

徐鏡江編輯

北平文化學社印行
1930

訂 正 四 版

初中混合理化教科書

下 冊

徐 鏡 江 編 輯

北平文化學社印行

下 册

目 次

第七章 食物及飲料

第一節 食物之作用; 食物之三要素

供給實質 供給能力 食物之三要素

第二節 碳水化合物

碳水化合物之種類 葡萄糖 果糖 蔗糖

乳糖 澱粉 糊精

第三節 脂肪

脂肪之主成分 肥皂

第四節 蛋白質

蛋白質之成分 蛋白 豆質 乾酪質

麩質

第五節 食量之標準;普通食物之成分

第六節 其他關於食物之研究

鈣與身體之關係 食物含鈣之量 磷與

身體之關係 食物含磷之量 鐵與身體

之關係 食物含鐵之量 副養素 脂肪

溶質 A 水溶質 B 水溶質 C

第七節 酒精

酒精之製法 酵素 醱酵 酒精之性質

第八節 酒精飲料

釀成酒 蒸成酒 普通酒類所含酒精之
比較

第九節 非酒精飲料

茶 咖啡 茶素

第八章 熱

第一節 溫度；熱

第二節 熱之效應

化學變化 體積之變化 形態之變化
性質之變化 氣體之臨界溫度 汽管
人造冰

第三節 寒暑表

攝氏分度法 華氏分度法

第四節 熱之移動

傳導 對流 輻射

第五節 火焰

焰之生成 燭焰之分析 本生燈 煤氣
燈紗罩

第九章 光

第一節 光之直進

光 光之直進 像 影 日月蝕 光之
速度

第二節 光之反射

反射定律 亂反射

第三節 光之屈折

屈折定律 全反射 海市蜃樓

第四節 平面鏡及球面鏡

平面鏡 凸面鏡 凹面鏡 實像 虛像

第五節 透鏡

凸透鏡 凹透鏡

第六節 顯微鏡

單顯微鏡 複顯微鏡

第七節 望遠鏡

第八節 照相

銀之氯化物 照相原理 顯影 定影
晒影

第九節 眼

眼之構造 眼之調節 近視眼 遠視眼
視覺之餘跡 跳動筒 活動影戲 迷視

第十節 虹

太陽光帶 虹

第十一節 物體之色

不透明體之色 透明體之色

第十章 電

第一節 電

電 導體非導體 感應

第二節 大氣中之電

放電 雷電 落雷

第三節 電流

電位 電位差 電流

第四節 電池

電池之化學作用 丹氏電池 雷氏電池

乾電池

第五節 電流之效應

化學效應 磁效應 熱效應

第六節 電流之強弱

抵抗 歐姆定律

第七節 數量單位

電流強度之單位 電位差之單位 抵抗

之單位 電池之電動力

第八節 電磁石

第九節 電鈴

第十節 電報

第十一節 電鍍及電鑄

鍍銅之原理 電鍍方法 電鑄

第十二節 發電機

發電機 感應電流 直流交流

第十三節 電動機

電動機 電動機原理 電車

第十四節 電燈

白熱燈 弧燈

第十五節 電話

第十六節 X線

陰極綫 X線

第十七節 無線電報

電振動 電波 無線電報

第十八節 放射性物質

放射性物質 鐳 鈾 鈷 原質之蛻變

第十一章 力;能力;簡單機械

第一節 運動

等速運動 加速運動 加速度 運動量

第二節 力; 引力

力 萬有引力 重力

第三節 重心

平行力之合力 重心 安態穩定 危態

穩定 中態穩定

第四節 工作

工作 工率 馬力

第五節 能力

能力 運動能力 位置能力 音光磁電

及化學能力 能力之變遷 能力不滅

第六節 槓桿

槓桿 第一類 第二類 第三類

第七節 滑輪

滑輪 定滑輪 動滑輪 複滑輪

第八節 輪軸

第九節 斜面

第十節 螺旋

第十一節 劈

第七章

食物及飲料

第一節 食物之作用；食物之三要素

食物對於身體，有二大作用，一供給實質，二供給能力。身體之長成及新陳代謝，均於食物吸取其材料，是為實質之供給。體溫，以及筋肉工作，思考視聽等神經作用之生活力，皆原於食物，是為能力之供給。後者與煤之供給蒸汽機及氣油之供給氣油機以活動能力，彷彿相似。

