوجد فيه أكسيد النوتيا فنستنتج انه ما دام الفضيبي د موصلاً بين القطعتين يغفل الماء وان اكسجينه يتحد مع النوتيا والهيدروجين بفلت عند سطح النحاس وإذا رُفِعَ الفضيبي تبطل هذه الظواهر (٣) اذا وُصلَ بينهما بفضيبي زجاج او مادة اخرى غير موصلة للكهربائية لا يظهر عملٌ ما والنتيجة هي ان الفاعل في هذه الظواهر هو المادة الكهربائية (٤) اذا رُفِعَ الفضيبي عن النوتيا بلطف في موضع مظلم تظهر شرارة صغيرة ولا اشباه في كونها شرارة كهربائية

اذا جُعِلَ الموصل بينهما شريطاً دقيقاً من الپلاتين يحى الى درجة الحمرة ومن هذه الاشياء نستنتج انه في دائرة قولثانية بسيطة يغفل الماء فيعطي اكسجينه للنوتيا وهيدروجينه بفلت عند النحاس ويحصل مجرى سيال كهربائي جارٍ من المعدن الواحد الى الاخر على الموصل اي يجري من النوتيا في السبيل الى النحاس ومن النحاس على الموصل الى النوتيا وهذا هو سبب تسمية الآلة بالدائرة القولثانية. والمحامض الكبريتيك يذوب أكسيد النوتيا حالما يتكون فلا يبطل العمل باكتساء سطح النوتيا غشاء من اكسيده. واذا تعددت الحلقات سُميت الدائرة مركبة

جهة الجرى — اما جهة الجرى فتتوقف على العمل الكيماوي الحاصل فالكهربائية الموجبة تظهر عند المعدن المفعول فيه بالاكثَر وفي ما تقدم ذكره بفعل الحامض في النوتيا اكثر من النحاس فتتهيج عند النوتيا كهربائية موجبة وتجرى الى النحاس هذا تحت سطح السبيل ولكن فوق سطح السبيل يكون النحاس + والنوتيا —

شكل ٢٩

بطاريات كلفائية — اشكال



البطاريات الكلفائية هي كثيرة منها البطارية المحوصية وهي ازواج نحاس ونوتيا منزلة في

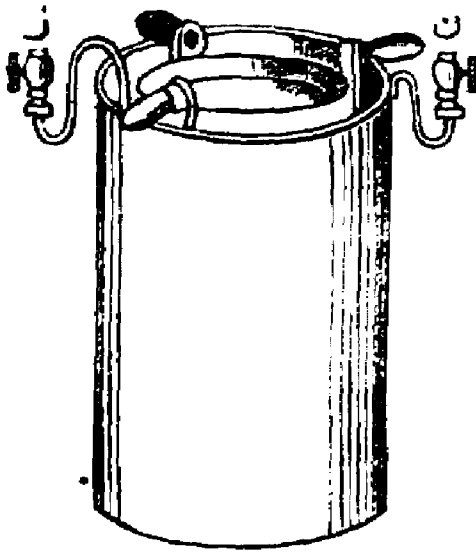
حوض والنحاس والنوتيا متلامسان وبين كل زوج فتحة قيراط او قيراطين ويملاً المحوض سيالاً بفعل في النوتيا مثل مذوب كبريتات النحاس او ماء وحامض كبريتيك انظر شكل ٢٩

محرق قَبَر — ومنها شكل سمي محرق المعلم هير وهو مؤلف من عدة قطع نحاس كبيرة مساحة كل واحدة نحو قدمين مربعين ملتصقة الى فضيبي نحاس ومثلها

قطع توتيا ملتخمة الى قضيب توتيا نجاء الأوّل فتنى أنزل الكل في حوض فيه سبال
محض تنزل قطع التوتيا بين قطع النحاس فكانها قطعة واحدة كبيرة من نحاس
ومثلها توتيا وهذا الشكل يولد حرارة زائدة ولا يستعمل الآن لسبب استنباط
آلات اسهل منه استعمالاً

