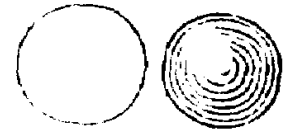
الجزء الاوّل
في القوى الكيماوية
الفصل الاول
في الحرارة

الحرارة في اصطلاح العلوم الطبيعية هي تلك المادّة غير القابلة الوزن التي تحدِث حاسية السخونة ونقيضها البرد غير ان البرد انما هو شيء سلبي اي هو عبارة عن نقص الحرارة

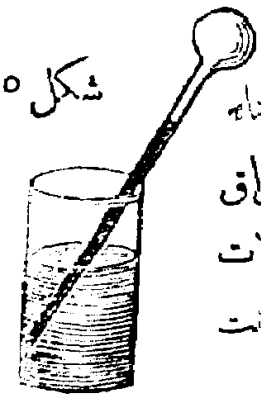
من خصائص الحرارة انها تمدد الاجسام. اما الجوامد فتتمدد بالحرارة اقل من السائلات والسائلات اقل من الغازات ويظهر فعل الحرارة لتمديد المواد بواسطة كرة تمرّ في حلقة متى كانت على درجة حرارة الهواء الاعتيادية ثم اذا أُحميت الكرة قليلاً تتمدد فلا تمرّ في الحلقة حينئذٍ ومتى بردت تعود الى حالتها الاولى وايضاً باحماء قضيب طوله ذراع مثلاً فعند ما تُحمَى يطول عن ذلك . اما السائلات فيظهر



شكل ٤

فعل الحرارة لتمديدها بوضع بعضها في انبوبة دقيقة ذات بلبوس حتى يمتلئ البلبوس ثم عند احماء السيال يتمدد ويصعد في الانبوبة نفسها انظر شكل ٤

اما الغازات فيتضح فعل الحرارة لتمديدها بان تُملأ قنينة ذات عنق طويل ماء الاّ قليلاً ثم تُقلَب ويُغمَس فكها في ماء شكل ٥ فيكون بعض الهواء محصوراً في جزئها الاعلى ثم اذا أُحمي الهواء هذا بواسطة لهيب قنديل يتمدد فيطرد الماء من القنينة. بناء على فعل الحرارة لتمديد الجوامد تحمى اطواق الفناطيس واطواق دواليب العجلات قبل تركيبها وكذلك مسامير وئيّات الآلات البخارية قبل تمكينها لانها اذا بردت تنقلص فتشد اكثر مما كانت تفعل لو تركبت وهي باردة



شكل ٥

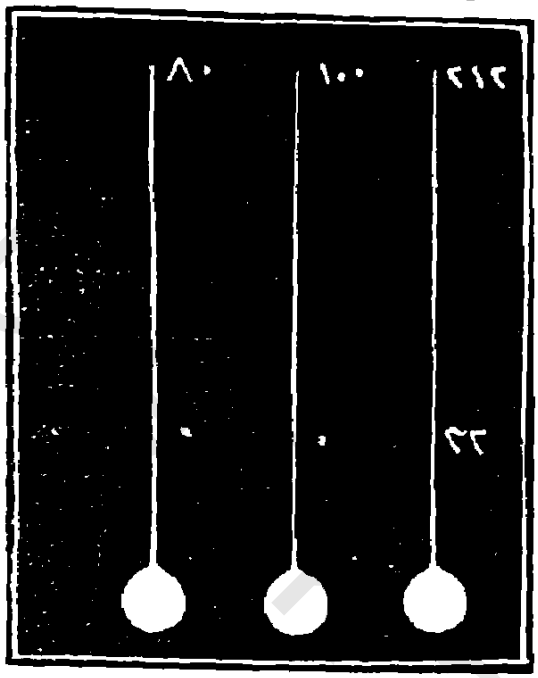
لكل مادَّة قابلية للتمدُّد بالحرارة مختصة بنفسها فالمعادن تتمدَّد بها اكثر من سائر المواد ومن المعادن الزنك يتمدد اكثر والبلاتين اقلّ من الجميع. اما الزجاج والآجرُّ والخزف الصيني والرخام وانواع الحجارة فقلما تتمدد بالحرارة. وبين السائلات ايضاً تفاوت من هذه الجهة كما يتضح اذا أُخِذت انابيب متماثلة كل واحدة ذات بلبوس ومُلِئ البلابيس سائلات متنوعة ثم أُحميت فيُرَى البعض يصعد في الانابيب اكثر من البعض الآخر فالكحول مثلاً يتمدد بالحرارة ستَّ مرات اكثر من الزيبق. اما الغازات فتمددها بالحرارة متساوٍ وتمدُّد الجوامد والسائلات عند ارتفاع درجة حرارتها هو اكثر منهُ عند انخفاضها اي اذا أُخذ جسم درجة حرارته ٢٠٠° مثلاً وآخر درجة حرارته ٢٠° مثلاً وأُحمي كل واحدٍ منها ١٠° درجات مثلاً فهذه الدرجات العشر من الحرارة تمدد الاول اكثر من الثاني والامر ليس كذلك في الغازات

ان اكثر الاجسام اذا بردت بعد الاحماء تعود الى حجمها الاصلي وما يُستثنَى من ذلك الرصاص فتُرَى الانابيب الرصاصية الحاملة الماء السخن او بخارهُ بعد مدةٍ اطول مما كانت اصلاً واذا انحصر حتى لا يمكنهُ التمدد طولاً يتجعد او يتموج او ينحني كما يُرَى في الانابيب وفي الاحواض الرصاصية التي تحوي كثيرًا

بناء على تمدد الاجسام بالحرارة قد استُنبطت آلات متنوعة لاجل قياس الحرارة وبما ان الجوامد تتمدد قليلاً والغازات كثيرًا فقد أُخذ بعض السائلات لهذه الغاية ان لم تكن درجة الحرارة عالية جدًّا وان كانت عالية فبعض الجوامد والآلة لقياس درجات من الحرارة ليست عالية سُمِّيت ثرمومتر والتي للعالية سميت پيرومتر

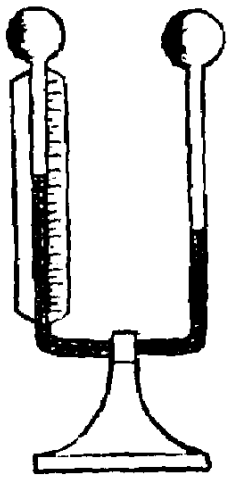
الثرمومتر — اما الثرمومتر فنوعان زيبقي والكحولي اما الزيبقي فللدرجات الاعتيادية من الحرارة واما الكحولي فللدرجات السافلة منها لان الزيبق يجمد اذا نقصت الحرارة عن — ٣٩° ف والكحول صرف لا يمكن تجميدهُ. فيُصنَع الثرمومتر الزيبقي مثلاً على هذه الكيفية اي نوخذ انبوبة زجاجية شعرية ذات بلبوس فيُملأ البلبوس وبعض الانبوبة زيبقًا ثم يُحمى حتى يصعد الزيبق بالتمدد الى اعلى الانبوبة وعند ذلك تُسَدُّ فوهتها باصهار الزجاج بواسطة بوريٍّ ثم

يغمس البلبوس في ماء وجليد وعند النقطة التي يقف عليها الزيبق توضع علامة ثم يُغمس في ماء غالٍ وعند النقطة التي يقف عليها الزيبق توضع علامةٌ اخرى فاذا وُسِمت الاولى ٣٢° والثانية ٢١٢° وقُسِم ما بينهما الى ١٨٠ درجة فلنا ثرمومتر فاهرنهيت ويُقسَم ما تحت ٣٢° الى درجات تعادل التي فوق ذلك فينتهي اولاً الى صفر ثم توضع قدام كل درجة تحت الصفر علامة سلبية للدلالة على انها تحت الصفر اي —١° —٢° —٣° الخ واذا جُعلت العلامة الاولى صفرًا والثانية مئةً وقُسِم ما بينهما الى ١٠٠° فلنا الثرمومتر المعروف بالسنتيكراد واذا جُعلت الاولى صفرًا والثانية ٨٠° فلنا ثرمومتر رومير وعند ذكر درجةٍ ما من الحرارة يجب ذكر اي قياس من هذه الثلاثة عُوِّل عليهِ. مثال ذلك ٢١٢° ف او ٤٥° س او ٥٤° ر وقس على ذلك. اما تحويل احد هذه الاقيسة الى آخر منها فسهل لان ٩ ف — ٥ س — ٤ ر وفي تحويل فاهرنهيت الى رومير او الى سنتيكراد يجب اولاً طرح ٣٢° لان ٣٢° ف — ٠ في ر وفي س وفي تحويل رومير او سنتيكراد الى فاهرنهيت يجب اضافة ٣٢° لهذا السبب نفسهِ



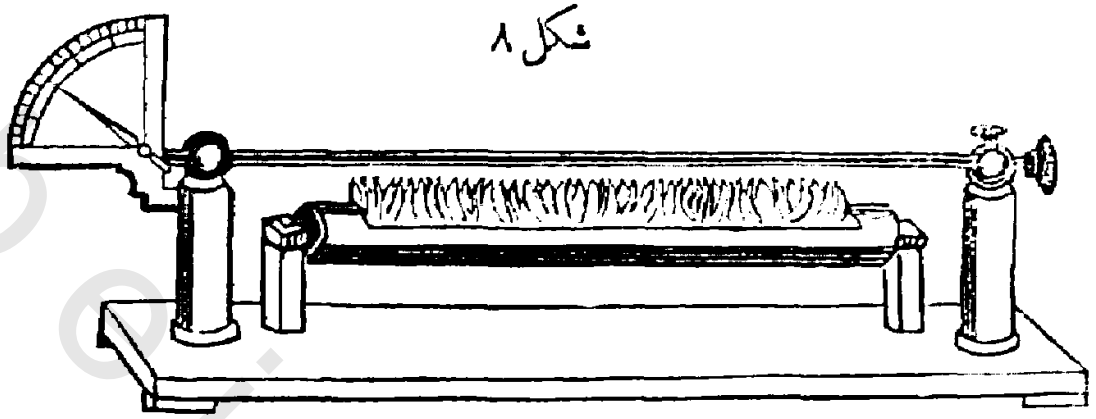
ومن انواع الثرمومتر ماسُمِّي ثرمومتر التفاوت وهو على هيئة شكل ٧ اي انبوبة في كلٍّ من طرفيها بلبوس وهي ملتوية حتى تصنع زاويتين قائمتين وعلى الساق الواحد مقياس وفي الانبوبة حامض كبريتيك ملوَّن احمر وفي البلبوسين هواء فان كانا على حرارة واحدة يكون الحامض في الساقين على موازنة واذا زادت حرارة احدهما يتمدد الهواء فيهِ فيطرد الحامض من هاتو الى الساق الثاني

شكل ٧



البيرومتر — الزيبق يغلي عند ٦٦٠° ف فاذا زادت الحرارة على ذلك لا يصلح لها الثرمومتر فقد اصطُنعت آلات أُخر مختلفة لقياس درجات حرارةٍ عالية اشهرها

شكل ٨



پيرومتر دانيال وهو مركب من انبوبة پلومباجين طرف منها مسدود والطرف الآخر مفتوح وفي جوفها قضيب پلاتين ناتئ من الطرف المفتوح متصلٌ بعقرب يدور على مينة منقسمة الى درجات فاذا أُحميت الانبوبة يتمدد القضيب فيدير العقرب كما يُرَى في شكل ٨

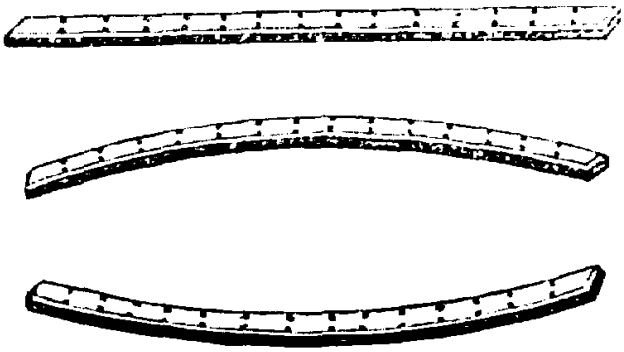
حرارة نوعية — بين الاجسام تفاوت من جهة مقدار الحرارة اللازمة لرفعها الى درجة مفروضة فاذا عُرِضت مواد مختلفة على حرارة درجتها مفروضة فالبعض تنتهي حرارتها الى تلك الدرجة قبل البعض الآخر ثم بالعكس البعض يبرد قبل البعض الاخر. مثال ذلك ان يوخذ وعاءان متماثلان احدهما ملآن ماء والآخر ملآن زيبقًا ويُغمَسان في ماء غالٍ فالزيبق يسخن وينتهي الى درجة الماء الغالي في نصف الوقت اللازم للماء لكي ينتهي الى تلك الدرجة فقابلية الماء للحرارة هي ضعف قابلية الزيبق لها لانها اخذت مثالَي ما اخذهُ الزيبق لكي ترتفع حرارتهُ الى درجةٍ مفروضة. اما الزيبق على درجة ٢١٢° مثلاً فيذوّب من الثلج اقل كثيرًا مما يذوّبهُ مقدارهُ من الماء على درجة ٢١٢° لان فيهِ حرارة اقل مما في الماء واذا مُزِج مقدارٌ من الماء حرارتهُ ١٠٠° مع مثلهِ حرارتهُ ٤٠° تكون حرارة المزيج ٧٠° اي الواحد يكسب ٣٠° والاخر يخسر ٣٠° ولكن اذا مُزِج زيبق حرارتهُ ١٠٠° مع مثلهِ ماء حرارتهُ ٤٠° تكون حرارة المزيج ٦٠° اي الزيبق يخسر ٤٠° والماء لا يكسب الاَّ ٢٠° مع انهُ دخلهُ من الحرارة كل ما خسرهُ الزيبق واذا عُكِس العمل وكان الماء على ١٠٠° والزيبق على ٤٠° يكون المزيج على ٨٠° اي ٢٠° من حرارة

الماء رفعت حرارة الزيبق ٤٠° وهذا التفاوت واقع ايضاً بين الجوامد كما يتضح من احمائها وانغماسها في ماء او سائل آخر واذا أُخِذَت اوزان متماثلة من اجسام مختلفة يظهر هذا التفاوت اكثر فاذا أُخذت اوزان متماثلة من الماء والزيبق مثلاً تُرَى قابلية الماء للحرارة ٣٣ مرة قابلية الزيبق لها لانهُ اذا مُزِج وزنٌ ما من الزيبق على ٦٦° مثلاً مع نفس ذلك الوزن من الماء على ٣٣° تكون حرارة المزيج ٣٣° اي الزيبق خسر من الحرارة ٣٣° والماء كسب ١° اي ٣٣° الزيبق اكسب الماء ١° فتكون قابلية الماء للحرارة ٣٣ مرة اكثر من قابلية الزيبق لها اي اذا فُرِضت قابلية الزيبق واحدًا تكون قابلية الماء ٣٣ واذا فُرِض الماء واحداً يكون الزيبق $\frac{1}{33}$ وهذه الحرارة اللازمة لرفع حرارة جسم ما الى درجة مفروضة سُمِّيت حرارتهُ النوعية وبما ان الماء يقبل حرارةً اكثر من سائر الاجسام فقد جُعِلت حرارتهُ النوعية واحدًا او قياساً للبقية وهذا جدول الحرارة النوعية لبعض الاجسام الآخر نسبةً الى الماء

الماء	١٫٠٠٠٠	النحاس الاحمر	٠٫٠٩٥٢	الزيبق	٠٫٠٣٣٣
الفحم	٠٫٢٤٠٥	الزرنيخ	٠٫٠٨١٤	الذهب	٠٫٠٣٢٤
الكبريت	٠٫٢٠٢٦	الفضة	٠٫٠٥٧٠	الرصاص	٠٫٠٣١٤
الحديد	٠٫١١٢٨	البود	٠٫٠٥٤١		

قابلية التمدد — بين الجوامد تفاوتٌ في تمدُّدها بالحرارة لان حرارة مفروضة تمدد البعض اكثر من البعض الاخر وهكذا في السائلات ايضاً خلافاً للغازات التي تتمدد على نسقٍ واحدٍ اي حرارة مفروضة تمدد كل الغازات مقدارًا واحدًا تقريبًا اما التفاوت بين الجوامد في قابلية التمدد بالحرارة فيتضح بتسمير سيرٍ من نحاس اصفر الى سير مثلهُ من حديد شكل ٩ فما