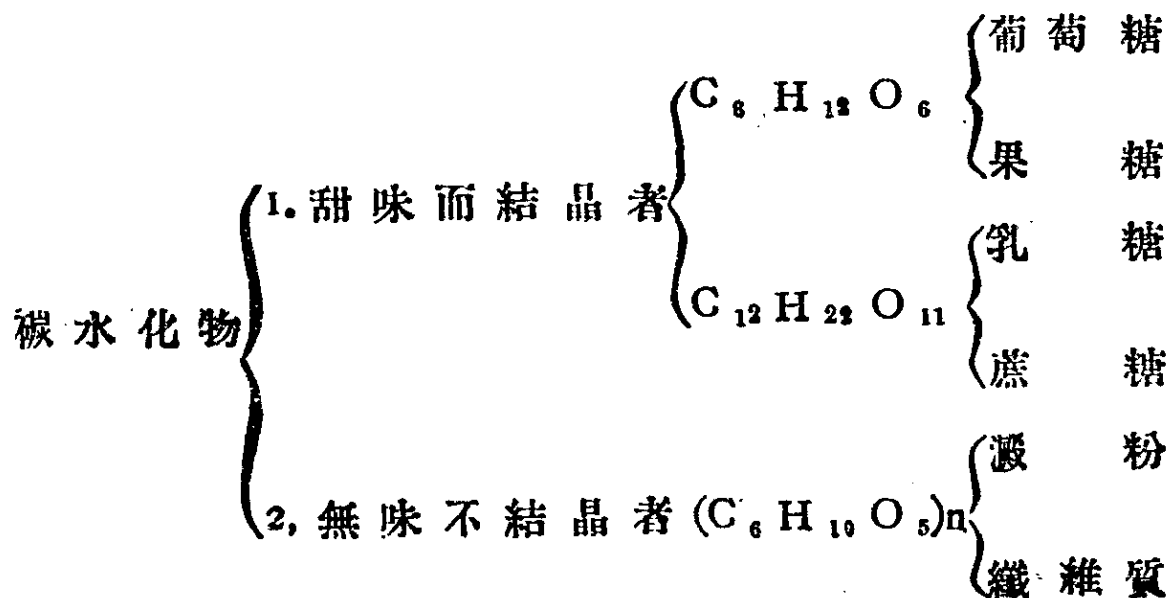
凡燃料供給機器以能力，必藉與氧化合，食物之供給能力，亦然。食物在體內與自空中吸入之氧，營種種氧化作用，因此化學變化，遂發生體溫與生活力。所異者，惟燃料之於機器為急速氧化，而在此，則為徐緩氧

化其結果所生最重要之產物，則二氧化碳與水蒸氣也。

食物之種類極多，但除水分外，主自下之三要素 (Three food principles) 而成：(1) 碳水化合物，(2) 脂肪，(3) 蛋白質。故欲研究食物，非先明此三者不可。

第二節 碳水化合物

碳水化合物 (Carbohydrates) 係碳、氫、氧三原質所成之化合物。在天然間為數甚多，約可分為甜味結晶及無味不結晶之二大類。



植物中含之甚多，而動物則少，因其中氫氧

二原質之比例適與成水應需之氫氧二原質比例相同，恰如礬與水之化合物故有此名。

葡萄糖 (Grape sugar). 各甜果中幾均含有之，而以葡萄及無花果等為最多，其甜味不及蔗糖。

果糖 (Fruit sugar). 常與葡萄糖相伴而存於果實中，甜味與蔗糖相若。



蔗糖 (Cane sugar). 即尋常白糖，含於甘蔗，甜菜，糖楓等植物中，甜菜產於溫帶，甘蔗產於熱帶及熱帶附近，尋常之糖，均自此二者製得之。

自甘蔗製取蔗糖之法，將甘蔗壓榨之，取其汁液，入石灰少許，加熱，使其蛋白質凝結，而除去之，然後蒸散其液，待冷，則得褐色之結晶，即俗所謂紅糖。

若欲精製之，可將此物溶解於水，通過骨炭，濾成無色液，再入真空鍋蒸發之，使其濃厚，然後冷之使結晶，此時若冷却甚速，則結晶微細，是為砂糖，若徐徐冷却，則得大粒結晶，是為冰糖。