بطارية النحاس والتوتيا — هذه البطارية تتألف من وعاء نحاس في وسطه

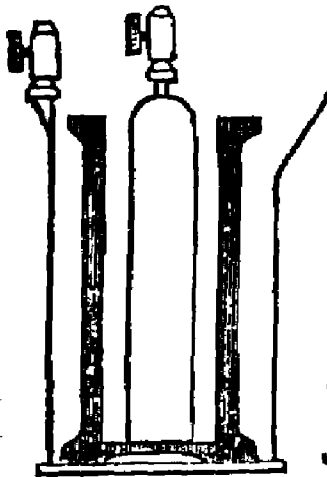
شكل ٢٩



وعاء نحاس اصغرا او اسطوانة نحاسية
ملتخمة بكعب الاول وقملاً الفسحة الفارغة
بين جداريها مذوّب كبريتات النحاس اي
الشب الازرق ويغمس في هذا المذوّب
وعاء توتيا او اسطوانة توتيا شكل ٢٩
فيكون النحاس القطب الايجابي ن والتوتيا
السلي ز وهذه البطارية لا بطول فعلها
لان التوتيا تكتسي اكسيد التوتيا فيقطع
العمل الكيماوي وبالضرورة يقطع المجرى
الكهربائي

بطارية دانيال — لاجل الحصول على مجرى كهربائي بدوم مدة على قوة
مفروضة تستعمل بطارية دانيال وهي مؤلفة من وعاء نحاس اسطواني فيه مذوّب
كبريتات النحاس وفي وسطه وعاء فخار اسطواني ذو

شكل ٤٠



مسار فيه حامض كبريتيك مخفف يغمس فيه قضيب
توتيا قد تلغم بزيتق شكل ٤٠

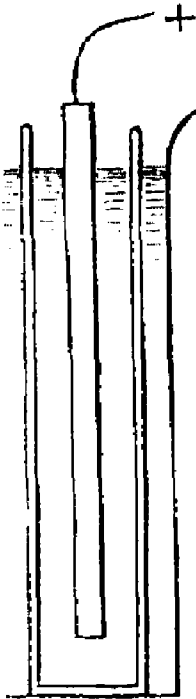
بطارية سي — اما بطارية سي فمؤلفة من صفيحة
فضة مطلية ببلاتينا بين صفيحتي توتيا ملغم بمكثبين
بقطعة خشب فيغمس الكل في حامض كبريتيك مخفف
بطارية كروث — اما بطارية كروث شكل ٤١ فمؤلفة
من وعاء صيني فيه اسطوانة توتيا ببلان حامض كبريتيك

مخففاً وداخل اسطوانة التوتيا وعاء صيني ذو مسار فيه حامض نيتريك ثقیل

بمخس فيه قطعة من الپلاتين التي هي القطب الايجابي كما ان التوتيا هي السلي اما الهيدروجين المحلول من الماء بهذه البطارية فلا يفلت بل المحامض النترك يخل فيصعد جواهران منه على هيئة ثاني اكسيد النيتروجين وجواهر الاكسجين الثلاثة تتحد مع ثلاثة جواهر الهيدروجين المحلول بالتوتيا فينكون ماء ايضا



بطارية بنسن — اما بطارية بنسن فتختلف عن بطارية كروفت في امر واحد فقط وهو استعمال الكوك اي كربون فحم الحجر عوضاً عن الپلاتين للقطب الايجابي فاذا اغسل الكوك هذا بماء قد ذُوب فيه بي كلوريد الپلاتين بكنسي فشرة رقيقة من الپلاتين فيقوم مقام الپلاتين نفسه المستعمل في بطارية كروفت انظر شكل ٤٢

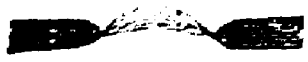


تلمع التوتيا — اذا مزج الزيت مع معدن آخر سمي المزيج ملغماً وفي المعاملات المتقدم ذكرها اذا تدهن سطح التوتيا بالزيت بكنسي ملغماً وذلك يزيد البطارية فعلاً ويعوق ذوبان التوتيا بالسيل المستعمل في البطارية

في الاشكال السابقة قد رُسمت دائرة كلقانية بسيطة والامر واضح ان تعدد الدوائر يكون بانصال القطب