شكل ٩



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

ويكون حدبهُ نحو النحاس وبالعكس اذا بُرِّد وهذا المبدأ قد بُني عليهِ اصطناع رقّاصات وموازين للساعات لا تتغير حركتها باختلاف درجة الحرارة وذلك بتركيبها من معادن مختلفة يعوّض قلة تمدد الواحد عن كثرة تمدد الاخر

حرارة مختفية — اذا وُضع الثرمومتر في ماء وثلج يقف الزيبق عند ٣٢° ف ولا يرتفع فوق تلك الدرجة مهما زيدت الحرارة حتى يذوب جميع الثلج ثم ياخذ في الارتفاع حتى ينتهي الى ٢١٢ ° ف ولا يصعد اكثر مهما زيدت الحرارة ان كان الوعاء مكشوفاً ولكن اذا سُدَّ يرتفع بالنسبة الى الحرارة. واذا ضُغِطَ الهواء الكروي بواسطة اسطوانة نازلة نزولاً محكماً في انبوبة يجي حتى يشعل قطعة من الصوفان في اسفل الانبوبة. واذا طُرِّقت قطعة من معدنٍ ما تحمى. فمن هذه الملاحظات يُستنتَج ان الحرارة على حالين ظاهرة ومختفية لانهُ قد اختفى منها جانب عظيم في الثلج عند احالتهِ الى ماء وايضاً في بخار الماء عند الغليان وسُمِيت مختفية لانها لا تفعل في الثرمومتر ثم عند ضغط الهواء كما ذُكِر فكانهُ لا يعود يسع الحرارة او لا يستطيع ضبطها فتظهر. فلنا هذه القاعدة ان كل مادة تحولت من حالة اكثف الى الطف تختفي فيها حرارة وكل مادة تحولت من الطف الى اكثف تُخرِج حرارة. فيمكن تجليد الماء بسرعة تحويل بعضهِ الى بخار تحت قابلةٍ على مفرغة الهواء

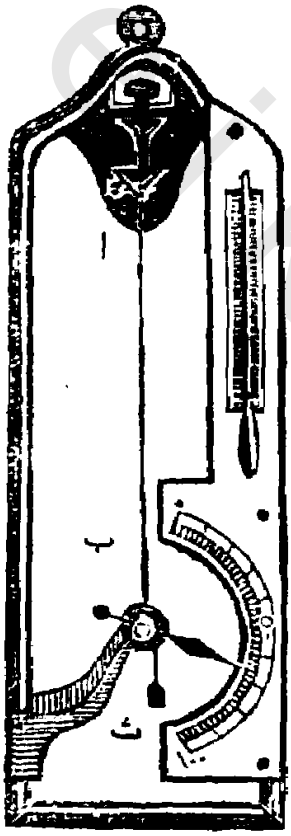
التحويل الى بخار — السائلات على سطح الارض ولا سيما الماء لا تزال ابداً تتحول الى بخار على كل درجة من الحرارة والبخار المائي الصاعد يمتزج بالهواء الكروي فان كان الهواء ناشفاً اي خالياً من البخار المائي وبُدِل سريعاً ما منهُ بلامس سطح الماء برج خفيفة وارتفعت درجة الحرارة يكون التحويل الى بخار سريعاً وان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

اما قابلية الهواء لامتصاص البخار المائي فبالنسبة الى حرارتهِ فان مقداراً مفروضاً من الهواء على ٣٢° ف يمصّ من البخار المائي $\frac{1}{160}$ من وزنهِ ويضاعف لكل ٢٧ درجة من الحرارة اي عند ٥٩° ف يمص $\frac{1}{80}$ من وزنهِ وعند ٨٦° يمص $\frac{1}{40}$ من وزنهِ وعند ١١٢° ف يمص $\frac{1}{20}$ من وزنهِ اي كل ما زادت حرارة الهواء على سلسلة حسابية تزيد قوتهُ على امتصاص البخار على سلسلة هندسية وبعد ما يمصّ

كل ما يمكن بقال انهُ مشبّع بخارًا

الهيغرومتر — الهيغرومتر آلة تقاس بها رطوبة الهواء اي مقدار البخار المائي المزوج بهِ . فعدة مواد آلية تمص رطوبة فيزيد جرمها كالخشب والشعر وعظم الحوت والعاج الخ فكلٌّ منها اذا ترتب على كيفية يُلاحَظ بها اختلاف اجرامها من اختلاف الرطوبة يصلح لكي يكون هيغرومتر فاذا رُبِط طرف وتر عود مثلاً بوتد ممكّن في الحائط ثم عُلّق بطرفهِ الاخر ثقلٌ يُلاحَظ انهُ يطول ويقصر بالنسبة الى رطوبة الهواء

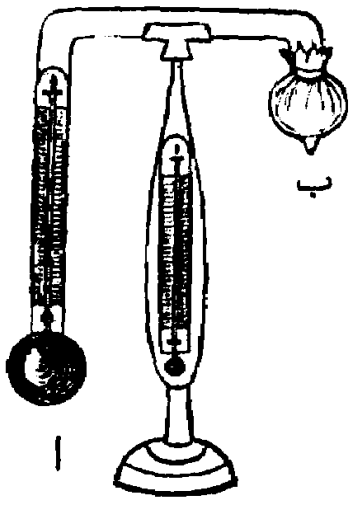
شكل ١٠



بناء على ما تقدم اصطُنِع الهيغرومتر الشعري وهو ان يتمكن طرف شعرة انسانية كما عند ا شكل ١٠ اوبلفّ الطرف الاخر على محور عقرب كما عند ب ثم يُربَط بطرفهِ 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 لتعيين الدرجة التي يجب ان يقابلها صفرٌ

اذا زادت رطوبة الهواء انحطت درجة الندى وبالعكس وبناء على ذلك اصطُنِع هيغرومتر دانيال وهي انبوبة ملوية على هيئة قائمتين شكل ١١ في كل طرف منها بلبوس وفي البلبوس الواحد ا ايثير وفيهِ ايضاً ثرمومتر صغير دقيق وفي الساقين والبلبوس الاخر ب بخار ايثير والبلبوس ب

(شكل ١١)



مربوط عليهِ قطعة قماش رقيق وعلى العمود الحامل الانبوبة ثرمومتر اخر ثم يُرَشّ قليل من الايثير على ب وبتحويلهِ الى بخار يتكاثف البخار في داخل البلبوس ويتحول بعض الايثير في ا الى بخار ليملأ الخلاء الحاصل فيهبط الزيبق في الثرمومتر داخلهُ ويعاد العمل حتى تجمع الرطوبة اي الندى على خارج البلبوس ا ويلاحظ الفرق في الحرارة المدلول عليها

بالثرمومترين فكل ما زادت كانت رطوبة الهواء اقل وبالعكس

ان سرعة تحويل السائلات الى بخار تتوقف ايضاً على الضغط عليها فاذا انحصر الماء مثلاً في وعاء ضابط لا يتحول الى بخار ولو أُحمي الى درجة عالية واذا ارتفع ضغط الهواء يتحول الى بخار بسرعة واذ ذاك فالماء في الجبال العالية يغلي بحرارة اقل مما يقتضي لغليانه عند مساواة سطح البحر او في المعادن تحت الارض وقد وُجد بالامتحان ان درجة غليان الماء تنحط واحدةً لكل ٥٥٠ قدماً. ويتضح ما تقدم بان نملأ ثلاثة ارباع قنينة ماء ونغلي ونسد القنينة سدًّا محكماً ما دام الماء غالياً ثم نتركه حتى تبرد قليلاً وحينئذٍ اذا صُبَّ ماء بارد على القنينة من خارج يتحول البخار الذي فيها الى ماء والماء نفسه يتحول الى بخار بسرعة لكي يملأ الخلاء الحاصل فيتحرك حركة الغليان

امزجة مجلدة — بناء على ما سبق قد تركبت امزجة مختلفة فيها تتحول مواد من حالة الكثف الى اللطف فيختفي فيها جانب من الحرارة وسُميت امزجة مبرّدة او مجلدة. منها ملح جزء مع ثلج جزئين ومنها ماء جزء ونيترات النشادر جزء ومنها كبريتات الصودا ثمانية اجزاء وحامض هيدروكلوريك خمسة اجزاء وهاك جدول بعض هذه الامزجة مع درجات الحرارة التي تنتهي اليها

امزجة مجلدة

امزجة	اجزاء وزناً	انحطاط حرارة
كبريتات الصودا حامض هيدروكلوريك	٨ ٥	من + ٥٠°ف الى ٠°
ثلج او جليد ملح	٢ ١	من ك الى — ٥°
كبريتات الصودا حامض نيتريك مخفف	٣ ٢	من + ٥٠° الى — ٣°

كبريتات الصودا	٦	من	+ ٥٠° الى — ١٤°
نيترات النشادر	٥		
حامض نيتريك مخفف	٤		
ثلج او جليد	٣	من	+ ٢٠ . — ١٤°
كلوريد الكلسيوم	٤		

قد تقدم القول ان الحرارة تمدد الاجسام ويُستثنى من ذلك ان البعض يتمدد اذا زادت الحرارة او نقصت عن درجة مفروضة كالماء مثلاً فانهُ يتمدد اذا زادت الحرارة فوق ٣٩°٤٢٤ ف واذا نقصت عنها فيكون الماء على معظم كثافتهِ عند ٣٩°٤٢٤ ف

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

نقل الحرارة — اما النقل فبمرور الحرارة من جوهر الى جوهر كما يُرى اذا أُحمي طرف قضيب حديد مثلاً فالحرارة تنقل من جوهر الى جوهر حتى يحمى الطرف الاخر ايضاً. وبين الاجسام تفاوت في نقلها الحرارة كما يتضح من احماء قطعة معدنية وقطعة فحم او قضيب معدني وقضيب خشب. وهكذا اذا أُخِذَت قضبان من معادن مختلفة على طول واحدٍ ووُضع على طرف كلٍّ منها قطعة فصفور وأُحميت الاطراف الاخر فالذي هو اصلح لنقل الحرارة يشعل الفصفور على طرفهِ اولاً واصلح المعادن لنقل الحرارة هو الذهب فاذا جعلناهُ محطًّا وحسبنا قوتهُ لنقل الحرارة واحدًا او مئةً تكون نسبة غيرهِ اليهِ كما في هذا الجدول

ذهب	١٠٠٠	قصدير	٣٠٤٢٨
بلاتين	٩٨٤١٠	رصاص	١٧٤٩٦
فضة	٩٧٤٣٠	مرمر	٢٤٢٤
نحاس	٨٩٤٨٢	خزف صيني	١٤٢٢
حديد	٣٧٤٤١	خزف فخاري	١٤١٢
زنك	٣٦٤٢٧		

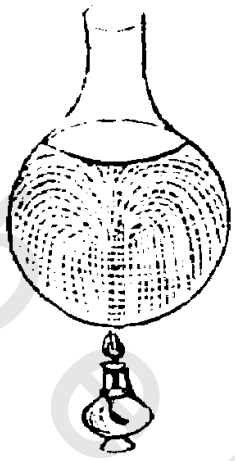
اما السائلات فصلاحيتها لنقل الحرارة قليلة جدًّا كما يتضح من اضرام نارٍ على سطح سائلٍ ما فالدقائق السطحية تحمى والتي تحتها تبقى على حالتها او تحمى قليلاً اما الغازات فصلاحيتها لنقل الحرارة اقل من التي للسائلات واقل الغازات قوَّةً لنقل الحرارة الهواء الكروي

فالمواد التي تحبس مقدارًا جزيلاً من الهواء بين اجزائها هي غير صالحة لنقل الحرارة كالريش والصوف والفرو وهي اذ ذاك صالحة للّبس في زمان البرد لانها لا تنقل الحرارة من الجسم كما يفعل الكتان والقطن والحرير التي هي اصلح منها لنقل الحرارة. اما الهواء فاذا كان فيهِ جانب من بخار الماء يصلح حينئذٍ لنقل الحرارة بسبب هذا البخار الممتزج معهُ فيكون الهواء الرطب حسب حاسية الجسم ابرد من الناشف مع كونهما حسب الثرمومتر على درجة واحدة او مع كون الرطب اكثر حرارة من الناشف وعلى هذا المبدا عينهِ اذا لمسنا حديدًا على ١٢٠° ف نحترق واذا غمسنا يدًا في ماء على ١٥٠° ف لا تحترق والهواء على ٣٠٠° ف يُحتمل بدون صعوبة كما يُرى من دخول أُناسٍ 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 ذراعًا او ذراعًا ونصف لا تجلد في الاقاليم الباردة لان سطح الارض غير صالح لنقل الحرارة منها ولهذا السبب تكون المياه المنبثقة من آبار عميقة باردة لان سطح الارض غير صالح لنقل الحرارة اليها ان كانت من داخل الارض او من حرارة الشمس والهواء والحيوان في الاقاليم الباردة مكسي بفرو غير صالح لنقل الحرارة من اجسامها وفي الاقاليم الحارة بشعر لانهُ اصلح لنقل الحرارة عن اجسادها وقس على ذلك

حمل الحرارة — اما الحمل ففي السائلات والغازات التي تنقل اجزاءها وتحرك بعضها على بعض بسهولة فيحمل جوهرٌ حرارةً ويصعد ويعطي موضعهُ الى آخر كما يُرى اذا وُضع في ماء غالٍ قُطَعٌ صغار من مادة ملونة فالاجزاء الصاعدة

شكل ١٢

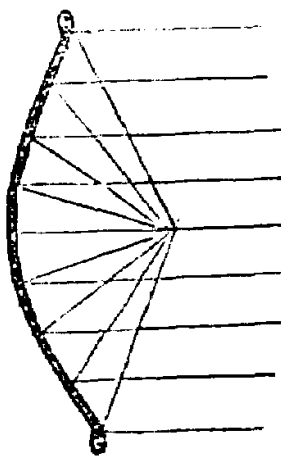


والنازلة تحمل تلك القطع فتدلُّ على الحركة الحادثة بين اجزاء السيال شكل ١٢ . اما التبريد فبالعكس اي الاجزاء الباردة تسقط الى اسفل من سطح السيال وتعطي موضعها لأُخر صاعدة وكل ما يمنع سهولة حركة اجزاء سيال بعضها على بعض يجعلهُ غير صالح لحمل الحرارة فيتحول الى حيّز الجوامد الصالحة للنقل غير الصالحة للحمل كما يُرى في المواد الكثيرة كالنشاء والدبس والمياه المصمغة فاذا أُحميت تخترق 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 الارياح

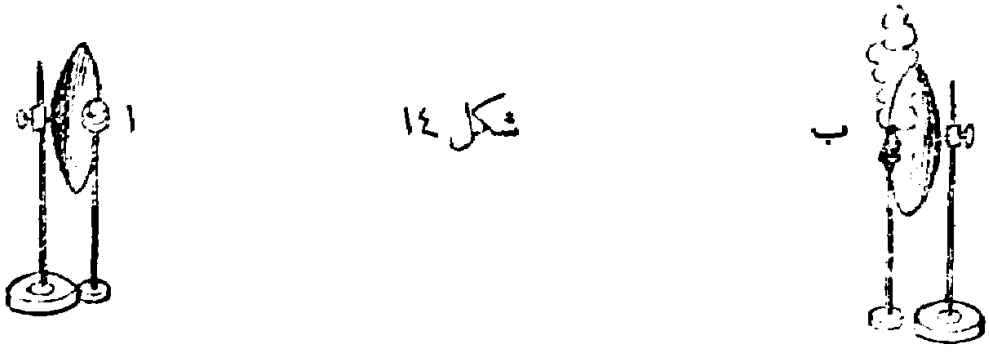
اشعاع الحرارة — اما الاشعاع فبارسال شعاع حرارةٍ من جسمٍ حامٍ على خطوط مستقيمة الى جميع الجهات تقلُّ قوتها بالنسبة الى مربع البعد عن المركز الحامي الخارجة منهُ الشعاع اي على بعد ثلاثة اذرع تكون الحرارة $\frac{1}{9}$ مما هي على بعد ذراع لان $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ وهذا الاشعاع جارٍ دائماً في كل الاجسام لان الحرارة تطلب الموازنة فتخرج من جسمٍ حرارتهُ اكثر وتدخل في جسمٍ حرارتهُ اقل فاذا أُشعَّ جسم حرارةً اكثر مما يمتصُّ تحطُّ درجة حرارتهِ واذا عُكس ارتفعت وقواعد الحرارة المشعَّة تشبه قواعد النور اي الشعاع اذا وقعت على سطحٍ ما قد تنعكس وقد تمتصُّ وقد تنفذ جائزةً

الانعكاس — اما الانعكاس فحسب قاعدة انعكاس النور اي زاوية الانعكاس تعادل زاوية الوقوع ويتضح ذلك بوضع مرآة زجاجية او معدنية على كيفية بها تقع عليها شعاع الحرارة من نارٍ او من جسم حامٍ موريةً ثم اذا وُضعت اليد في طريق الشعاع المنعكسة عنها تشعر بالحرارة او ثرمومترٌ يصعد فيهِ الزيبق . ويتضح ذلك ايضاً من وضع جسم حامٍ في بؤرة مرآة معدنية شلجمية مثل شكل ١٢ فتخرج منهُ الشعاع الى جميع الجهات والتي منها تقع على سطح المرآة المقعر تنعكس على خطوط متوازية كما يرى في الشكل .