自甜菜製蔗糖之法，與上法畧同，惟初步係用甜菜之根切成薄片，用少量之水滲出其糖分。

乳糖 (Milk sugar) 哺乳動物之乳汁，約含此糖 4 %，少甘味。

澱粉 (Starch). 亦稱小粉，各種植物之體內，無不有之，而以穀類豆類，及甘薯馬鈴薯粟子藕菱等含之為最多。

澱粉為白色粉末，不溶於冷水，然與水共熱之，則其細粒漲大表膜破裂，漸次變為糊精 (Dextrine)。

食物中之碳水化合物重要者為糖與澱粉，其在體內之作用，主營養化以供給能力，

亦可變為脂肪。

第三節 脂肪

脂肪(Fat)之主成分為硬脂精(Stearin),軟脂精(Palmitin),及油精(Olein).前二者係白色蠟狀之固體而後者為無色液體.故如牛脂,含前二者多而後者少,則質硬.豚脂反之則質軟,鯨油魚肝油橄欖油麻油等含油精特多,則為流動性液體.

三種精係碳氫氧三原質之化合物其分子式如下:

硬脂精..... $(C_{17}H_{35}CO_2)_3.C_3H_5$

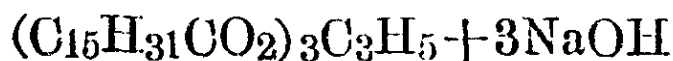
軟脂精..... $(C_{15}H_{31}CO_2)_3.C_3H_5$

油精..... $(C_{17}H_{33}CO_2)_3.C_3H_5$

食物中之脂肪,亦主為體內燃料,營養化以供給能力.其燃價約高過碳水化合物一倍.又此種脂肪,亦常儲蓄體內為脂肪層,以為保護體溫及食物不足時之用.

以脂肪與苛性鈉或苛性鉀共熱之,則

鈉或鉀與脂肪一部份結合而成肥皂(Soap).
如



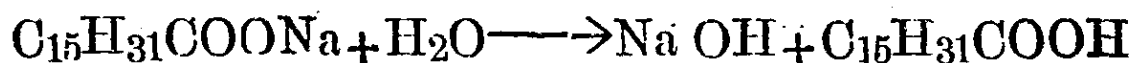
軟 脂 精 ↓



甘 油

肥 皂

製造肥皂時,用苛性鈉為原料,則質較硬,用苛性鉀為原料,則質較軟.至於色料及香料,乃於煮成後尙未全冷時所加入者.肥皂遇水,一部份受水之作用,生少許之苛性鈉或苛性鉀,如



肥 皂

苛 性 鈉

軟 脂 酸

此苛性鈉或苛性鉀,能與皮膚或衣服上所附污垢中之脂肪化合溶化於水,此即肥皂能去油垢之原因也.碳酸鈉及灰汁洗滌之功效,亦本此理,但其加水分解過度,易有侵害皮膚及衣服之虞,若肥皂,則加水分解適度,所生之鹼,其量甚微,故適於用.

肥皂之優劣視(1)所用脂肪之種類及其純潔之程度如何, (2)含有未化合之鹼與否,劣等肥皂多含未化合之鹼,不良於用。

第四節 蛋白質

蛋白質(Protein)構造極複雜,其分子式未確定,只知為含碳氫氧氮硫五原質之化合物亦有含磷者,其種類不一,所含各原質之百分數約如下:

| | |
|--------|-------|
| 碳..... | 50—55 |
| 氫..... | 5—8 |
| 氮..... | 15—19 |
| 氧..... | 19—25 |
| 硫..... | 0—5 |
| 磷..... | 0—1 |