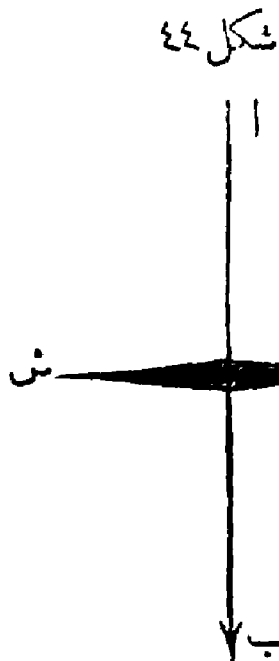
الاجبالي من دائرة واحدة بسيطة بالسلي من ثمانية والاجبالي من الثانية بالسلي من ثالثة وهلم جرا فتعدد الدوائر الى ما شئت واذا اريد مقدار جزيل من الكهرباء في وقت واحد ينضي توسيع سطوح الدوائر واذا اريد شدة مقداراً اي ما يجري الى بعد كما في التليغراف يجب تكثير عددها

ان بطارية مولفة من نحو عشر دوائر من نوع بنسن او من نوع كروفتا دانيال تظهر ظواهر كهربائية معتبرة فاذا وُضعت قطعة فولاذ على سطح زيتي

كأس او قدح ولمس الزئبق قطب بطارية كهربائية ولمس الفولاذ القطب الآخر
 يمتزق الفولاذ ويتصعد الزئبق وإذا تقارب القطبان وجعل بينهما شريط فولاذ
 او حديد او ورق نحاس او معدن آخر يمتزق بسرعة شكل ٤٣
 وإذا كان طرف كل قطب فلم كربون شكل ٤٢ وتقاربا 
 يجري بينهما لهيب نار محرقة لامعة جدًا وبني على ذلك اصطناع التنديل الكهربائي
 الشديد الانارة غير ان مداومة الجري الكهربائي بواسطة بطارية قوية يزيد هذا
 التور كلفة فلا يعم استعماله. اما حل المواد المركبة بالمادة الكهربائية كالماء والاملاح
 فسبأتي الكلام عنه في محله

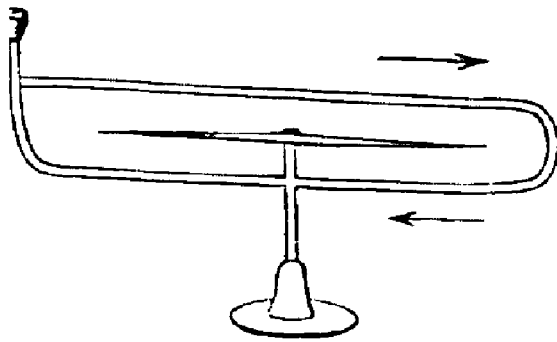
الفصل السادس

في الكهربائية المغنطيسية



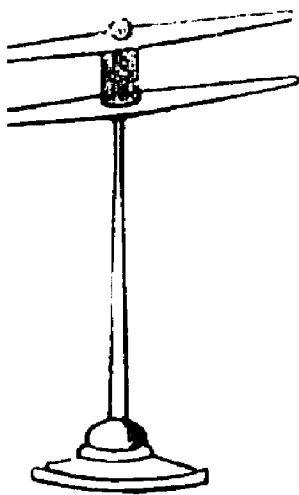
ليكن ج ش شكل ٤٤ ابرة مغنطيسية وش
 قطبها الشمالي وج قطبها الجنوبي وليتد فوقها على
 موازاتها شريطة متصلة ببطارية او آلة كهربائية
 حتى يجري عليها مجرى كهربائي فتدور البرة
 حتى توافق خط ا ب تقريباً اي تميل الى ان
 تكون عمودية للجري الكهربائي المجري فوقها ج
 او تحتها فان كانت الشريطة فوق البرة
 وكان الجري من ش الى ج فوق البرة تعرف
 ش نحو الغرب او تحتها فالى الشرق وبالعكس
 اذا كان الجري من ج الى ش وان كان على
 جانبها يرتفع قطب ويخفض الآخر حسب جهة الجري وتزيد هذه الافعال اذا
 جعلت البرة داخل شريطة ملتبسة على شكل مستطيل حتى تحيط بالبرة احاطة