شكل ١٣



واذا وُضعت مرآتان شلجمينان احداهما مقابلة الاخرى وبينهما مسافة نحو عشر



شكل ١٤

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

وبين الاجسام تفاوت في قوة الاشعاع كما يتضح اذا امتلأ وعاء معدنيٌّ مربع ماء غاليًا وتُرك احد سطوحه لامعًا وصُبغ آخر اسود وآخر ابيض وآخر احمر مثلاً ثم وُضع في بؤرة مرآة عند ا شكل ١٤ ووُضع ثرمومتر عند ب فاذا أُدير 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 يتاثر به الثرمومتر اكثر من الجميع فالسطوح الصالحة للتعكيس هي غير صالحة للاشعاع وبالقلب الصالحة الاشعاع هي غير صالحة للتعكيس فان أُريد حفظ حرارة مادة كماء سخن مثلاً يجب وضعها في وعاء سطحهُ لامع مصقول

الامتصاص — اما الامتصاص فبين المواد تفاوت من جهتهِ ايضًا وقوتها للامتصاص هي كنسبة قوتها للاشعاع وبالقلب كقوتها لتعكيس ويتضح من امتحان فرانكلين ان الالوان فعلاً من جهة الامتصاص . وضع الفيلسوف المشار اليهِ 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 الملوّنة اكثر مما يتعلق باللون وقال ايضًا المشار اليهِ ان اللون لا تأثير لهُ في الامتصاص

ان كان الجسم الحامي غير منير كوعاء فيهِ ماء سخن مثلاً ولكن لهُ تاثير كلي في الامتصاص ان كان الجسم الحامي منيرًا كالشمس

قابلية الهواء الكروي للامتصاص توافق المبادئ المذكورة انفًا فانهُ قلما يتأثر من شعاع الشمس بالامتصاص اما حرارة الشمس فتفعل في سطح الارض وسطح الارض يفعل في الهواء الذي يلامسهُ وهو اذا حمي يصعد ويأتي في مكانهِ هواء بارد وعلى هذا المنوال يسخن الهواء

وعلى هذا المبدأ يعلل عن نزول الطل وحدوث ريح بحري نهارًا وريح برّي ليلاً في المحال المجاورة للبحر. لانهُ بعد الغروب تحط درجة حرارة سطح الارض وما عليهِ بالاشعاع اما الهواء فحسب ما تقدم لا قوة لهُ على الاشعاع فيبرد سطح الارض وما عليهِ واذا لمسهُ البخار المائي الكائن في الهواء يتحول من بخار الى سيال فيجمع على الارض وعلى الاعشاب والاشجار على هيئة الندى. اما ماء البحر فقابليتهُ للحرارة اكثر من قابلية اليابسة لها فيمصها نهارًا تحت شعاع الشمس بدون ان يسخن سريعًا واما اليابسة فتسخن سريعًا وتسخّن الهواء كما تقدم فتصعد الاجزاء السخنة فيأتي هواء اخر بارد من جهة البحر لكي يملأ الخلاء وهذا هو سبب ريح بحري نهارًا. اما بعد الغروب فسطح الارض يبرد سريعًا لقوتهِ على الاشعاع كما تقدم ويبقى البحر سخنًا على نوع ما ويسخّن الهواء فوقهُ فتصعد اجزاؤهُ السخنة ويأتي هواء اخر بارد من جهة البرّ لكي يملأ الخلاء وهذا سبب هواء برّي ليلاً. فريح البحر يمتدُّ الى داخل البر قليلاً وريح البرّ لا تهب الاَّ بقرب الشطوط

نفوذ الحرارة — النور ينفذ في جميع المواد الشفافة مهما كان اصلهُ اي ان كان نور الشمس او نور سراج او نور اخر اما الحرارة فتنفذ في الهواء كالنور بدون خسارة يُشعر بها وسائر المواد الشفافة تصدُّ الحرارة الا حرارة الشمس او حرارة جسم تعادل درجة حرارتهِ درجة حرارة الشمس. فاذا وُضع بيننا وبين نار مضطرمة لوح زجاج يحجب عنا اكثر حرارتها ولكن لا يحجب عنا حرارة الشمس الاَّ قليلاً واذا ادير وجه مرآة شلجمية كبيرة نحو الشمس تجمع شعاع النور والحرارة في بؤرتها فتصهر معدنًا او تشعل مادة قابلة الاشتعال ثم ان وُضع بينها وبين الشمس لوح زجاج يُصد من الحرارة ما يُشعَر بهِ غير انهُ قليل ولكن اذا ادير سطح المرآة

نحو وعاء فيهِ ماء غالٍ تجمع شعاع الحرارة كالاول ثم اذا توسط بينهما لوح زجاج لا يُشعر بحرارة عند البؤرة اي شعاع الحرارة من الشمس تنفذ في الزجاج وشعاع الحرارة من جسم حرارتهِ ٢١٢° ف لا تنفذ فيهِ. فقوة الحرارة للنفوذ في مواد شفافة هي بالنسبة الى حرارة الجسم الحامي التي تخرج منهُ . والمواد التي تنفذ فيها الحرارة سميت دياثرمتية والتي لا تنفذ فيها سميت أثرمتية . فالهواء الكروي هو دياثرمتي تماماً ولو لم يكن لسخنت اجزاؤهُ العليا اكثر من السفلى والامر بالعكس وهاك جدول نسبة بعض السائلات وبعض الجوامد احدها الى الاخر من جهة نفوذ الحرارة فيها . اما السائلات فوُضعت في خلايا زجاجية وكان سمك صفيحة السيال ٩٫٢١ من مليمتر واما صفائح الجوامد فكان سمكها ٣٫٦٢ من مليمتر

دياثرمتية سائلات مختلفة

من كل ١٠٠ شعّ	نفذ	من كل ١٠٠ شعّ	نفذ
ثاني كبريتت الكربون الشفاف	٦٣	ايثير	٢١
« كلوريد « احمر	٦٢	حامض كبريتيك شفاف	١٧
ثالث كلوريد الفصفور	٦٢	« « مسودّ	١٧
زيت الثربنتينا	٢١	« نيتريك	١٤
« الفلزة اصفر نوع من الملفوف	٢٠	الكحول	١٥
« الزيتون اخضر	٢٠	ماء مستقطر	١١٠

دياثرمتية جوامد مختلفة

من كل ١٠٠ شع	نفذ	من كل ١٠٠ شع	نفذ
ملح معدني صافٍ	٩٢٫٤	كوارتز صافٍ	٣٨
كبريت سيسيليا اصفر	٧٤	« غير صافٍ (مدخن)	٣٧
فلوريد الكلسيوم صافٍ	٧٣	زبرجد ابيض	٢٢
ملح معدني غير صافٍ	٦٥	تورمالين اخضر غامق	١٨
بلور اصفر مخضرّ	٤٦	حامض ليمونيك	١١
حجر ايسلاند صافٍ كربونات كلس مبلور	٣٩	شبّ ابيض	٩
زجاج اكليلي	٣٩	سكر مبلور صافٍ سكر نبات	٨

يتضح من هذه الامتحانات ان الملح المعدني تنفذ فيهِ الحرارة كما ينفذ النور في الزجاج فسماهُ الفيلسوف ملوني زجاج الحرارة. ويظهر ايضاً ان نفوذ النور في مادةٍ لا يستلزم نفوذ الحرارة فيها ونفوذ الحرارة لا يستلزم نفوذ النور لان كبريتات النحاس تنفذ فيهِ شعاع النور الزرق ولا تنفذ فيهِ الحرارة اما الميكا الاسود المبلور على هيئة صفائح رقيقة والملح المعدني المدخن والزجاج الاسود ينفذ فيها جانب من الحرارة ولا تنفذ فيها شعاع النور

يظهر مما تقدم ان الحرارة والنور مادتان مستقلتان بينهما مشابهة في امور كثيرة وبينهما تفاوت في امور أُخر

اصول الحرارة — اصول الحرارة تتحول الى اربعة انواع

(١) اصول ميكانيكية كالفرك والضغط والطرق الذي هو نوع من الضغط. قد جرت العادة عند البرابرة ان يشعلوا ناراً بفرك عودين احدهما على الاخر حتى يشعلا وقد وجد الكونت رُمفرد ان الحرارة المتولدة بقدح مدفع نحاس اغلت جالونين ونصف جالون ماء واحتاج محاور عجلات ودولاب بالفرك امر مشاهد كل يوم وضغط الهواء في انبوبة تشعل صوفانة وطرق قطعة معدنية بمطرقة على سندان يحميها 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 والذوبان بالحرارة وهذا الاشعاع ممنوع الان بقشرة 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 كريبنل بقرب باريز عمقها ١٧٩٤ قدماً وماؤها على درجة ٨٢° ف ومعدل هواء باريز ٥١° ف فتكون الفضلة ٣١° ف اي ١° لكل ٥٨ قدماً وعلى هذا القياس كانت كل المواد محماة الى درجة الاحمرار عند عمق تسعة اميال وصهيرة عند عمق ٣٠ او ٤٠ ميلاً ويعلَّل بذلك عن البراكين والزلازل

ومن اصول الحرارة الطبيعية ايضاً المادة الكهربائية كما يُرى في قوة هذه المادة للاصهار والاحراق وسيأتي بيانهُ

(٣) اصول كيماوية — كل فعل كيماوي يولد حرارة كما يُرى من اشتعال النار ومن الحرارة المتولدة من مزج بعض المواد كمزج حامض كبريتيك وماء

(٤) اصول فيسيولوجية . تحويل المواد الجاري في الاجسام الآلية يولد حرارة كما يُرى من حرارة النبات والحيوان ولعل هذه الاصول متضمنة في النوع الثالث اي الكيماوية

الفصل الثاني

في النور

طبيعة النور — ان في طبيعة النور قولين احدهما انهُ مادة خارجة من جسم منير على خطوط مستقيمة اجزاؤهُ صغيرة جدًّا ووقوعها على آلة البصر يُحدِث حاسية النور. والثاني انهُ تموُّج مادة لطيفة مالئة الكون فتموُّجهُ يحدث في آلة البصر حاسية النور كما ان تموُّج الهواء يحدث في الة السمع حاسية صوتٍ والمادة المشار اليها سُمِّيت ايثيرًا والراي الغالب الان هو الثاني

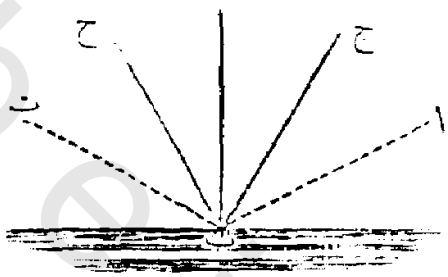
حركة النور — النور يجري ٣٠٠٠٠٠ ميل في الثانية كما يُعلَم من مراقبة كسوف اقمار المشتري وظهورها ومن انحراف النجوم الثوابت الظاهر عن مواقعها الحقيقية

نسبة سائر المواد الى النور — كل جسم بالنسبة الى النور اما منير اي يخرج منهُ نور واما شفاف اي ينفذ فيهِ النور كالهواء والزجاج واما شبيهٌ بالشفاف اي ينفذ فيهِ بعض النور كزجاج غير مسقول وقرطاس مزيَّت واما مظلم اي لا ينفذ فيهِ نور مطلقًا

خطُّ نورٍ واحدٌ سُمِّي شعًّا او شعاعةً وعدة شُعاع متوازية سميت عمودًا وشعاع مجتمعة الى نقطة سميت قلمًا او مخروطًا ويخرج من كل جسم منظور شعاعٌ من كل نقطة منهُ الى كل الجهات

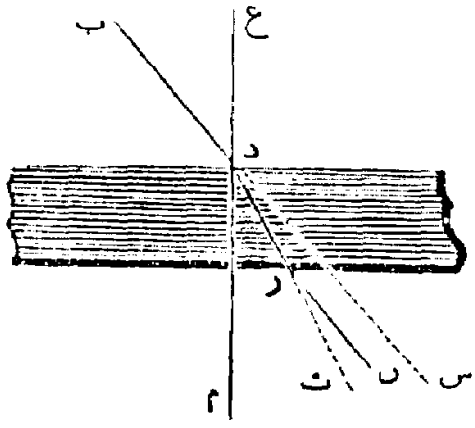
انعكاس النور — اذا وقعت شعّة نور على الحدّ بين مادتين تنعكس كلها او ينعكس بعضها والبعض الاخر ينفذ في المادة التي وقعت الشعة عليها والبعض يمتص بها وقاعدة هذا الانعكاس هي ان زاوية الانعكاس تعادل زاوية الوقوع كما يتضح من هذا الرسم. ليكن خط ث ب شعة واقعة من الهواء على سطح زجاج مثلاً على خطٍّ عموديّ فينعكس بعضها على خط عمودي الى جهة ب ث والبعض يمصهُ الزجاج وان وقعت ج على نقطة ب ينعكس اكثرها الى ح بحيث تعادل زاوية ج ب ث زاوية ح ب ث والزجاج يمص منها اقل مما مصهُ لما وقعت عليهِ عموديًا وان وقعت من ا تنعكس الى ت وزاوية ا ب ث = ت ب ث ويمتصّ منها اقل مما امتص في الحال الثانية المذكورة وهكذا ان كان السطح مستويًا او محدبًا او مقعرًا فاذا انعكست عن سطح محدبٍ تتفرق وعن مقعرٍ تتجمّع وكل ما قاربت الشعة الواقعة الى الخط العمودي على السطح الواقعة عليهِ امتص منهُ اكثر

شكل ١٥



انكسار النور — اذا نفذت شعةٌ من مادة الطف الى مادة اكثف تنكسر فتنحرف عن استقامتها نحو خط عمودي على سطح المادة التي وقعت عليها واذا نفذت من مادة اكثف الى الطف تنحرف عن الخط العمودي على سطح تلك المادة كما يتضح من هذا الرسم شكل ١٦. ليكن ع د م خطًا عموديًا على قطعة زجاج وانقع على سطحها شعة نور من الهواء ب د فهي لا تمر على استقامتها الى س بل تنكسر نحو الخط العمودي اي الى جهة د ر وعند نفوذها من الاكثف الى س ن ت الالطف عند ر لا تمرّ 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 =

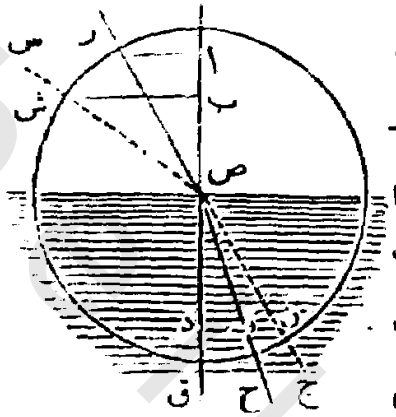
شكل ١٦



ر د س اي د س يوازي ر ن

دليل الانكسار — لتكن رص شعةً واقعة من الهواء على سطح زجاج اكليلي فحسب القاعدة المار ذكرها تنكسر نحو خط عمودي على سطح الزجاج اي الى جهة ح ثم لتكن س ص شعة اخرى واقعة على هذا السطح نفسهِ فتنكسر نحو العمودي اي الى جهة ج . اجعل ص مركزًا وارسم دائرة فيكون ا ر جيب ا ص ر و ب ش جيب ا ص ش و ف ق جيب ح ص د و ن د جيب ج ص د فاذا كانت نسبة ا ر : ف ق :: ٣ : ٢ فتكون

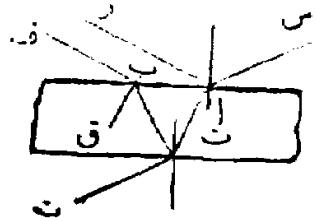
شكل ١٧



نسبة ب ش : ن د :: ٣ : ٢ وهكذا في جميع الزوايا المكونة من وقوع شعاع على هذا السطح اي اذا وقع نور من مادة على سطح مادة اخرى تكون جيوب زوايا الوقوع وجيوب زوايا الانكسار على نسبة واحدة ابدًا والخارج من قسمة جيب زاوية الوقوع ا ر على جيب زاوية الانكسار ف ق اي $\frac{\text{ا ر}}{\text{ف ق}}$ هو دليل الانكسار فان كان ا ر — ٣ و ف ق — ٢ يكون دليل الانكسار $\frac{٣}{٢}$ — ١٫٥