茲更舉其普通之種類如下:

1. 蛋白 卵之白色部份為蛋白之水溶液,熱之約75度則凝固,

2. 豆質 豆類含之頗多,吾人食用之豆腐其大部份即為此物。

豆腐之製法將豆與水共磨之成糊，更加多量之水，使纖維與澱粉沈結，取其上部澄清之液，加鹽滷（即氯化鎂）或石膏則豆質凝固析出，即為豆腐。

3. 乾酪質 一種含磷之蛋白質，含於動物乳汁中為其最有滋養之部份。乾酪或稱牛乳餅 (Cheese)，即此質凝固製成。

4. 麩質 以小麥粉入布袋，在水中揉洗之，則小麥中之澱粉流出，而袋內留有淡黃色之黏塊是即麩質之含水者，食用之麩，俗稱麵筋即此物也。

蛋白質為動植物細胞之緊要成分。植物能以取自空中及土中之無機物質構成其自身之蛋白質，動物不能如此，只能吸收食物中之蛋白質，分解變化以構成其各組織特異之蛋白質。故蛋白質為一切動物食物之緊要成分。

蛋白質亦能供體內燃燒，以生能力。但

就普通食物論,三食素中,以蛋白質之價值爲最昂,舍碳水化合物脂肪而取蛋白質爲燃料,殊不經濟,故吾人食蛋白質之目的不在是也。

新陳代謝時,體內之蛋白質,復分解變化,而成尿素,尿酸,安莫尼亞鹽類等,排泄於外。

第五節 食量之標準;普通食物之成分

食物中三要素之分量,究應如何爲最適合,此爲近今食物化學家與生理學家共同研究之一問題,茲舉數個對於營中等筋肉勞動者每日食量之意見如下:

1. 德人 Voit 之意見

蛋白質 118 克

脂肪 56 克

炭水化物 500 克

2. 英人 Playfair 之意見

蛋白質 119 克

脂肪 51 克

炭水化物 531 克

3. 法人 Gautier 之意見

蛋白質 107 克

脂肪 65 克

炭水化物 407 克

4. 美人 Atwater 之意見

蛋白質 125 克

脂肪 125 克

炭水化物 450 克

此種雖非公認爲適當之標準，且因年齡，體格，職業等種種之差異，吾人日食之量，斷難依一定之標準爲根據。但由此可知選取食物，對於三者之分量大概當取如何之比例。

茲更將普通食物之成分列表如下：

| | | 水分 | 蛋白質 | 脂肪 | 碳水化合物 | 纖維 | 礦物質 |
|---|----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 牛 | 肉 | 71.00 | 19.90 | 27.60 | 0.40 | | 1.00 |
| | 肉 | 53.40 | 16.60 | 38.60 | 0.50 | | 0.90 |
| 羊 | 肉 | 47.50 | 14.50 | 7.30 | | | 0.70 |
| | 肉 | 70.80 | 22.70 | 3.10 | 2.30 | | 1.10 |
| 豕 | 肉 | 70.10 | 18.50 | 9.30 | 1.20 | | 0.90 |
| | 肉 | 78.90 | 18.10 | 10.80 | | | 1.40 |
| 鴨 | 魚 | 64.60 | 21.20 | 2.80 | | | 1.40 |
| | 魚 | 73.00 | 24.60 | 10.40 | | | 2.00 |
| 雞 | 魚 | 73.70 | 12.60 | 2.10 | 0.60 | | 1.00 |
| | 蛋 | 85.40 | 12.90 | 30.30 | 0.80 | | 0.60 |
| 雞 | 白 | 51.00 | 16.10 | 1.40 | 0.40 | | 1.00 |
| | 黃 | 87.17 | 3.56 | 83.64 | 4.88 | | 0.75 |
| 牛 | 乳 | 11.00 | 1.00 | 5.00 | | | 3.00 |
| | 油 Butter | 20.14 | 6.56 | 0.34 | 72.26 | 0.40 | 0.30 |
| 粳 | 米 | 64.08 | 3.16 | 0.05 | 32.27 | 0.27 | 0.17 |
| | 大 | 14.00 | 10.00 | 2.00 | 64.00 | 7.00 | 3.00 |
| 小 | 麥 | 14.40 | 13.00 | 1.50 | 66.40 | 3.00 | 1.70 |
| | 包 | 37.55 | 7.61 | 0.10 | 53.23 | 0.84 | 0.67 |
| 蠶 | 豆 | 15.13 | 27.19 | 1.45 | 47.72 | 5.31 | 3.20 |
| | 碗 | 14.30 | 22.40 | 2.00 | 52.50 | 6.40 | 2.40 |
| 豆 | 腐 | 89.00 | 6.00 | 3.10 | 1.10 | 0.10 | 0.70 |
| | 薯 | 66.28 | 1.30 | 0.19 | 28.77 | 2.48 | 0.93 |
| 甘 | 薯 | 76.80 | 1.50 | 0.10 | 19.20 | 1.40 | 1.00 |
| | 馬 | 94.60 | 0.70 | 甚少 | 3.70 | 0.50 | 0.50 |
| 蘿 | 茄 | 94.30 | 0.90 | 0.40 | 3.90 | | 0.50 |
| | 番 | 94.76 | 0.16 | | 4.77 | 0.10 | 0.21 |
| 西 | 瓜 | 95.60 | 1.20 | 0.30 | 2.00 | | 0.90 |
| | 莖 | 93.60 | 2.01 | 0.13 | 3.22 | | 1.04 |
| 萬 | 水 | 85.40 | 1.70 | 0.10 | 10.90 | 0.80 | 1.10 |
| | 藕 | 84.60 | 0.40 | 0.50 | 14.20 | | 0.30 |
| 蘋 | 甘 | 71.00 | 1.00 | | 18.00 | 6.50 | 0.50 |
| | 香 | 75.30 | 1.30 | 0.60 | 22.00 | | 0.80 |
| 落 | 花 | 6.30 | 28.20 | 41.20 | 7.20 | 13.90 | 3.20 |
| | 杏 | 4.80 | 21.00 | 54.90 | 17.30 | | 2.00 |

第六節 其他關於食物之研究

人體之組成已如第三章所述,含有下列之各原質:

氧 碳 氫 氮 鈣 磷 鉀 硫
 鈉 氯 鎂 鐵 碘 氟 矽

除碳水化合物與脂肪含碳,氧,氫及蛋白質含碳,氧,氫,氮,硫外,其餘諸原質,自必更取給於食物,以爲新陳代謝之用,茲特就其中比較緊要之三原質,——鈣,磷,鐵述其與身體之關係,及普通食物中含有之分量如次.

鈣 約佔體重 2% 其中 99% 存於骨中爲磷酸鈣.心臟之弛縮欲保常態,必須有定量之鈣鹽.

成人平均每日約消耗 0.45 克之鈣.據 Herter 研究小兒自三歲至十六歲之間,平均每日須積貯鈣 0.1 克故在此期間,食物之鈣量,尤須注意.多數食物中含鈣極少,而乳則含之較多.

| 每 100 克 含 鈣 之 量 | | | |
|-----------------|---------|-------|-------|
| 牛肉(瘠) | 0.007 克 | 精米 | 0.009 |
| 雞蛋 | 0.067 | 蠶豆(乾) | 0.190 |
| 雞蛋黃 | 0.137 | 蘿蔔 | 0.064 |
| 牛乳 | 0.120 | 馬鈴薯 | 0.014 |
| 人乳 | 0.034 | 杏仁 | 0.239 |
| 麥(全粒) | 0.045 | 胡桃 | 0.089 |
| 麥粉 | 0.020 | | |

磷,爲動植物細胞核之一成分,而以骨,乳腺組織,及神經系中爲尤多,凡細胞繁殖,細胞運動神經刺激之傳達等,皆與有密切關係,每人每日需磷之量約體重70 磅者,需磷 0.96 克

| 每 100 克 中 含 磷 之 量 | | | |
|-------------------|---------|-------|-------|
| 牛肉(瘠) | 0.218 克 | 人乳 | 0.015 |
| 雞蛋 | 0.180 | 麥(全粒) | 0.423 |
| 雞蛋黃 | 0.524 | 麥粉 | 0.092 |
| 牛乳 | 0.093 | 精米 | 0.096 |

| | | | |
|-------|-------|----|-------|
| 蠶豆(乾) | 0.741 | 杏仁 | 0.465 |
| 馬鈴薯 | 0.058 | 胡桃 | 0.357 |
| 蘿蔔 | 0.46 | | |