شكل ٤٥



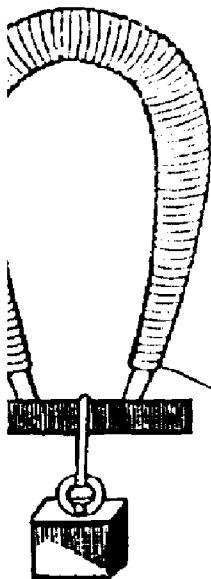
لان المجرى الكهربائي المار من فوق الابرة ومن تحتها يميلها الى جهة واحدة فيزداد انحرافها واذا التفت الشريطة شكل ٤٥ حتي نحيط بالابرة عدة مرات اية جعلت الابرة في وسط لفافة شريط يزيد الفعل اي تعرف الابرة اكثر فيكون لنا من ذلك كلفانوما مقياس او منه دال على مرور مجرى كهربائي

شكل ٤٦



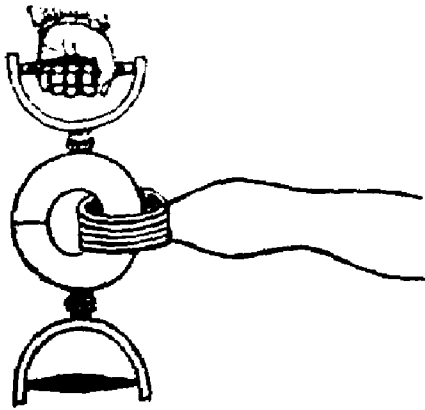
ان مغنطيسية الارض تقاوم انحراف الابرة بالمادة الكهربائية المشار اليها لانها تجعل الابرة تتوجه الى الشمال والمجنوب فاذا جعلت ابرة فوق ابرة شكل ٤٦ بحيث يتعكس قطباها اي يجعل قطب الواحدة الشمالي فوق قطب الاخرى الجنوبي يبطل بذلك تاثير مغنطيسية الارض فيها ثم اذا جعلت واحدة منها في لفافة شريط كما ذكر بفعل بها المجرى الكهربائي ويجرفها الى جهة واحدة فلنا بهذا التركيب كلفانومتر

شكل ٤٧

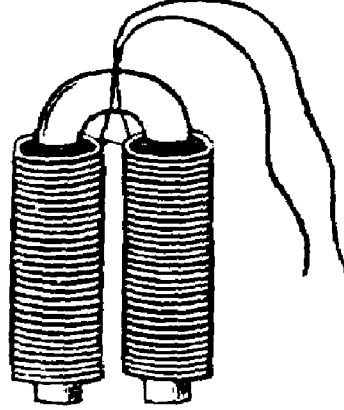


دقيق جداً بنبيء بمرور اقل ما يمكن من المادة الكهربائية اصطناع مغنيط بالكهربائية — قد تقدم صفحة ٢٧ ان المغنيط الصناعي بصطنع بواسطة المادة الكهربائية فاذا لفت على قطعة حديد لين شريطة محصورة اي ملفوفة بخيطان فطن او حرير ثم اوصلت ببطارية كلفانية شكل ٤٧ تصبح مغنيطاً ما دام الاتصال بينها وبين البطارية وتختسر هذه القوة عند الانفصال. وان كان الحديد صلباً يصير مغنيطاً دائماً واذا تعددت اللفائف كما في شكل ٤٨ تزداد القوة المغنطيسية ويكفي ايضاً ان تكون حلقة محيطة بقطب

شكل ٤٩



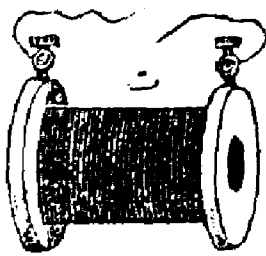
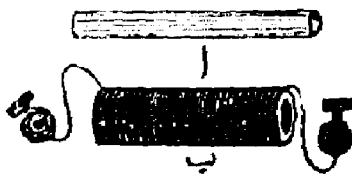
شكل ٤٨