انعكاس داخلي — اذا مرّت شعةٌ في مادة شفافة ينعكس بعضها من كلا سطحيها . شكل ١٨ . لتقع شعة س ا على سطح زجاج فينكسر بعضها الى جهة ا ت وينعكس بعضها الى جهة ر والمنكسر لا يخرج كلهُ عند ت بل

شكل ١٨



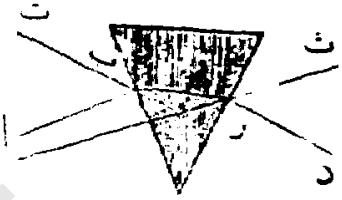
ينعكس بعضهُ الى ب وعند ب يخرج بعضها وينكسر الى جهة ب ف وينعكس البعض الى جهة ق وهلمَّ جرًّا حتى تتلاشى او تخرج من جانب المادة

بين المواد تفاوتٌ من جهة قوتها على تكسير شعاع النور والاقوى هي الكثيفة القابلة الاشتعال وبناء على ذلك حكى اسحق نيوتون بكون الماس من المواد القابلة الاشتعال زمانًا قبل ما تحقق ذلك بالفعل

المنشور — حسب القاعدة المارّ ذكرها المنشور المثلث الزوايا يكسر الشعاع

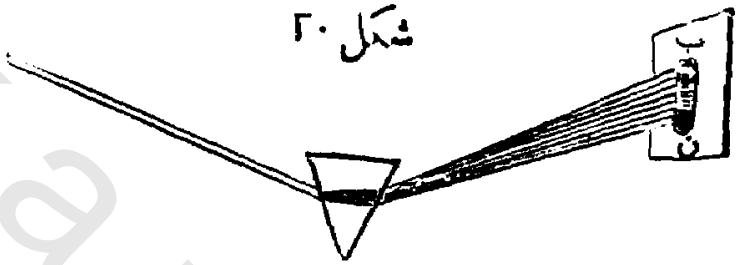
ويحرفها عن استقامتها عند دخولها اليهِ وعند خروجها منهُ فالشعاعة شكل ١٩ ث ب عند دخولها في المنشور عند ب تنكسر نحو العمود ا ب اي الى جهة ب ر ثم عند خروجها منهُ عند ر تنكسر عن العمود د ر الى جهة ث وبناء على ذلك عدسة محدبة السطحين تجمع الشعاع الواقعة عليها والمقعرة السطحين تفرقها وتفرحها

شكل ١٩



حل النور — نور الشمس والنور الكهربائي ونور اللهيب الاعتيادي مركب فاذا مرّت شعاعة منهُ في منشور بخل الى سبع مختلفة الالوان سميت الالوان الاصلية اي بنفسجي نيلي ازرق اخضر اصفر برتقالي واحمر وشعاعة البنفسجي اكثر انكسارًا والاحمر اقل انكسارًا من البقية. انظر شكل ٢٠. وعمود الالوان الحاصل من هذا الحل اي ب ن سمي الطيف الشمسي وقال بعضهم ان الاصلية هي الازرق والاصفر والاحمر واذا مُزجت حصل النور الابيض وبقية الالوان هي من زيادة واحد من الاخرين فاذا مُزج اصفر وازرق بنتج اخضر واذا مُزج احمر واخضر بنتج ابيض كما لو مُزج ازرق واصفر واحمر

شكل ٢٠



الوان متممة — في كل لونين يحصل من مزجها النور الابيض الواحد يسمى متمّ الآخر فاذا انفصل عن الطيف الشمسي لون ما وجُمعت البقية بعدسة محدّبة السطحين يكون اللون الحاصل متمّ اللون الذي تجرّد اولاً لانهُ هو الناقص لكي يكوّن مع الاول نورًا ابيض وعلى هذه الكيفية قد استُعلم ان

الاحمر	هو متمّ	الاخضر
والبنفسجي المحمرّ	. .	الاصفر المخضرّ
والبنفسجي	. .	الاصفر
والبنفسجي المزرقّ	. .	البرطقالي المصفر
والازرق	. .	البرطقالي

والازرق المخضرّ هو منمُ البرطقالي المحمرّ
والاسود . . الابيض

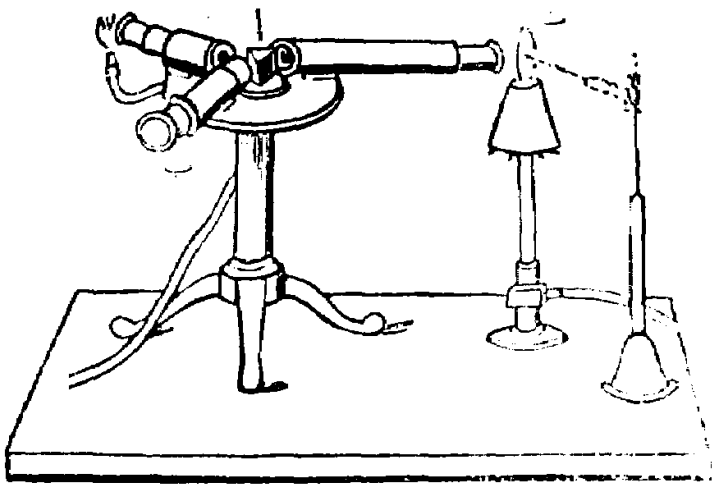
خطوط فراونهوفر — اذا وقعت شعاعة من ثقب صغير في شباك على منشور ونُظِرَ الى عمود الالوان الحاصلة من حلها به بواسطة نظارة تُرَى خطوطٌ كثيرة سود موازية حرف المنشور منفرقة بين الالوان من الاحمر الى البنفسجي وسُميت خطوط فراونهوفر نسبة للذي اخذ في درسها بعد ما كشفها وَلَسْتُون في ١٨٠٢

ومن وضوح بعض هذه الخطوط عيّن فراونهوفر سبعة منها وسماها باسماء بعض الاحرف الرومانية اي H G F E D C B وقد عُدَّ منها ما بين ٦٠٠ و٢٠٠٠ خط فيُرَى منها اكثر او اقل حسب قوة النظارة التي تُستعمل للنظر اليها

وهذه الخطوط اي خطوط فراونهوفر تشاهد ايضاً في نور السيارة كالزهرة مثلاً اما التي تُرَى في نور الثوابت كنور الشعرى اليماني 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 مادّةٍ طيارة لا تُرَى فيه هذه الخطوط كما اذا خرج من شريط بلاتين مشتعل ولكن اذا كانت في المادة المنيرة مادة طيارة يُرَى في عمود الالوان خطوط لامعة ومن ملاحظة اختلاف موقع هذه الخطوط حسب اختلاف المواد المنيرة حصل ما سُمي الحل الطيفي اي يُكشَف عن وجود مادة ما باشتعالها وملاحظة موقع الخطوط اللامعة في الطيف الشمسي

شكل ٢١



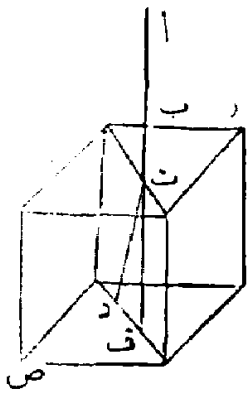
ولاجل اتمام هذا العمل لنا آلة سميت السپكتروسكوب اي نظارة الطيف شكل ٢١ تشعل مادّةً ما في لهيب ت فيمر النور بالانبوبة وبقع على المنشور ا ويُنظر الى الطيف بالنظارة ب فان

كان في المادة صودبوم مثلاً يُرَى خط لامع على الاصفر وان كان فيها بوتاسيوم يُرَي خطٌ لامع في آخر الاحمر واخر في آخر البنفسجي في طرف الطيف المتقابل وان كان فيها ليثيوم يُرَى خط لامع جدًّا في الاحمر واخر اقل منهُ لمعانًا في الاصفر وهذا الكاشف دقيق جدًّا لانهُ ان وُجد في المادَّة $\frac{1}{30000000}$ من قمحة من الصودبوم مثلاً يُرَى الخط الكاشف في اللون الاصفر من الطيف

التفريق الداخلي او الفلوري — اذا مرَّ النور في بلورة من الحجر المعروف بفلوريد الكلسيوم او في زجاج ملون اصفر باكسيد الاورانيوم او في مذوب كبريتات الكينا او في بعض المواد الاخر تتفرق الشعاع في داخل المادة فيُرَى منها ما لم يُرَ قبل وتتغير الوانها وقابليتها للانكسار وسُميت هذه الظاهرة التفريق الداخلي او الفلوري نسبةً الى الفلورفا للون البنفسجي والازرق الغامق يتحول في مذوَّب الكينا الى ازرق سماوي ومغلي القُوَّة في مذوَّب الشب الابيض يحول جميع الشعاع التي تنكسر اكثر من الاصفر الى اصفر واذا ذُوِّب الكوروفلُّ اي المادة الملوِّنة اوراق الشجر في الكحول يحول جميع الشعاع الى احمر

الانكسار المزدوج — اذا مرت شعاعة نور اعتيادي في بعض البلورات كما في كربونات الكلس المبلور المعروف بالحجر الابسلاندي تنفلق الى اثنتين احداها خاضعة لقوانين الانكسار المذكورة والاخرى مارة الى جهة اخرى حسب وضع البلورة فاذا رُسِم خط على قرطاس ووُضِعت عليهِ بلورةٌ من الحجر الابسلاندي يُرَى الخط خطين وسميت هذه الظاهرة انكسارًا مزدوجًا

شكل ٢٢



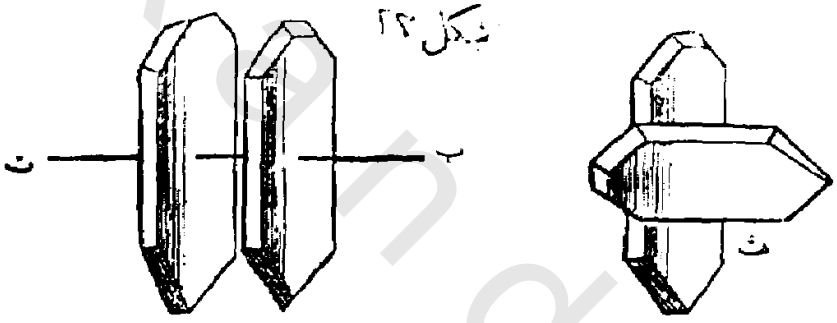
ويتضح بهذا الرسم. رص بلورة حجر ابسلاندي و ا ب ت شعاعة واقعة عليهِ عمودًا فلو وقعت عمودًا على قطعة زجاج لنفذت فيهِ بدون انكسار ولكن بهذه البلورة تنقسم الشعاعة عند ت الى شعاعتين احداها تمرّ على استقامتها الى جهة ف والاخرى تنحرف الى جهة د فسميت الاولى الشعاعه الاعتيادية والاخرى غير الاعتيادية وجميع الحجارة الكريمة ما عدا الماس والبزادي لها خاصية التكسير المزدوج

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

ويندفع البعض الاخر كما تقدم ولكن اذا كان بين سطح الزجاج والشعاعة الواقعة عليهِ زاوية ٤٥° ٥٦' فالجزء المندفع تتغير بعض خصائصهِ لانهُ اذا استُقبل بزجاجة اخرى على الزاوية المذكورة فان وافق سطحُ الثانية سطحَ الاولى تندفع الشعاعة عن الثانية ايضاً ولكن اذا كان سطح الثانية عمودياً على سطح الاول فلا تندفع الشعاعة بل تنكسر تماماً والنور الذي حدث فيهِ هذا التغيُّر عن حالتهِ الاعتيادية سُمي مستقطباً

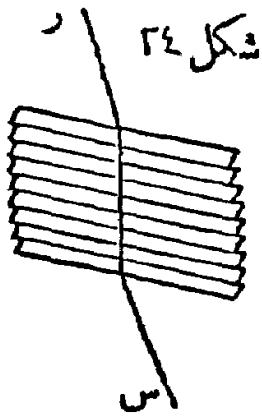
يعلل عن ظواهر النور المستقطب بان تموُّج النور هو في جميع السطوح الممكنة فاذا حسبت شعةٌ اسطوانةً او عمودًا مستديرًا ورُسم على طرفهِ اقطارًا كثيرة لدائرهِ لدلت هذه الاقطار على سطوح تموج النور وكل مادة تحول هذه الاقطار المتقاطعة الى خطوط متوازية تجعل النور مستقطباً

شكل ٢٣



اذا وُضعت بلورتان من النور ملين على الموازاة شكل ٢٣ بحيث توافق محورُ احداها محور الاخرى ووقعت على احداها شعاعة تُستقطب وتنفذ في كليهما كما يُرى عند ب ت ثم اذا أُديرت احداها ٩٠° كما عند ث لا تنفذ الشعاعة في الثانية بل تمتص جميعها وهكذا ايضاً اذا أُخذ عوضاً عن النور مالين صفائح من كبريتات اليود والكينا المعروف بالهراپثيت نسبة الى هراپاث كاشفها . فتصلح هذه المواد للاستقطاب ولامتحان النور هل استُقطب بمادة اخرى ام لا. فسميت الاولى المستقطبة والثانية المحللة

شكل ٢٤



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 رس شكل ٢٤ يُستقطب جميعهُ

استقطاب ملوَّن — اذ وُضعت بين المستقطب والمحلل

بلورة ما لها خاصية التكسير المزدوج مثل صفحة رقيقة من كبريتات الكلس المعروف بالسلينيت او الميكا يحلل النور الى شعتين كما تقدم ويصير تموج احداها ابطأ من تموج الاخرى فعند مصادمتها في المحال تظهر الوان مختلفة تتغير بنسبة محور البلورة هذه الى محوري المستقطب والمحلل

شعاع حرارة — ان مع شعاع الشمس المنيرة شعاعاً حرارية مستقلة عن المنيرة لانه اذا وُضع ثرمومتر تجاه الطيف الشمسي مبتدئاً عند اللون البنفسجي يصعد شيئاً فشيئاً كلما تقدم نحو الشعاعة الحمراء واذا كان المنشور المستعمل من بعض انواع الزجاج تكون الحرارة العظمى في الفسحة المظلمة تحت الشعاعة الحمراء وموقع نقطة الحرارة العظمى من الطيف الشمسي متوقف على مادة المنشور لان الزجاج حسبما تقدم يمص بعض الحرارة وان نفذ فيه النور اما الملح المعدني فقلما يمص حرارة كما تقدم ذكر ذلك في باب الحرارة فاذا كان المنشور من ملح معدني تكون نقطة الحرارة العظمى بعيدة عن الشعاعة الحمراء والنتيجة هي ان قابلية شعاع الحرارة للانكسار هي اقل من قابلية شعاع النور له

شعاع كيماوية — ان بعض الافعال الكيماوية لا تتم الاَّ بمعونة النور. مثال ذلك اذا مُزج غاز الهيدروجين مع غاز الكلور على حرارة الهواء الاعتيادية لا يتحدان حتى يجعلا في نور الشمس . ومن امثلة ذلك ايضاً حل املاح الفضة واسوادها في النور والفعل في هذه الظواهر ليس لشعاع النور بل لشعاع اخر اكثر انكساراً من البنفسجية كما يتضح من كون النتائج الكيماوية اسرع واكثر في الفسحة المظلمة خارج اللون البنفسجي من الطيف الشمسي وقد وُجد ايضاً بالامتحان ان بعض هذه الشعاع الكيماوية ترافق شعاع كل لون من الالوان السبعة لان اللون الواحد يفعل في بعض المواد واللون الاخر في أُخر كأن النتيجة الكيماوية متوقفة على المادة واللون معاً او بالاحرى على المادة والشعاع الكيماوية المرافقة اونا ما من الالوان السبعة

الفوتوكرافية — الفوتوكرافية لفظة يونانية معناها كتابة النور او الكتابة بالنور والصور الأولى التي تصورت بهذه الواسطة سميت دكوبر وتيب نسبةً الى دكوبر وهو رجل فرنساوي اظهر ما عمله من هذه الجهة في سنة ١٨٣٩ وكيفية العمل ان