鐵佔體重只約0.004%，約不及3克，但其關係則極重要。其大部份為赤血球中血色素之成分，故若鐵之供給不足則血色素即減少，漸至患貧血症。

每人每日當吸收之鐵量，約為0.015克，人造含鐵無機藥品，是否有補血之効尙未能決定。乳中含鐵質甚少而無妨嬰兒之發育，是因嬰兒產生以前，其體中預儲多量之鐵質故也。

每 100 克 中 含 鐵 之 量

| | | | |
|-------|-------|-------|------|
| 牛肉(瘠) | 3.85 | 精米 | 0.90 |
| 雞蛋 | 3.00 | 麥 | 5.00 |
| 雞蛋黃 | 8.60 | 麥粉 | 1.00 |
| 牛乳 | 0.24 | 蠶豆(乾) | 7.00 |
| 人乳 | | 馬鈴薯 | 1.30 |

| | | | |
|-----|------|-----|------|
| 蘿 蔔 | 0.50 | 胡 桃 | 2.10 |
| 杏 仁 | 3.90 | | |

食物間尙有其他之重要問題焉。歐洲曾患一種壞血病 (Scurvy) 此病令身上發生紅點牙根癢痛皮膚發紅, 北部尤甚。其時居民, 大概以麪包魚肉爲食品, 只於甚短期間, 得有水果蔬菜。迨發現新大陸自歐西航者, 僅食麪包醃肉而壞血病更烈。於是漸覺此病爲少食新鮮食物所致, 進以鮮果鮮菜, 則能立愈, 自是歐洲開始種馬鈴薯, 用爲常食之品, 壞血病因之漸減。

又馬來菲列賓, 日本等處嘗患脚氣病 (Beriberi) 甚久, 1900年後始漸知爲食精米所致, 1907—1908年間 Fraser 與 Stanton 令 300 爪哇工人以米爲主食品, 食精米者得脚氣病, 而食糙米者則否。1909年頃菲列賓, 某軍隊 5000人患脚氣病者, 嘗爲 115 至 618 人, 1100年美國軍醫官令改食精米爲糙米患

者僅50人, 1911年患者3人, 1912年患者2人, 1913年竟無一患是病者。

凡此等現象, 均足見食物中尙有其他重要之成分。經化學家詳細研究, 最近發明副養素 (Vitamine) 三種:

1. 脂肪溶質 A. 此種副養素與下列之水溶質 B, 同有使身體美滿發育之功效。難溶於水, 而易溶於脂肪。蛋黃, 魚肝油, 及各種動物油 (除豬油) 小麥, 波菜, 萵苣, 紅蘿葡, 馬鈴薯, 番茄, 麥麻等, 均含之, 不過分量各不相同。

2. 水溶質 B. 有免除腳氣病之功效。可溶於水。天然物品含之者甚多。惟漂白麪粉, 機器白米, 藕粉, 機器玉米粉, 西米內, 均無之。熱至 120 度, 則功用消滅。