واحد من
المغناطيس كما في
شكل ٤٩ وهذه
الظواهر كلها
هي من باب
المغناطيسية
بالمجاورة

لغائف المحدة او المجاورة — لكل لفّة حدة خمسة اجزاء اصلية الاول
البكرة الثاني اللفة الاولى الثالث اللفة الثانية الرابع القلب او المحزمة الخامس
قاطع الوصل

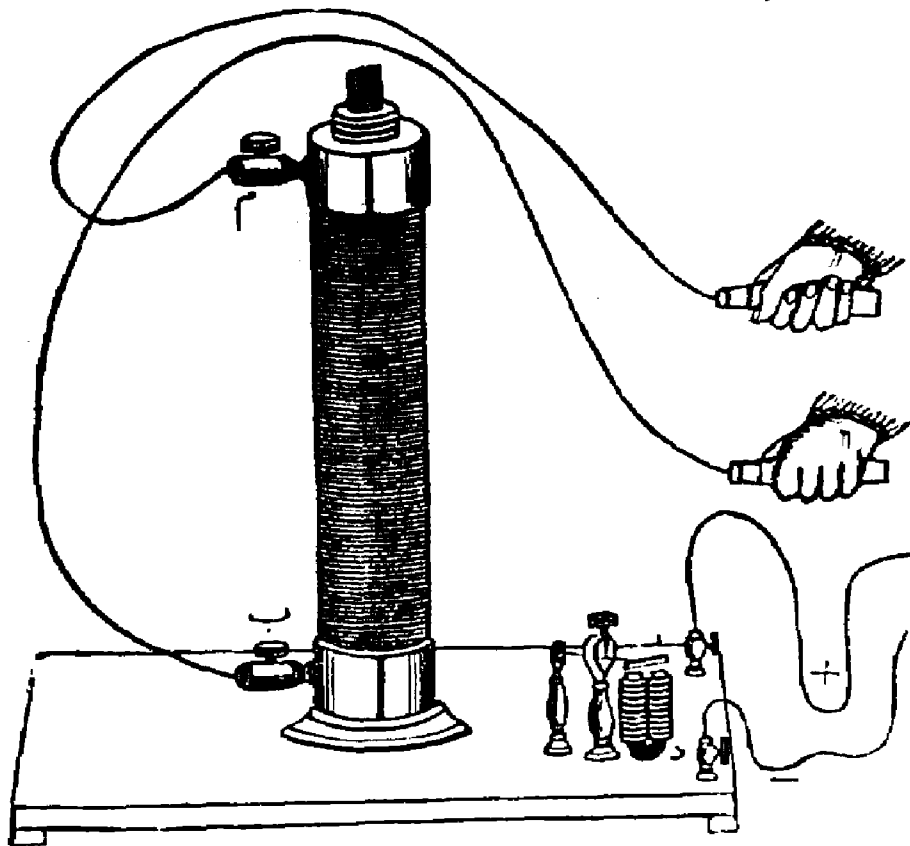
شكل ٥٠



اما البكرة فهي اسطوانة مجوّفة على كل طرف
من طرفيها قرص من الكوتا يرخا او الزجاج وتشبه
بكرة خيطان في هبتها والاسطوانة نفسها هي من
القرطاس السميك المعروف بالكرتون طولها نحو 7
قراريط وقطرها نحو قيراط والقرصان يجب ان يجعلوا
مع الاسطوانة زاويتين قائمتين ويجب ان يُثَقَّبَ
قرص من القرصين ثقبين لكي يمرّ بهما طرفا شريط
اللفة الاولى