تطلى صفيحة نحاس مصقول بفضةٍ ثم تصفل الى الغاية القصوى ثم توضع في بخار اليود فتكتسي يوديد الفضة ثم توضع في الآلة المعروفة بالخزانة المظلمة لكي تُجمع عليها الشعاع الخارجة من الجسم المراد تصورهُ فتُطبع عليها الصورة بتغيير لون اليوديد حسب قوة النور الواقع عليهِ ثم تُرفع من الخزانة وتُعرض على بخار الزيبق لاجل اظهار الصورة ثم تُغسل بمذوّب هيپوكبريتيت الصودا لازالة اليوديد الذي بقي غير محلولٍ حتى تثبت الصورة

ثم تقدمت هذه الصناعة حتى استغنت عن النحاس والفضة واليود بالقرطاس فيوخذ من قرطاس الكتابة ويُغسل سطحٌ منهُ بمذوّب نيترات الفضة ٢٠ قمحة في ثمانية دراهم ماء مستقطر ويُترَك في موضع مظلم حتى يجفّ ثم يُغمس مدة خمس دقائق او عشر في مذوّب يوديد البوتاسيوم ٨ دراهم منهُ في ١٦٠ درهم ماء مستقطر ثم يُنقع القرطاس في ماء نحو نصف ساعة و يتغير الماء ثلاث مرات او اربع في النصف الساعة لاجل ازالة زيادة يوديد البوتاسيوم ثم يجفّ وهذه الاعمال واجب عملها على ضوء قنديل فيكون الورق قد اكتسى يوديد الفضة الاصفر

ثم يُصنع سيال مركب من مذوّب نيترات الفضة ٥٠ قمحة في ٨ دراهم ماء مستقطر فيوخذ منهُ جزوءٌ ومن الحامض الخليك المبلور عند ٦٠° ف جزآن ومذوّب حامض عنصيك مشبع ثلاثة اجزاء ويُبلّ بهِ القرطاس المعدّ حسبما سبق ويُنشف قليلاً بقرطاس نشاش ثم يوضع في الخزانة المظلمة كما تقدم ثم بعد اخراجهِ منها يُغسل بسيال مركب من مذوب نيترات الفضة ٥٠ قمحة في ٨ دراهم ماء مستقطر جزء واحدٍ ومذوّب حامض عنصيك مشبع ٤ اجزاء فالصورة الناتجة هي المسماة السالبة لان الاجزاء النيرة والمظلمة فيها مقلوبة عن النيرة والمظلمة في المصوَّر اي المظلم في المصوَّر هو النير في الصورة السالبة وبالعكس فتُغسل في مذوّب هيپوفصفيت الصودا سخن جزء منهُ في نحو ٨ او ١٠ اجزاء ماء ثم توضع على القرطاس المعد كما تقدم ويوضع كلاهما في نور الشمس فتنطبع الصورة على القرطاس هذا حسب اصلها فتُغسل في مذوب هيپوفصفيت الصودا او سيانيد البوتاسيوم او ماء النشادر لازالة ما بقي من كلوريد الفضة غير محلولٍ

الفصل الثالث

في المغنطيس

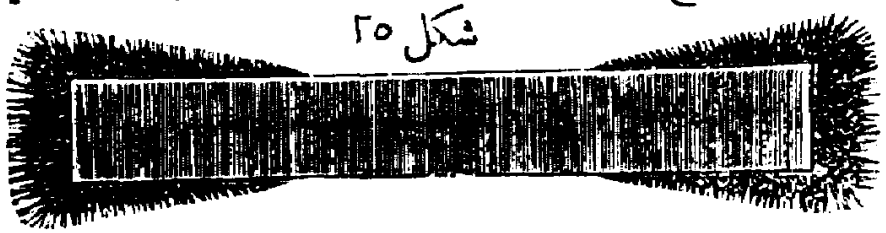
انهُ منذ نحو ٢٠٠٠ سنة وُجد في نواحي مدينة مغنيسيا من اعمال اسيا الصغرى نوع من الحديد المعدني يجذب الى نفسهِ قطع حديدٍ او فولاذٍ ولا يجذب مواد اخر وسُمي هذا الحديد حديدًا مغنيطيًا نسبةً الى المدينة المشار اليها وهو مركب من اول اكسيد الحديد واعلى اكسيدهِ ح ا + ح ٢ ا ٣ = ح ٣ ا ٤

ان توجُّه الابرة المغنيطيسية نحو الشمال والجنوب كان معروفًا عند اهل الصين منذ قرون شتَّى ولكن لم يستعملها اهل اوروبا لسلك البحر حتى اواخر القرن الخامس عشر

اذا دُلِكَ قضيب فولاذ الى جهة واحدة بحجر المغنطيس اي بمغنيط طبيعي يكتسب القوة المغنطيسية ثم اذا عُلِّق من مركز ثقلهِ او تحكَّم مركز ثقلهِ على شيء مرأس يدور طرف منه نحو قطب الارض فسُمِّي مستقطبًا والطرف الذي يتوجه نحو الشمال سمي القطب الشمالي والآخر القطب الجنوبي فاذا وُضع عليهِ فرطاس مستدير ورُسمت على دائرهِ الجهات الاربع الاصلية مع الفرعية صار ابرةً مغنطسيةً تُسلك بها البحار والمفازات الخالية من الطرق والعلامات. والمغنيط الصناعي قد يكون مستقيمًا كما ذُكِر وقد يكون اعقف على هيئة نضوة فرس عند اهل اوروبا فسُمِّي حينئذٍ مغنيطًا نضويًا

القوة المغنطيسية ليست منفرقة على المساواة بين جميع اجزاء مغنيط بل هي اشد عند الطرفين ثم تتناقص نحو الوسط حتى تتلاشى كما يتضح من تقلُّب مغنيط بين برادة فولاذ او حديد فتتجمع عليهِ عند القطبين كما يُرى في شكل ٢٥ وقد سُمِّي الجزء الاوسط خط الاستواء للمغنيط. ويتضح

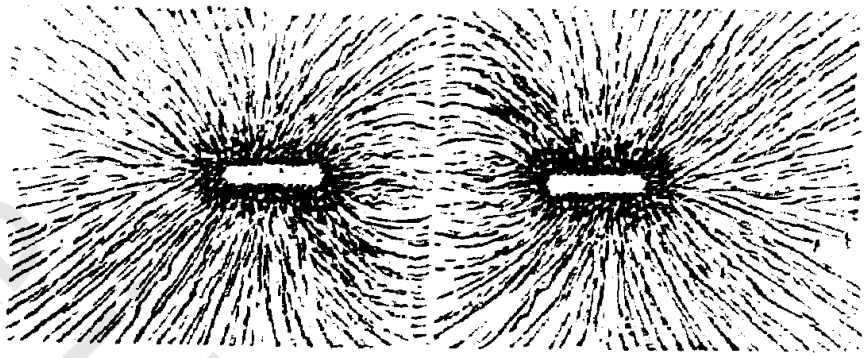
شكل ٢٥



ذلك ايضًا اذا وُضع فوق قطبي مغنيطٍ نضويٍّ قرطاسٌ ثم نخل عليهِ برادة حديد

ناعمة من منخل دقيق فتجمع على هيئة اقواس دوائر تتفرع من عند القطبين كما يُرى في شكل ٢٦

شكل ٢٦



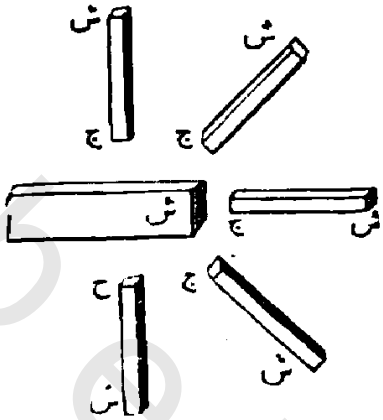
ولاسيما اذا طُرِق طرف القرطاس طرقاً خفيفاً بالاصبع او بقلم كتابة

جاذبيّة واندفاع — قاعدة المجاذبية المغنطيسية والاندفاع المغنطيسي هي ان القُطُب المتشابهة يدفع بعضها بعضاً والقُطُب المتخالفة يجذب بعضها بعضاً كما يتضح من تقريب مغنيط الى ابرة مغنطيسية فاذا تقرَّب قطبهُ الشمالي الى قطبها الجنوبي او بالعكس يجذب احدهما الآخر واذا تقرَّب قطبهُ الشمالي الى قطبها الشمالي او جنوبيهِ الى جنوبيها يدفع احدهما الاخر

مغنطيسية الملامسة — اذا لمست قطعة حديد او فولاذ مغنيطاً تكتسب قوة مغنطيسية من نوع القطب الذي تلمسهُ مثالهُ اذا تعلق من قطب مغنيط الشمالي مفتاح حديد مثلاً يكتسب قوة مغنطيسية حتى يتعلق بطرفهِ مفتاح آخر وهذا ايضاً يكتسب قوة مغنطيسية فيتعلق بطرفهِ مسمار مثلاً وللكل خصائص القطب الشمالي اي يدفع قطباً شمالياً ويجذب جنوبياً كانَّ قطب المغنيط نفسهِ قد أُطيل او انتقل الى طرف المسمار المعلق بهِ اخيرًا وهذه القوة الاكتسابية تزول عند الانفصال ان كان الحديد ليّناً وتبقى مدَّة ان كان صلباً وهكذا النِكل والكوبلت وتسمي الحديد والنكل والكوبلت المعادن المغنطيسية وتفقد هذه الخاصية اذا مُزِجت مع معادن أُخر

مغنطيسية بالتاثير او بالمجاورة — كل مغنيطٍ محاطٌ بقوة مغنطيسية وكل مادة قابلة المغنطيسية اذا اقتربت اليهِ تتأثر من القوة المشار اليها وتصير مغنيطاً بالتاثير او بالمجاورة. مثال ذلك اذا كان ش شكل ٢٧ قطب مغنيط الشمالي ووُضع حوالهُ قطع حديد كما في الشكل فتصير كل قطعة مغنيطاً وطرفها الذي نحو قطب الاصلي

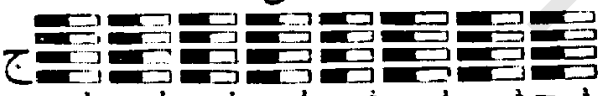
شكل ٢٧



الشمالي يصير قطباً جنوبيًّا والاخر شماليًّا واذا تعلق ابرتان مثلاً بطرفَي خيط على الموازاة ثم تقربنا الى قطب مغنيط فطرفان يتقاربان والاخران يتباعدان

طبيعة المغنطيس — طبيعة القوة المغنطيسية غير معروفة غير انهُ من المشابهة بينها وبين المادة الكهربائية وتهيج الكهربائية بالمغنطيسية والمغنطيسية بالكهربائية يُزعَم انهما شيء واحدٌ وكما ان الكهربائية نوعان زجاجي وراتينجي او ايجابي وسلبي هكذا المغنطيسية نوعان شمالي وجنوبي ولكنهما لا ينفصلان اي لا يكون في مغنيط واحدٍ مغنطيسية شمالية وفي اخر جنوبية كما يكون في جسم واحد كهربائية زجاجية وفي اخر راتينجية بل لا بد من وجودهما معًا في كل مغنيط حتى اذا انكسر مغنيط الى قطعتين او اكثر فكل قطعة تصير مغنيطًا كاملاً طرف منهُ قطب شمالي والطرف الاخر جنوبي. ويعلَّل عن ذلك بان كل جوهرة مادية من المغنيط هي ذات قطبين

شكل ٢٨



شمالي وجنوبي كما يتضح من شكل ٢٨ ش ليفرض ش طرف مغنيط الشمالي وج طرفهُ الجنوبي ثم لينفصل الي قطع. فمن حيث ان كل جوهرة منهُ لها طرف شمالي وطرف جنوبي تكون كل قطعة من التي انفصل اليها ذات قطب شمالي وجنوبي ايضاً

مغنطيسيةُ الارض وميل الابرة — الكرة الارضية هي مغنيط عظيم مغنطيسية شماليها من نوع مغنطيسية القطب الجنوبي للمغنيط الصناعي فاذا عُلق مغنيط على محور اي تركب تركيبًا ميزانيًّا بحيث يتحرك بسهولة حركة سطحها عمودي على سطح الافق ينتكس طرفها الشمالي نحو الارض ان كانت الى شمالي خط الاستواء وينتكس طرفها الجنوبي نحو الارض ان كانت الى جنوبي خط الاستواء ومقدار الانتكاس بالنسبة الى عرض المحل حتى اذا كانت في طول ٩٦° و٤٠′ غربي وعرض ١٤° ٧٠′ شمالي او ٧٣° عرض جنوبي و١٣٠° طول شرقي تكون عمودية على سطح الافق والخط الوهمي الذي عندهُ توازي سطح الافق اي تكون ماسًّا لسطح الارض هو بقرب خط الاستواء الارضي غير انهُ لا يوافقهُ تمامًا بل هو خط متموج يقطع خط الاستواء

الارضي في اربع نقط

انحراف الابرة — كما ان الخطّ الاستوائي المغنطيسي لا يوافق الارضي تماماً هكذا القطب المغنطيسي لا يوافق القطب الارضي تماماً لان نصف الدائرة الواصل بين القطب المغنطيسي الشمالي والقطب المغنطيسي الجنوبي لا يوافق خط الزوال اي دائرة من دوائر نصف النهار فتكون الابرة غير متجهة الى الشمال تماماً والزاوية المكوّنة بينهما وبين خط الزوال لموضعٍ مّا سُميت انحراف الابرة وهو مختلف 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 اربع طرق الاولى باللمس او الدلك بمغنيط. الثانية بالتاثير او المجاورة. الثالثة بالسيال الكهربائي. الرابعة بشعاع الشمس. واذا التوى على شكل الحرف U او على شكل نضوة كما تقدم يجب ان توضع على القطبين قطعة من حديد لين موصلة بينهما وتسمى الحافظة لانها تحفظ القوة المغنطيسية في المغنيط

اما الطريقة الاولى اي الدلك بمغنيط فان كان المطلوب تمغنطهُ مستقيماً فخذ مغنيطين واجعل شمالي الواحد وجنوبي الاخر على وَسَط المطلوب تمغنطهُ بدون ان يتلامسا وليجعلا معهُ زاويتين حادّتين ثم افرك بهما المطلوب ان يتمغنط بجرّهما كل واحد منهما الى طرفٍ وأعد العمل عدّة مرّاتٍ. وان كان نضوياً فاجعل له حافظة ثم افركهُ بمغنيط آخر نضوي من القطبين الى مغناهُ بوضع قطب على قطب او ركّب قطبي مغنيط نضوي على قطبي المطلوب ان يُتمغنط مخالفاً بينهما واجعلهما في سطح واحد ثم افرك المطلوب ان يتمغنط بقطعة حديد ليّن مبتدئاً من قطبي المغنيط ومنتهياً عند مُنحنى المطلوب تمغنطهُ

اما الطريقة الثانية بالمجاورة فحسبما تقدم بوضع المطلوب تمغنطهُ في مجاورة مغنيط فان كان حديداً صلباً او بولاداً يكتسب قوة مغنطيسية مستمرة

اما الطريقة الثالثة بالكهربائية فسياتي بيانها في الكلام بالكهربائية المغنطيسية

اما الرابعة فبجمع شعاع الشمس البنفسجية على ابر فولاذ بواسطة عدسية فهذه الشعاع تحدث مغنطيسية مستمرّة في الابر المعروضة عليها

اذا عُكس عمل الدلك المشار اليهِ لاجل اصطناع مغنيط يزيل القوة المغنطيسية والحرارة تزيلها ايضاً وترك مغنيط بلا حافظة بضعفهُ ووضعهُ على الهيئة التي كان يجعل نفسهُ عليها لو تُرِك لحالهِ يقويهِ وادناؤهُ من آخر اقوى منهُ كثيراً يعكس قطبيهِ

قد تقدم القول ان المواد القابلة اكتساب القوة المغنطيسية هي الحديد والنكل 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 ذيا مغنطيسي فمواد القسم الاول يجذبها قطبا مغنيط نضوي ومواد القسم الثاني تدفعانها فان عُلق قضيب من القسم الاول بخيط حتى يتحرك بسهولة وقُرّب اليهِ مغنيط نضوي متصل ببطارية كهقائية يجعل نفسهُ على خط بوازي خطاً مستقيماً موصلاً بين قطبي المغنيط اما القضيب من القسم الثاني فيجعل مع الخط المشار اليهِ زاويتين قائمتين

من مواد القسم الاول الحديد والنكل والكوبلت والمنغنيس والكروم والبلاتين والأكسجين واكثر المواد المركبة منها ومن الثاني البزموث والانتيمون والقصدير والصوبوم والزيبق والرصاص والفضة والنحاس والذهب والزرنيخ والفصفور والبود والكبريت والكلور والهيدروجين وبعض المواد المركبة منها

الفصل الرابع
في الكهربائيّة المتوازنة

القوة المغنطيسية والقوة الكهربائيّة متشابهتان ان لم تكونا واحدةً فيعسر البحث عن احداهما مجردة عن الاخرى فقد قسم بعض المؤلفين كلامهم عن الكهربائية الى اربعة اقسام الاول في المغنطيس وقد مضى ذكرهُ الثاني في الكهربائية المتوازنة الثالث في الكهربائية الكهقائية او القولطائية الرابع في الكهربائية المغنطيسية وفي هذا الفصل نحصر قولنا على قدر الامكان في الكهربائية المتوازنة

قد لاحظ بعض الفلاسفة قبل المسيح بنحو ٦٠٠ سنة انهُ اذا دُلِكت 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 يزيدوا. ومنذ نحو

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

الكهربائية زجاجية وراتنجية — لبّن قطعةً من شمع الختم في لهيب واصحبها شريطة طولها خمسة قراريط او ستة وليكن غلظها غلظ مِسلّة والصق بطرفٍ منها قطعة قرطاس سطحها نحو نصف قيراط مربع وعلقها بركابة قرطاس وبخيط حرير من قضيب زجاج ممكّن في حاملٍ ما ثم ادلك قطعةً من شمع الختم بقطعة صوف ناشف وقرّبها نحو القرطاس فتجذبهُ اولاً ثم تدفعهُ ثم ما دام على هذه الحالة ادلك انبوبةً زجاجية ناشفة دافئة بقطعة حرير ثم قربها الى القرطاس فتجذبهُ ثم تدفعهُ وعند ذلك اذا قربت اليهِ قطعة الشمع الاولى تجذبهُ ايضاً. فيتضح من هذه الظواهر ان دلك الشمع والزجاج قد هيج قوّتين متشابهتين متدافعتين وان كل مادة امتلأت كهربائية من الشمع تدفع الشمع وكل مادة امتلأت كهربائية من الزجاج تدفع الزجاج ولكن كل واحدة تجذب الاخرى فلاجل التمييز سُميت الواحدة كهربائية زجاجية او ايجابية والاخرى كهربائية راتنجية او سلبية

ويتضح هذا الامر ايضاً بتعليق قطعتي قشٍ كل واحدة بخيط حرير من قضيب زجاج ثم هيج قطعة شمع كما تقدم وقربها اليهما فتجذبهما ثم تدفعهما كما تقدم ثم قرب احداهما الى الاخرى فتتدافعا فان تهيجا بزجاج تتدافعان ايضاً وان تهيجت احداهما بزجاج والاخرى بشمع تتجاذبان

اذا دُلِك جسم بآخر يتهيج نوعا الكهربائية ولكن ما داما متلاصقين لا تظهر اشارة وجود احدهما واذا تباعدا يُرَى انهما قد تهيجا وان كهربائية الواحد ايجابية وكهربائية الاخر سلبية ويمكن امتحانهما بالواسطة المذكورة اي قطعة القرطاس على طرف شريط الشمع

المواد الموصلة وغير الموصلة والحاصرة — اذا تهيجت كهربائية اجسام حسبما تقدم تعود الى حالتها الاولى اي الى السكون الكهربائي اذا لمستها اجسام أُخر وسرعة ذلك تتوقف على مادة الجسم اللامسها فان لمسها هواء رطب تعود الى حالتها الاولى بسرعةٍ اقل واذا كان الهواء ناشفاً فبسرعة واذا لمسها شمع او

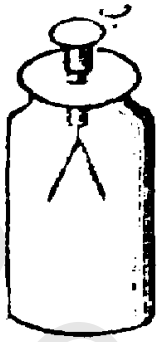
لكّ او زجاج فقلما تنقص كهربائيتها ولكن اذا لمستها مواد معدنية بزول هيجانها الكهربائي حالاً فيبان من هذه الظواهر ان المادة الكهربائية تجري على بعض المواد بسهولة فسُميت موصلة وعلى البعض لا تجري او تجري بصعوبة فسميت غير موصلة او حاصرة وهاك قائمة مواد على ترتيب صلاحيتها لحصر المادة الكهربائية وكل مادة اصلح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

غازات ناشئة	شحم الحوت
لكّ	زبت التربنتينا والزبوت الطيارة
كبريت	زبوت ثابتة
كهرباه	كتان وخيوط نباتية اخر
راتينجات	مواد حيوانية رطبة
كوتا برخا وكاوتشوك	ماء
الماس وبعض الحجارة الكريمة	مذوّبات املاح
حرير	لهيب
فرو	املاح صهيرة
زجاج	بلومباجين
جليد	فحم
	كل المعادن

اذا وُضعت مادة على اخرى غير صالحة لنقل الكهربائية كلوح ذي قوائم زجاج مثلاً قيل انها محصورة ولكن اذا تجمعت رطوبة اي بخار مائي على الحاصرة تجعلها 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 سياتي ذكرهُ في محلهِ فسُميت ذيا كهربائيات مثال ذلك اذا تهيج سطح من سطحَي لوح زجاج بدلكهِ بقطعة حرير فالسطح المتقابل ايضاً يجذب الى نفسها مواد خفيفة

الالكتروسكوب اي المقياس الكهربائي — قد اصطُنعت آلاتٌ على هيئات

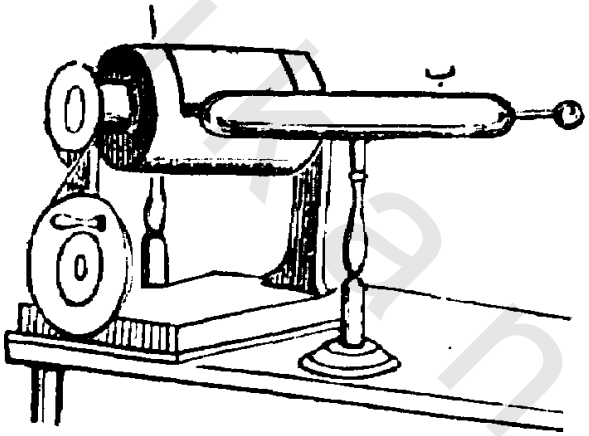
شتّى لاجل الكشف عن هيجان كهربائي جزئي ابسطها الكنروسكوب شكل ٣٩



رقّ الذهب اي قطعتان من رق الذهب منعلقتان بشريطة نحاس والشريطة محصورة بمرورها في انبوبة زجاج محشية بحرير وتنتهي في قرص ب شكل ٣٩ والكل مغطى ببيت زجاج فاذا تقدم جسم مهيج الى القرص ب تتدافع قطعتا الذهب وتتباعدان

آلات كهربائية — لاجل جمع مقادير جزيلة من هذه المادة قد استُنبطت آلات شتى اشهرها اسطوانة او قرص من زجاج مثل ا شكل ٤٠ يدور على محورين وبدورانهِ يُدلك بقطعة جلد او حرير عليها ملغم مركّب من قصدير جزء واحد وزنك جزء واحد وزيبق ستة اجزاء او ١١ زنك

شكل ٤٠



و٢٤ قصدير و٦٥ زيبق وهذا الاخير اصلح من الاول وهذا المدلك محصور بوضعهِ على راس عمود زجاج ثم على الجانب الاخر من الاسطوانة الزجاجية اسطوانة معدنية ب ذات اسنان كاسنان مشطٍ محصورة ايضاً على عمود زجاج وهذه الاسطوانة سُميت الموصل الاول فان أُوصل بين المدلك والارض بشريطة معدنية وأُديرت الاسطوانة او القرص يتهيج في المدلك كهربائية سلبية فينهيج في الزجاج ايجابية تجذبهُ الاسنان فيمتلئ الموصل الاول كهربائية ايجابية واذا أُوصل الموصل الاول بالارض وانحصر المدلك توخذ من المدلك شرارات كهربائية سلبية

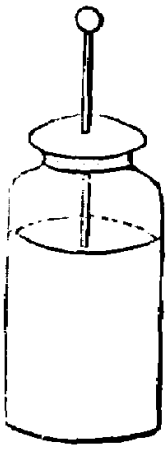
تنبيه — اذا تجمعت على هذه الآلة رطوبة لا يمكن جمع الكهربائية بها فلا بد من غاية الاعتناء بكونها خالية من الرطوبة تماماً

كهربائية بالتاثير او بالمجاورة — كل جسم محصور تهيجت كهربائيتهُ يهيج كهربائية آخر محصور اذا تقرب اليهِ فاذا دُلكت انبوبة زجاجية وتقربت الى الاكنروسكوب المذكور سابقاً تتباعد قطعتا رق الذهب واذا عُلقت كُرتا لبّ السيسبان بخيط

حرير وتقرب اليها جسم كهربائية مهيجة تتنافران فيها الكتروسكوب بسيط. واذا تقرب الى الموصل الاول آخر ثم الى هذا اخر وهلمَّ جرًّا وبين كل اثنين فسحة وعلى كل واحد كرنا ايٍّ كما تقدم فاذا تهيج الاول تنهيج الأخر بالمجاورة اي بتاثير الاول فيها كما يتضح من تنافر الكرتان على كل واحد. اما الموصل الاول فاذا كانت كهربائيتهُ ايجابية فيهيج في طرف التالي الاقرب اليهِ كهربائية سلبية وفي الطرف الابعد منهُ موجبة وهلمَّ جرًّا واذا أُبعد الموصل الاول تتدلى الكرات في الأخر اي 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 موصلاتٍ

قنينة لَيْدَن — قنينة ليدن المنسوبة الى مدرسة ليدن الجامعة في هولاندا اختُرعت في ١٧٤٥ وغايتها جمع مقدار من المادة الكهربائية وهي قنينة مبطنة برق القصدير ومكسية بمثلهِ الاَّ نحو قيراط من اعلاها وقضيب نحاس في طرفهِ الاعلى كرة نحاسية نافذ في سدادتها ومتصل ببطانتها فاذا قربت الكرة النحاسية المشار اليها الى الموصل الاول من آلة كهربائية تمرُّ شرارات كهربائية الى داخل القنينة ثم اذا لُمس خارجها والكرة المذكورة معًا يشعر بالهزَّة الكهربائية او اذا وُصل بينهما بالمطلق وهو قضيب ذو مقبض محصور في كلٍّ من طرفيهِ كرة نحاسية شكل ٢٢ تشاهد الشرارة مارة بين الداخل والخارج واذا وُضع بين كرة المطلق وكرة القنينة قرطاس سميك تنفذ فيهِ الشرارة فتُثقب القرطاس ويكون محيط الثقب ناتئًا الى الجهتين كأنَّ المادة مرت من داخل الى خارج ومن خارج الى داخل معًا واذا وُصلت عدة قنينات ليدنية بعضها مع بعض تتكوَّن بطارية كهربائية

شكل ٢١



شكل ٢٢

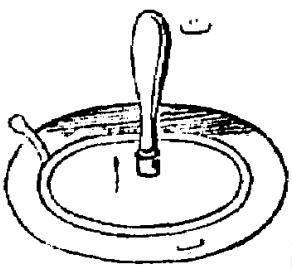
ان البطانة المعدنية والكسوة المعدنية في قنينة ليدن هما للوصل بين كل اجزاء الزجاج فقط اذ يمكن رفعهما وتبقى كهربائية القنينة ولا بد من اتصال خارجها بالارض والاَّ فلا يمكن جمع الكهربائية فيها لانهُ عند دخول كهربائية موجبة فيها من الآلة يصير خارجها سلبيًا بالمجاورة

كما ذُكر آنفاً بطرد الايجابية فتنصرف الى الارض واذا انحصرت فلا سبيل لانصرافها فلا تجمع ايجابية في داخلها لان المحصورة في خارجها يطرد الداخلة ويمنع دخولها الى القنينة كما يتضح من حصر قنينة ليدن ثم ادنائها من الموصل الاول فيدخلها بعض الشرار فقط ثم يقف العمل ثم اذا أُوصلت بالارض تاخذ الشرارات تدخلها ايضاً من الموصل الاول

توزيع كهربائية اجسام — اذا أُكسِبَ موصلٌ مادةً كهربائية فهي محصورة في سطح ذلك الموصل وليست متفرقة في كل مادتهِ كما يتضح من استعمال موصل يمكن ازالة قشرتهِ او كسوتهِ فلا يبقى بعد ذلك شيء من الكهربائية فيهِ بل كلها في القشرة وكذلك اذا كان الموصل مجوفاً فهي على سطحهِ الخارجية فقط واذا كان هليلجي الشكل فاكثرها في الطرفين وقليلٌ منها في الوسط واذا كان كروياً فهي متفرقة على سطحهِ بالتساوي

الالكتروفور — بناء على تهييج الكهربائية بالتاثير او المجاورة حسبما تقدم اصطنع الالكتروفور اي حامل الكهربائية المنسوب الى الفيلسوف فولتا وهو قرص راتنجي قطرهُ نحو ٨ او ١٠ قراريط وسمكهُ نحو قيراط مركب من اللكّ والراتنج وترمنتينا قنبنسيا اجزاء متعادلة على هيئة ب شكل ٢٣ وهو موضوع على قرص معدني وعلى القرص الراتنجي هذا قرص معدني ا ذو مقبضة محصورة ت فاذا دُلك القرص الراتنجي بصوفٍ جافٍ او فرو ثم وُضع

شكل ٢٣

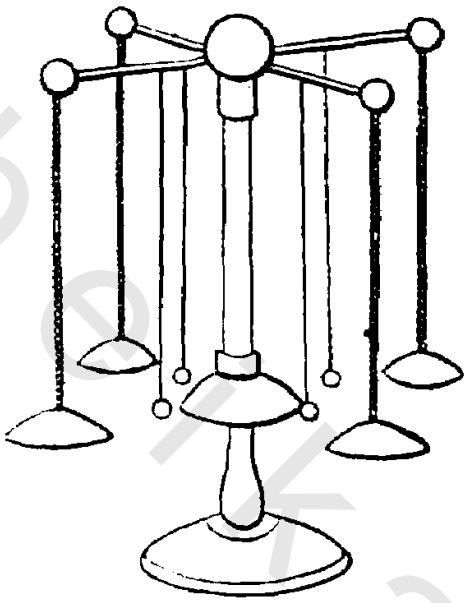


عليهِ القرص الثاني توخذ منهُ شرارة كهربائية سلبية ثم اذا رُفع الثاني توخذ شرارة كهربائية موجبة وهكذا الى مرات كثيرة وفائدتهُ بالاكثر جمع الكهربائية بهِ عند ما لا تصلح الآلة الاعتيادية لسبب رطوبة الهواء الكروي

ويتضح هيجان الكهربائية بالمجاورة ايضاً بتعليق قرص معدني بالموصل الاول وتحتهُ قرص آخر متصل بالارض وبينهما نحو ثلاث قراريط وتوضع على الاسفل منهما اجسام خفيفة مثل كرات لب السيسبان فعند تشغيل الالة تتهيج في تلك الكرات كهربائية سلبية فتجذبها القرص الاعلى ثم يدفعها فتتهيج بالسلبية ايضاً فتجذبها القرص الاعلى ايضاً ثم يدفعها فترقص بسرعة بين القرصين

وتتضح كهربائية المجاورة ايضاً بايصال اجراص محصورة بالموصل الاول وواحدٌ منها متصل بالارض كما في شكل ٢٤ وبينها كرات

شكل ٢٤



معدنية معلقة بخيطان حرير فعند تشغيل الآلة الكهربائية تُجذَب كرةٌ الى جرصٍ محصورٍ ثم تُدفع الى الجرص المتصل بالارض وهكذا البقية فتزنُ كلها سويةً

طبيعة الكهربائية — من جهة طبيعة المادة الكهربائية لنا راي فرانكلين وراي دوفاي. اما راي فرانكلين فهو انها مادة لطيفة منفرقة في الكون خاصيتها المميّزة انها تدفع جواهر نفسها وتجذب جواهر غيرها وان لكل جسم مقداراً منها طبيعياً اذا زيد لسبب ما او بواسطة ما صارت كهربائية موجبة وان نقص صارت سلبيةً

اما راي دوفاي فهو انها مادة لطيفة سيالة منفرقة في الكون خصائصها الذاتية غير معروفة غير انها مركبة من نوعين زجاجية او موجبة وراتينجية او سلبية كل نوع يدفع جواهر نفسهِ ويجذب جواهر الآخر واذا تساوتا في جسم كان ذلك الجسم في حالة السكون من جهتها اي لا تبان ظواهر هذه او تلك واذا زاد احدهما تظهر ظواهر الموجبة او السلبية حسب الزائدة منهما