اما اللفة الاولى مثل ب شكل ٥٠ فهي شريط نحاس محصور بنطن يُعرَف
بشريط نمر ١٦ فيمرّ طرف من الشريط في ثقب من الثقبتين المشار اليهما اعلاه
ويُلَفُّ على الاسطوانة من قرص الى قرص وراجعا حتى تغطي الاسطوانة بلفنتين
منه ثم تمرّ طرف الشريط الآخر من الثقب الاخر المذكور اعلاه ثم يدهن الكل
ببرداخ من اللك مذوّب في الكحول ويحفظ ويبعاد هذا الدهان ثلاث مرات. ثم
يُلَفُّ على هذه اللفة قرطاس متين ويمكن بصمغ او بخرام ويدهن بالبرداخ المذكور
اعلاه وتلأ الفسحة بين القرصين تماما حتى لا يلمس شريط اللفة الثانية شريط
اللفة الاولى

اما اللفة الثانية ت شكل ٥٠ فهي من شريط نحاس محصور بحزير من المعروف بشريط نمرة ٢٩ فيُنقَب القرص الآخر الذي لم يُنقَب لشريط اللفة الاولى ثنتين فيمر طرف من الشريط في ثقب من الثنتين وملت بكل دقة على الاسطوانة فوق الاولى الى ان ينتهي الى القرص المقابل ثم يُدَمَن ما قد نُفَت منه بالرداخ المذكور سابقا ومنى جف يُغَطَّى برق الكونا پرخا ثم تُلَف لفة اخرى وبصنع فيها كما تقدم الى ان يلف من الشريط هذا نحو ٢٠٠٠ ذراع ثم يُغَطَّى طرفا اللفة بغطائين من نحاس في كلٍ منها اولاب لاجل تمكين شريطين فيها للممسك بها كما بُرِيَ في شكل ٥٠ او عند م وب شكل ٥١ شكل ٥١



اما القلب او الحزمة فهو قضيب حديد او حزمة شريط ا شكل ٥٠ تدخل في جوف الاسطوانة او تُنَزَع فكل شريطة من الحزمة عند الانصال تصير مغنيطا بالمجاورة كما تقدم وعند الانفصال تخسر القوة المغنطيسية فنسب مجاريه مغنطيسية في كلا اللتين فتزبدها فعلاً

ثم ان الجرى الكهربائي ان كان دائماً متصلاً لا يُشْعِر به ولا يعطي شرارة واذا انقطعت الدائرة يُشْعِر بهزة وتظهر شرارة عند نقطة الانفصال ولجل النصل

والوصل بتركب مع ما تقدم قاطع الوصل وهو آلة صغيرة مركب من مغنيط بالمجاورة د شكل ٥١ وحافظته ز يرفع عن قطبيو بزنبرك وهي متصلة باللفة تحت كرسي الآلة فتجذب الى قطبي المغنيط فحينئذ الوصل ثم تدفع عنها فحينئذ الفصل ان لفة مثل ما ذكر تستعمل مع بطارية مركبة من نحو ست حلقات من نوع كروث او دانيال او بنسن فن كان عدد الحفلات قليلاً تكون القوة الكهربائية اقل من اللازم وان كانت كثيرة يخشى من احماء شريط اللفة الثانية وافسادها

كهربائية بمغنيط — كما ان المادة الكهربائية تكسب بعض المواد قوة مغنطيسية حسبما تقدم شرحه هكذا المغنيط يظهر بعض ظواهر القوة الكهربائية فلو جعلت اللفة الشريطية شكل ٤٩ محيطه بقطب مغنيط نصوي ثم اوصلت الشريطان بكثا١٠٠متر رق الذهب شكل ٢٩ او بالابر المغنطيسية اظهر فعل المادة الكهربائية بتنافر قطعتي رق الذهب او بانحراف الابرة