لا يمكن تهييج نوع من هذين النوعين بدون تهييج الاخر كما رابنا في القوة المغنطيسية فالجسم الذي يُدلَك يتهيج فيهِ نوع والمدلوك بهِ يُظهِر ظواهر النوع الاخر

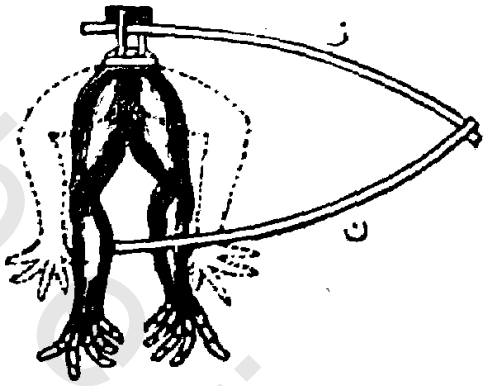
الفصل الخامس

في الكهربائية الكلفانيّة او الڤولتائيّة

انهُ في سنة ١٧٩٠ كان كلفاني معلم التشريح في بولونيا من بلاد ايطاليا يشرّح

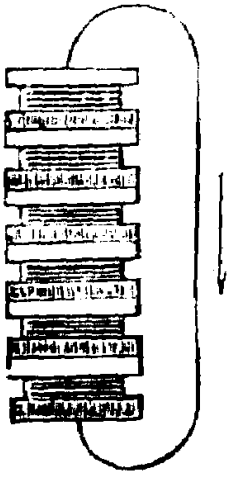
صفادع فعلّق اطرافها السفلى مع بعض السلسلة الفقارية بخاسفٍ عقفاه وفي ذات يوم علقها بهذه العقافات على درابزون حديد فظهرت فيها حركات تشنجيّة ثم اخذ يفحص هذا الامر فوجد انهُ اذا لمس معدنٌ اعصاب السلسلة مثل ز شكل ٣٥ ومعدن اخر لمس عضلات الاطراف السفلى مثل ن فعند ملامسة المعدنين تحصل في تلك العضلات الحركات المشار اليها وعلل عن ذلك بان كهربائية المجموع العضلي ايجابية وكهربائية الاعصاب سلبية كما هي في داخل قنينة ليدن وخارجها وان المعدنين كالموصل بين خارجها وداخلها

شكل ٣٥



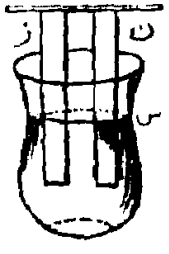
عمود ڤولتا — ثم ان ڤولتا فيلسوفًا ايطاليانيًا وجد انهُ لاحداث الحركات المشار اليها لا بد ان يكون المعدنان نوعين وانهُ اذا زيدت قطع المعدنين عددًا يزيد الفعل فاستنبط العمود الڤولتائي المنسوب اليهِ وهو عمود مركب من قِطع توتيا ونحاس متلامسة وبين كل قطعة نحاس وقطعة التوتيا التي فوقها قطعة صوف مبلولة بسيال حامض او مالح شكل ٣٦ فاذا لُمِس طرفا العمود معًا يُشعَر بهزة مثل هزة آلة كهربائية واذا جُعل لهُ قطبان من شريط يخرج من طرفيهما شرارات كهربائية

شكل ٣٦



ثم اذا غُمست قطعة توتيا ز شكل ٣٧ وقطعة نحاس ن في سيال حامض اي ماء وحامض كبريتيك س فلنا دائرة ڤولتائية ذات حلقة واحدة وما دام الاتصال بينهما بواسطة السيال فقط لا يظهر فعل كهربائيٌ ولكن اذا وُصل بينهما بقضيب معدني د تظهر عدة ظواهر جديدة (١) تصعد من سطح النحاس ن فقاقيع غاز صغار كثيرة جدًّا واذا جُمِعَت تُعرَف بالامتحان انها غاز الهيدروجين (٢) قطعة التوتيا تذوب بسرعة كما يتضح من وزنها مرّة بعد اخرى

شكل ٣٧



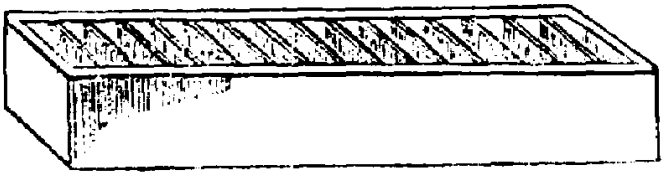
واذا امتُحِن السيال يوجد فيهِ اكسيد التوتيا فنستنتج انهُ ما دام القضيب د موصلاً بين القطعتين يحل الماء وان اكسجينهُ يتحد مع التوتيا والهيدروجين يفلت عند سطح النحاس واذا رُفع القضيب تبطل هذه الظواهر (٣) اذا وُصل بينهما بقضيب زجاج او مادة اخرى غير موصلة للكهربائية لا يظهر عملٌ ما والنتيجة هي ان الفاعل في هذه الظواهر هو المادة الكهربائية (٤) اذا رُفع القضيب عن التوتيا بلطف في موضع مظلم تظهر شرارة صغيرة ولا اشتباه في كونها شرارة كهربائية

اذا جُعِل الموصل بينهما شريطاً دقيقاً من البلاتين يحمى الى درجة الحُمرة ومن هذه الاشياء نستنتج انهُ في دائرة فولتائية بسيطة يحل الماء فيعطي اكسجينهُ للتوتيا وهيدروجينهُ يفلت عند النحاس ويحصل مجرى سيال كهربائي جارٍ من المعدن الواحد الى الاخر على الموصل اي يجري من التوتيا في السيال الى النحاس ومن النحاس على الموصل الى التوتيا وهذا هو سبب تسمية الآلة بالدائرة الفولتائية. والحامض الكبريتيك يذوّب اكسيد التوتيا حالما يتكون فلا يبطل العمل باكتساء سطح التوتيا غشاء من اكسيدهِ. واذا تعددت الحلقات سُميت الدائرة مركبة

جهة المجرى — اما جهة المجرى فمتوقفة على العمل الكيماوي الحاصل فالكهربائية الموجبة تظهر عند المعدن المفعول فيهِ بالاكثر وفي ما تقدم ذكرهُ يفعل الحامض في التوتيا اكثر من النحاس فتنهج عند التوتيا كهربائية موجبة وتجري الى النحاس. هذا تحت سطح السيال ولكن فوق سطح السيال يكون النحاس + والتوتيا —

بطاريات كلفانية — اشكال البطاريات الكلفانية هي كثيرة منها البطارية الحوضية وهي ازواج نحاس وتوتيا منزلة في

شكل ٣٩



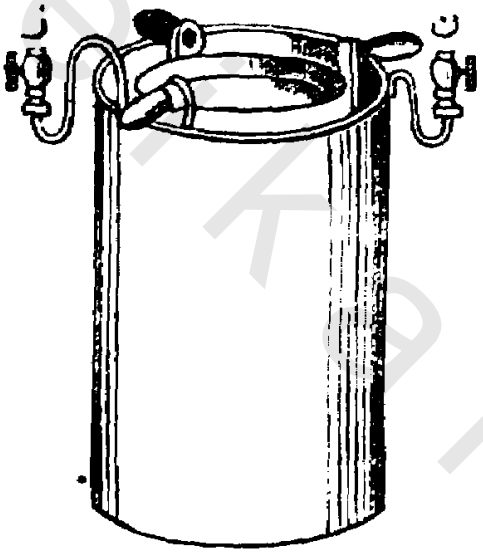
حوض والنحاس والتوتيا متلامسان وبين كل زوج فسحة قيراط او قيراطين ويملأ الحوض سيالاً يفعل في التوتيا مثل مذوب كبريتات النحاس او ماء وحامض كبريتيك انظر شكل ٣٩

محرق هَيْر — ومنها شكل سُمي محرق المعلم هَير وهو مؤلف من عدة قطع نحاس كبيرة مساحة كل واحدة نحو قدمين مربعين ملحمة الى قضيب نحاس ومثلها

قطع توتيا ملحمة الى قضيب توتيا تجاه الأوّل فمتى أُنزِل الكل في حوض فيهِ سيال محمض تنزل قطع التوتيا بين قطع النحاس فكانها قطعة واحدة كبيرة من نحاس ومثلها توتيا وهذا الشكل يولد حرارة زائدة ولا يُستعمل الان لسبب استنباط آلات اسهل منهُ استعمالاً

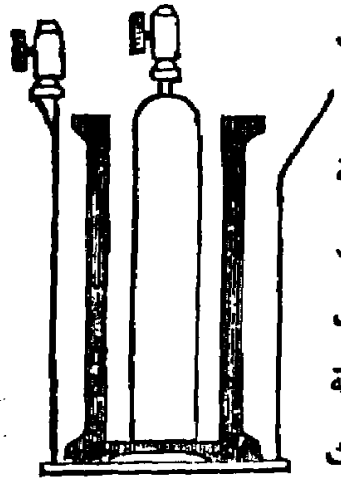
بطارية النحاس والتوتيا — هذه البطارية تتالف من وعاء نحاس في وسطهِ وعاء نحاس اصغر او اسطوانة نحاسية ملحمة بكعب الاول وتملأ الفسحة الفارغة بين جداريهما مذوّب كبريتات النحاس اي الشب الازرق ويُغمَس في هذا المذوّب وعاء توتيا او اسطوانة توتيا شكل ٣٩ فيكون النحاس القطب الايجابي ن والتوتيا السلبي ز وهذه البطارية لا يطول فعلها لان التوتيا تكتسي اكسيد التوتيا فيُقطع العمل الكيماوي وبالضرورة يقطع المجرى الكهربائي

شكل ٣٩



بطارية دانيال — لاجل الحصول على مجرى كهربائي يدوم مدةً على قوّة مفروضة تُستعمل بطارية دانيال وهي مؤلّفة من وعاء نحاس اسطواني فيهِ مذوّب كبريتات النحاس وفي وسطهِ وعاء فخار اسطواني ذو مسام فيهِ حامض كبريتيك مخفّف يغمس فيهِ قضيب توتيا قد تملغم بزيبق شكل ٤٠

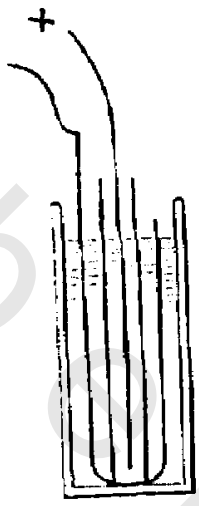
شكل ٤٠



بطارية سمي — اما بطارية سمي فمؤلّفة من صفيحة فضة مطلية بلاتينًا بين صفيحتَي توتيا مملغم ممكنتين بقطعة خشب فيُغمس الكل في حامض كبريتيك مخفف

بطارية كروف — اما بطارية كروف شكل ٤١ فمؤلّفة من وعاء صيني فيهِ اسطوانة توتيا يملآن حامضًا كبريتيك مخففًا وداخل اسطوانة التوتيا وعاء صيني ذو مسام فيهِ حامض نيتريك ثقيل

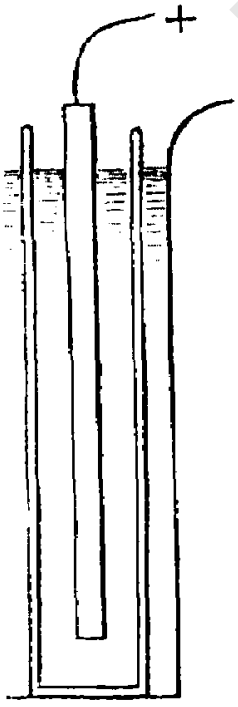
شكل ٤١



يغمس فيهِ قطعة من البلاتين التي هي القطب الايجابي كما ان التوتيا هي السلبي اما الهيدروجين المحلول من الماء بهذه البطارية فلا يفلت بل الحامض النيتريك يحل فيصعد جوهران منهُ على هيئة ثاني اكسيد النيتروجين وجواهر الاكسجين الثلاثة تتحد مع ثلاثة جواهر الهدروجين المحلول بالتوتيا فينكوّن ماء ايضاً

بطارية بُنْسَن — اما بطارية بنسن فتختلف عن بطارية كروف في امرٍ واحدٍ فقط وهو استعمال الكُوك اي كربون فحم الحجر عوضاً عن البلاتين للقطب الايجابي فاذا اغتسل الكوك هذا بماء قد ذُوّب فيهِ بي كلوريد البلاتين يكتسي قشرة رقيقة من البلاتين فيقوم مقام البلاتين نفسهِ المستعمل في بطارية كروف انظر شكل ٤٢

شكل ٤٢



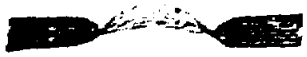
تملغم التوتيا — اذا مُزِج الزيبق مع معدن آخر سمي المزيج مَلغَماً وفي المعاملات المتقدم ذكرها اذا تدهن سطح التوتيا بالزيبق يكتسي ملغماً وذلك يزيد البطارية فعلاً ويعوق ذوبان التوتيا بالسيال المستعمل في البطارية

في الاشكال السابقة قد رُسِمت دائرة كلفانية بسيطة والامر واضح ان تعدُّد الدوائر يكون باتصال القطب الايجابي من دائرة واحدة بسيطة بالسلبي من ثانية والايجابي من الثانية بالسلبي من ثالثة وهلمَّ جرًّا فتتعدد الدوائر الى ما شئت واذا اريد مقدار جزيل من الكهربائية في وقت واحدٍ يقتضي توسيع سطوح الدوائر واذا اريد شدَّة مقدارًا اي ما يجري الى بعدٍ كما في التليغراف يجب تكثير عددها

ان بطارية مؤلفة من نحو عشر دوائر من نوع بُنسن او من نوع كروف دانيال تظهر ظواهر كهربائية معتبرة فاذا وُضعت قطعة فولاذ على سطح زيبق

كاس او فدح ولمس الزبيق قطب بطارية كهربائية ولمس الفولاذ القطبُ الاخر يخترق الفولاذ وينصعد الزبيق واذا تقارب القطبان وجُعل بينهما شريط فولاذ او حديد او رق نحاس او معدن آخر يخترق بسرعة شكل ٤٣

واذا كان طرف كل قطب قلم كربون شكل ٤٣ وتقاربا

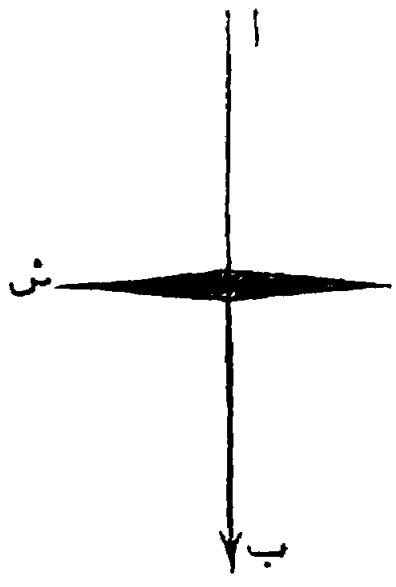


يجري بينهما لهيب نار محرقة لامعة جدًّا وبُني على ذلك اصطناع القنديل الكهربائي الشديد الانارة غير ان مداومة المجرى الكهربائي بواسطة بطارية قوية يزيد هذا النور كلفة فلا يعمُّ استعمالهُ. اما حل المواد المركبة بالمادة الكهربائية كالماء والاملاح فسياتي الكلام عنهُ في محلهِ

الفصل السادس

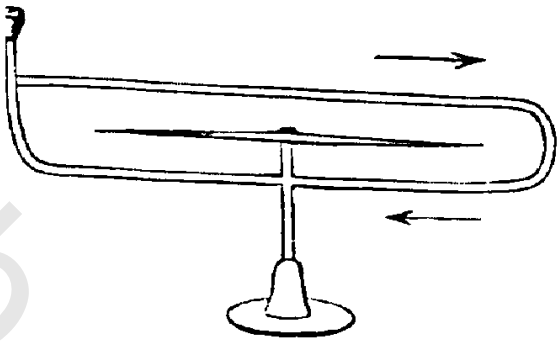
في الكهربائية المغنطيسية

شكل ٤٤



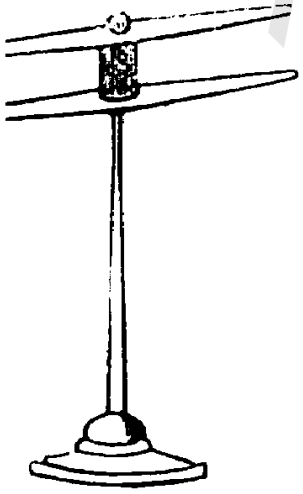
ليكن ج ش شكل ٤٤ ابرة مغنطيسية وش قطبها الشمالي وج قطبها الجنوبي وليمتد فوقها على موازاتها شريطة منصلة ببطارية او آلة كهربائية حتى يجري عليها مجرى كهربائي فتدور الابرة حتى توافق خط ا ب تقريبًا اي تميل الى ان تكون عمودية للمجرى الكهربائي الجاري فوقها او تحتها فان كانت الشريطة فوق الابرة وكان المجرى من ش الى ج فوق الابرة تنحرف ش نحو الغرب او تحتها فالى الشرق وبالعكس اذا كان المجرى من ج الى ش وان كان على جانبها يُرتفع قطب ويُخفض الاخر حسب جهة المجرى وتزيد هذه الافعال اذا جُعلت الابرة داخل شريطة ملتوية على شكل مستطيل حتى تحيط بالابرة احاطةً