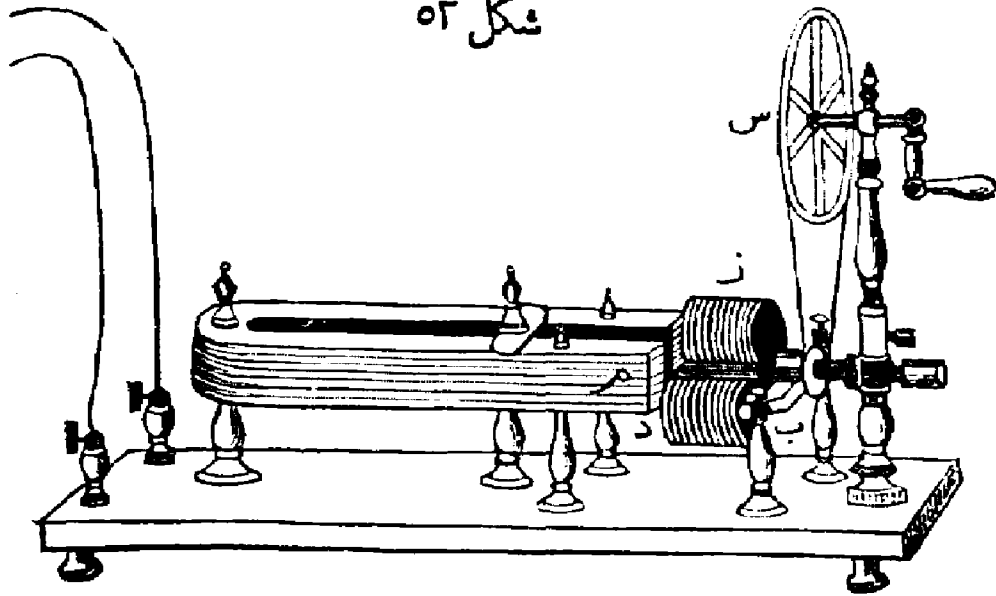
ان اوصلت لفة مستطيلة مثل ا شكل ٥٠ بآلة ثم ادخل الى جوفها مغنيط مستقيم او قطب مغنيط نصوي تحرف الابرة عند ادخاله ثم تعود الى صلبها ثم تعرف الى الجهة المتقابلة عند اخراج المغنيط من جوف اللفة وان ادخل مغنيط مستقيم من طرف واخرج من الطرف الآخر من اللفة تظهر الظواهر المذكورة نفسها ولا حركة ما دام المغنيط مستقيماً في جوف اللفة

قد تقدم صفحة ٢٧ ان المحافظة تحفظ القوة المغنطيسية في مغنيط وهي تزيد فعلاً ايضاً كما ينفع من العمل المذكور اعلاه مع وضع المحافظة ثم نزعها فيترس الفعل في الكلفا بومترات اقوى عند تركيب المحافظة على قطبي المغنيط

آلات كهربائية مغنطيسية — بناء على المبادئ المارة ذكرها قد اصطنعت آلات على هيئات شتى للنتاج الكهربائي بواسطة مغنيط احسنها واشدّها فعلاً هي التي تدبر قطعة حديد لين ملفوف عليها لفة شريط محصور تحت قطبي مغنيط فولاذ كبرى في شكل ٥٢ المغنيط م عليه المحافظة من فوق وهو مركب من عدة مغنيطات نصوية موضوعة بعضها فوق بعض وزود قطعنا حديد لين على كل واحدة منها لفة شريط محصور تداران تحت قطبي المغنيط بواسطة الدواليب

والركبة س وها متصلتان بشرطي الاساك من تحت كرسي الالة فعند تشغيلها

شكل ٥٢



يُشعر بالهزة الكهربائية عند التمسك بالشريطين وتُخفُّ إذا ارتفعت المحافظة
وهذه الآلة كثيرة الاستعمال لاستخدام الكهرباء في المعاملات الطبية وذلك
لسهولة نقلها واستخدامها

كهربائية حيوانية — لبعض الحيوان أعضاء خصوصية تحول قوتها العصبية
إلى قوة كهربائية منها نوع من المجري في أنهر اميريك المجنونة والسمك المعروف
بالرعد ونوع آخر من المجري من أنهر افريقيا فهذه إذا لمست يُشعر منها بهزة
كهربائية شديدة فتل الأسماك التي نصيبها وهزة الرعد إذا كان كبيراً تصرع
رجلاً قوياً

الجزء الثاني

في التسمية الكيميائية وقواعد التركيب وأصول التبلور

الفصل الأول

في بعض مبادئ الفلسفة الكيميائية

قد تقدم صفحة ٤ أن لكل جسم جوهرًا ماديًا وجوهرًا فرديًا وأن الجواهر