شكل ٤٥



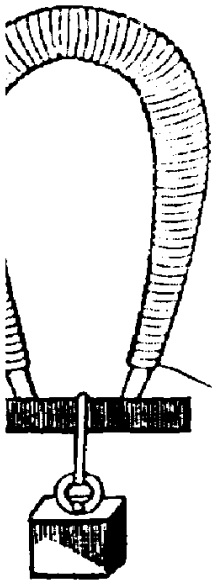
لان المجرى الكهربائي المارّ من فوق الابرة ومن تحتها يميلها الى جهة واحدة فيزداد انحرافها واذا لُفّت الشريطة شكل ٤٥ حتي تحيط بالابرة عدّة مرات اي جُعلت الابرة في وسط لفافة شريط يزيد الفعل اي تنحرف الابرة اكثر فيكون لنا من ذلك كلفانومتر مقياس او منبه دالّ على مرور مجرى كهربائي

شكل ٤٦



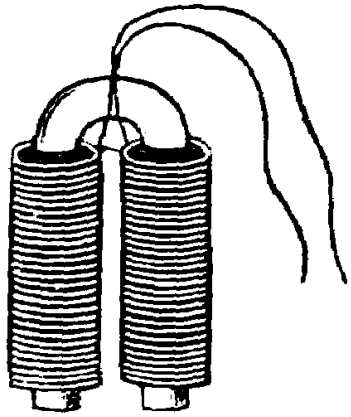
ان مغنطيسية الارض تقاوم انحراف الابرة بالمادة الكهربائية المشار اليها لانها تجعل الابرة تتوجه الى الشمال والجنوب فاذا جُعلت ابرةٌ فوق ابرة شكل ٤٦ بحيث ينعكس قطباهما اي يُجعَل قطب الواحدة الشمالي فوق قطب الاخرى الجنوبي يبطل بذلك تاثير مغنطيسية الارض فيهما ثم اذا جُعلت واحدة منهما في لفافة شريط كما ذُكِر يفعل بهما المجرى الكهربائي ويحرفهما الى جهة واحدة فلنا بهذا التركيب كلفانومتر دقيق جدًّا ينبئ بمرور اقل ما يمكن من المادة الكهربائية

شكل ٤٧

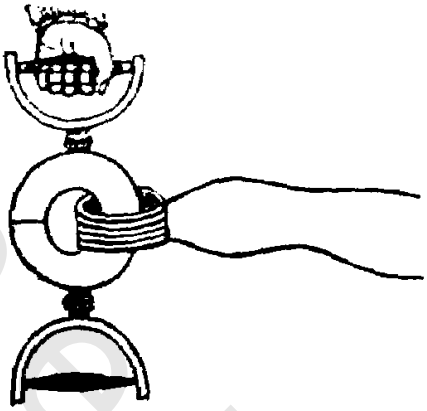


اصطناع مغنيط بالكهربائية — قد تقدم صحفة ٢٧ ان المغنيط الصناعي يصطنع بواسطة المادة الكهربائية فاذا لُفت على قطعة حديد ابن شريطة محصورة اي ملفوفة بخيطان قطن او حرير ثم أُوصلت ببطارية كلفانية شكل ٤٧ تصير مغنيطًا ما دام الاتصال بينها وبين البطارية وتخسر هذه القوة عند الانفصال. وان كان الحديد صلبًا يصير مغنيطًا دائمًا واذا تعددت اللفائف كما في شكل ٤٨ تزداد القوة المغنطيسية ويكفي ايضًا ان تكون حلقةً محيطة بقطب

شكل ٤٨



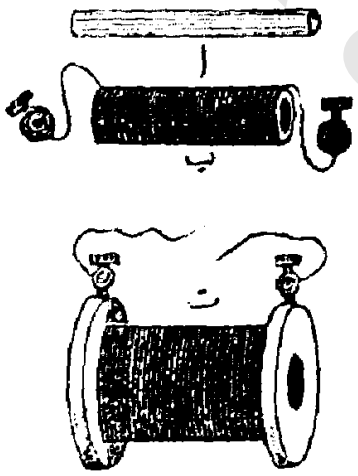
شكل ٤٩



واحدٍ من المغنيط كما في شكل ٤٩ وهذه الظواهر كلها هي من باب المغنطيسية بالمجاورة

لفائف الحدّة او المجاورة — لكل لفةٍ حدّةٍ خمسة اجزاء اصلية الاول البكرة الثاني اللفة الاولى الثالث اللفة الثانية الرابع القلب او الحزمة الخامس قاطع الوصل

شكل ٥٠

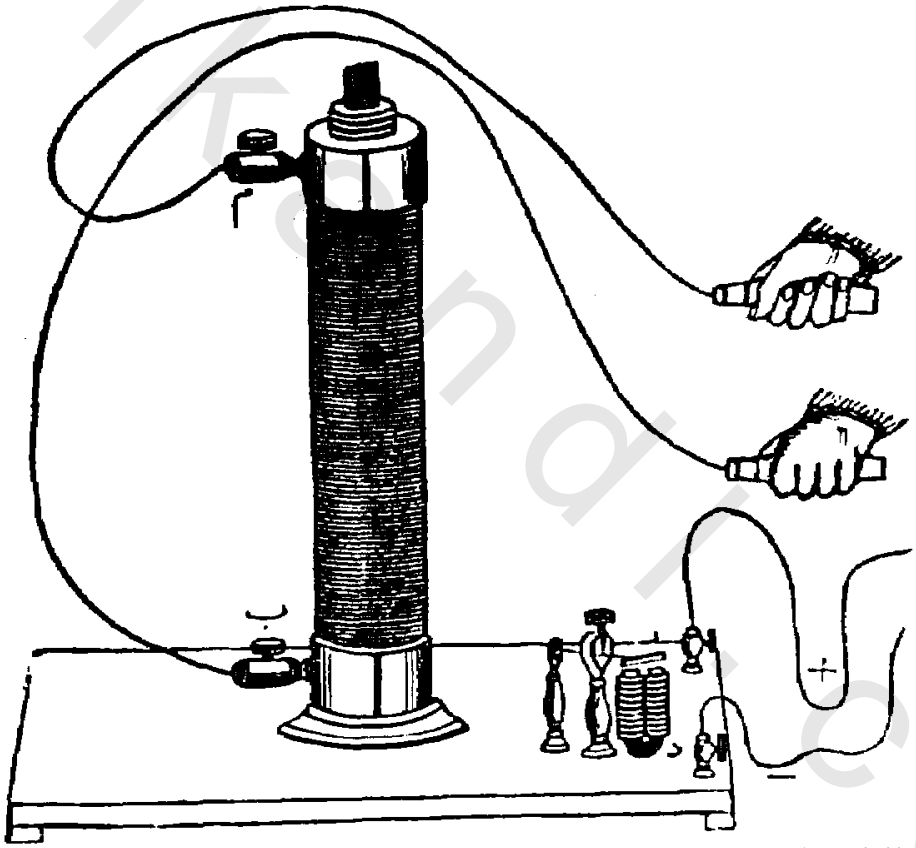


اما البكرة فهي اسطوانة مجوّفة على كل طرف من طرفيها قرص من الكوتا برخا او الزجاج وتشبه بكرة خيطان في هيئتها والاسطوانة نفسها هي من القرطاس السميك المعروف بالكرتون طولها نحو ٦ قراريط وقطرها نحو قيراط والقرصان يجب ان يجعلا مع الاسطوانة زاويتين قائمتين ويجب ان يُثقَب قرص من القرصين ثقبين لكي يمرّ بهما طرفا شريط اللفة الاولى

اما اللفة الاولى مثل ب شكل ٥٠ فهي شريط نحاس محصور بقطن يُعرّف بشريط نمرة ١٦ فيمرُّ طرف من الشريط في ثقب من الثقبين المشار اليهما اعلاهُ ويُلفُّ على الاسطوانة من قرص الى قرص وراجعاً حتى تتغطى الاسطوانة بلفتين منهُ ثم تُمرُّ طرف الشريط الآخر من الثقب الاخر المذكور اعلاهُ ثم يُدهَن الكل ببرداخ من اللكّ مذوّب في الكحول ويجف ويعاد هذا الدهان ثلاث مرات. ثم يُلفُّ على هذه اللفة قرطاس متين ويمكّن بصمغ او بغراء ويُدهن بالبرداخ المذكور اعلاهُ وتملأُ الفسحة بين القرصين تماماً حتى لا يلمس شريطُ اللفة الثانية شريط اللفة الاولى

اما اللفة الثانية ت شكل ٥٠ فهي من شريط نحاس محصور بحرير من المعروف بشريط نمرة ٢٩ ويُثقب القرص الآخر الذي لم يُثقب لشريط اللفة الاولى ثقبين فيمرُّ طرف من الشريط في ثقب من الثقبين ويُلف بكل دقة على الاسطوانة فوق الاولى الى ان ينتهي الى القرص المتقابل ثم يُدمَن ما قد لُفَّ منهُ بالورنيش المذكور سابقاً ومتى جف يُغطَّى برق الكوتا برخا ثم تُلفُّ لفة اخرى ويصنع فيها كما تقدم الى ان يُلف من الشريط هذا نحو ٢٠٠٠ ذراع ثم يُغطَّى طرفا اللفة بغطائين من نحاس في كلٍّ منهما اولب لاجل تمكين شريطين فيهما للتمسك بهما كما يُرى 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 تُنزَع فكل شريطة من الحزمة عند الاتصال تصير مغنيطاً بالمجاورة كما تقدم وعند الانفصال تخسر القوة المغنطيسية فتسبب مجاريَ مغنطيسية في كلا اللفتين فتزيدها فعلاً

ثم ان المجرى الكهربائي ان كان دائماً متصلاً لا يُشعَر بهِ ولا يعطي شرارة واذا انقطعت الدائرة يُشعَر بهزة وتظهر شرارة عند نقطة الانفصال ولاجل الفصل

والوصل يتركب مع ما تقدم قاطع الوصل وهو آلة صغيرة مركب من مغنيط بالمجاورة د شكل ٥١ وحافظتهُ ر يُرفَع عن قطبيهِ بزنبرك وهي متصلة بالسفة تحت كرسي الآلة فتجذب الى قطبي المغنيط فحينئذٍ الوصل ثم تُدفَع عنها فحينئذٍ الفصل

ان لفةً مثل ما ذُكِر تُستعمَل مع بطارية مركبة من نحو ست حلقات من نوع كروف او دانيال او بُنسن فان كان عدد الحلقات قليلاً تكون القوة الكهربائية اقل من اللازم وان كانت كثيرة يخشى من احماء شريط اللفة الثانية وافسادها

كهربائية بمغنيط — كما ان المادة الكهربائية تُكسِب بعض المواد قوة مغنطيسية حسبما تقدم شرحهُ هكذا المغنيط يُظهِر بعض ظواهر القوة الكهربائية فلو جُعلت اللفة الشريطية شكل ٤٩ محيطة بقطب مغنيط نضوي ثم أُوصلت الشريطتان بكلفانومتر رق الذهب شكل ٣٩ او بالابر المغنطيسية اظهر فعل المادة الكهربائية بتنافر قطعتي رق الذهب او بانحراف الابرة

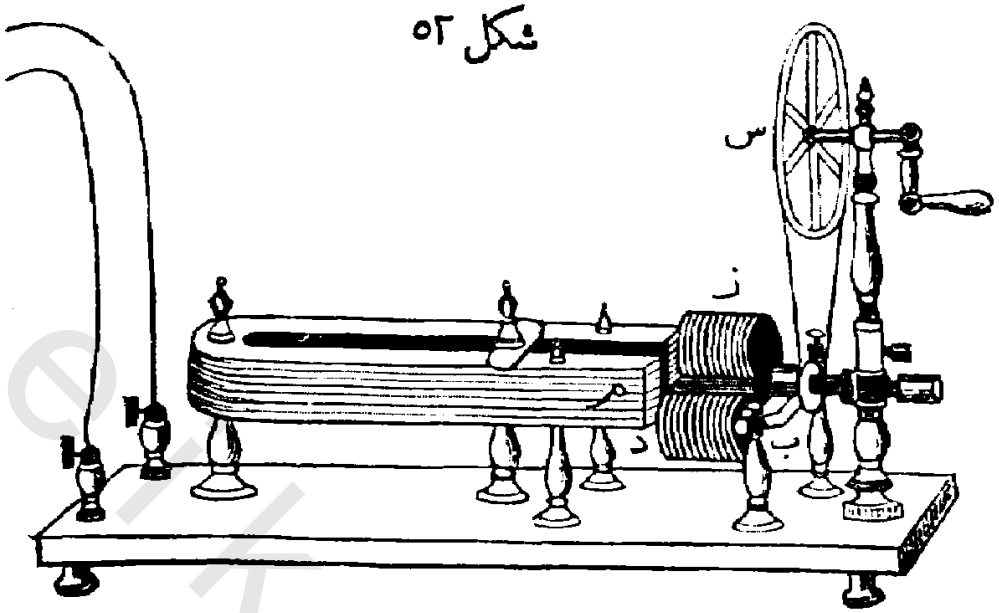
ان أُوصلت لفة مستطيلة مثل شكل ٥٠ بابرة ثم أُدخِل الى جوفها مغنيط مستقيم او قطب مغنيط نضوي تنحرف الابرة عند ادخالهِ ثم تعود الى صلها ثم تنحرف الى الجهة المتقابلة عند اخراج المغنيط من جوف اللفة وان أُدخل مغنيط مستقيم من طرف وأُخرِج من الطرف الآخر من اللفة تظهر الظواهر المذكورة نفسها ولا حركة ما دام المغنيط مستقرًّا في جوف اللفة

قد تقدم صفحة ٢٧ ان الحافظة تحفظ القوة المغنطيسية في مغنيط وهي تزيدهُ فعلاً ايضاً كما يتضح من العمل المذكور اعلاه مع وضع الحافظة ثم نزعها فيُرَى الفعل في الكلفانومتر اقوى عند تركيب الحافظة على قطبي المغنيط

آلات كلفانية مغنطيسية — بناء على المبادىء المارّ ذكرها قد اصطُنعت آلات على هيئات شتى للنتائج الكهربائية بواسطة مغنيط احسنها واشدّها فعلاً هي التي تدير قطعة حديد لين ملفوف عليها لفة شريط محصور تجاه قطبي مغنيط فولاذ كما يُرَى في شكل ٥٢ المغنيط م عليهِ الحافظة من فوق وهو مركب من عدة مغنيطات نضوية موضوعة بعضها فوق بعض وز ز د قطعتا حديد لين على كل واحدة منهما لفة شريط محصور تُداران تجاه قطبي المغنيط بواسطة الدولاب

والركبة س وهما متصلتان بشريطي الامساك من تحت كرسي الالة فعند تشغيلها

شكل ٥٢



يُشعر بالهزة الكهربائية عند التمسك بالشريطين وتخفّ اذا ارتفعت الحافظة وهذه الآلة كثيرة الاستعمال لاستخدام الكهربائية في المعاملات الطبية وذلك لسهولة نقلها واستعمالها

كهربائية حيوانية — لبعض الحيوان اعضاء خصوصية تحوّل قوتها العصبية الى قوة كهربائية منها نوع من الجريّ في انهر اميريكا الجنوبية والسمك المعروف بالرعّاد ونوع آخر من الجري من انهر افريقيا فهذه اذا لُمسَت يُشعر منها بهزة كهربائية شديدة تقتل الاسماك التي تصيبها وهزة الرعّاد اذا كان كبيرًا تصرع رجلاً قويًا

الجزء الثاني

في التسمية الكيمياوية وقواعد التركيب واصول التبلور

الفصل الاول

في بعض مبادئ الفلسفة الكيمياوية

قد تقدم صحفة ٤ ان لكل جسم جوهرًا ماديًا وجوهرًا فردًا وان الجوهر