3. 水溶質 C. 前述壞血病即缺少此種副養素之故。果實各種蔬菜, 及發芽之種子內, 均有之。檸檬橘內, 含之甚富。

4. 脂肪溶質 D. 此種脂肪溶質, 其主功用, 在增進骨骼與牙齒之構成, 故可防軟骨及衰齒諸病, 常存於鱈魚肝油, 蛋黃及青菜中。

5. 脂肪溶質 E. 此種脂肪溶質, 爲生殖作用及小動物發育上所必需, 常存於麥芽, 萵苣, 蛋黃及植物油, 牛脂中。

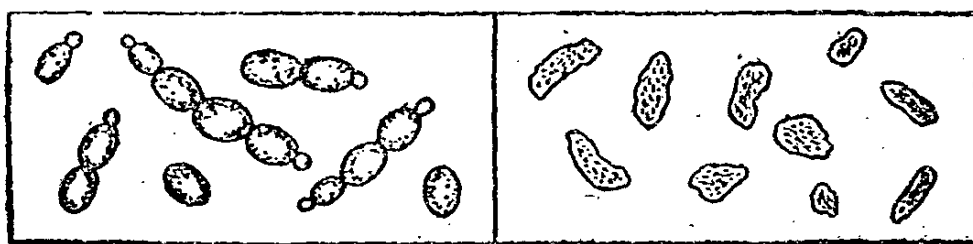
各種副養素之研究, 尙在萌芽, 其分子

式未能明了，惟此種要素，既在營養價值上佔重要之位置，遂為最近化學界極重要而且極有趣味之一問題。

第七節 酒精

酒精 Alcohol C_2H_5OH 亦名醇，因各種酒類均含之，故有是名。

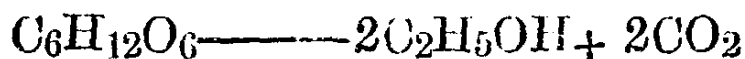
於葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$ 或麥芽糖 $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$ 之水液中，加入一種菌類（下等植物）名酒母 yeast 者，則當其繁殖時，生化學變



第一百一十一圖

酒母擴大形狀。a, 生; b, 死。

化而使糖類變為酒精及 CO_2 ：



葡 萄 糖

酒 精

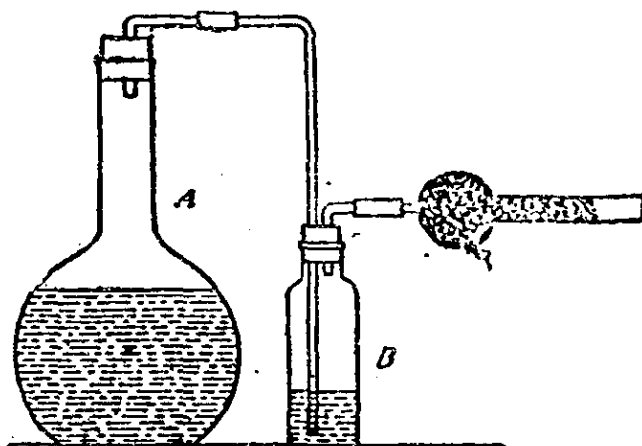


麥 芽 糖

酒 精

實驗 72 如 112 圖，燒瓶 A，盛水 1000 立方釐，以葡萄糖 100 克溶入之，加以少許之酒母。B 瓶盛石灰水，以

曲管與 A 瓶連絡。C 管中裝氫氧化鈉。將此裝置放溫暖處(30°最佳)一日或二



第 一 百 一 十 二 圖

日，注意 A B 二瓶中各起何現象？後開 A 瓶嗅之，如何？

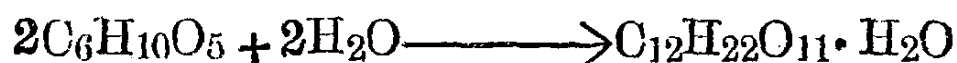
酒母繁殖時，能分泌一種物質，名 Zymase。使糖變酒精者，Zymase 之作用也；化學上凡如 Zymase 者，謂之**酵素**(Enzyme)其要性約為(1)非生物(2)必由生物發生(3)有接觸作用(4)含淡。因酵素而起之化學變化，謂之**醱酵**(Fermentation)故糖變酒精，稱為酒精醱酵。

工業上製酒精，不必皆用糖類。凡穀，麥，馬鈴薯等含澱粉之物質，皆可由一種酵素

(Diastase, 含於發芽大麥中)使爲麥芽糖,而後由酒母之作用,變成酒精,其大概如下:

(1) 先將含澱粉質磨碎混以麥芽.

(2) 以水與上混合物在 36°C 之溫度攪拌,使起下之變化:



澱粉

麥芽糖

(3) 將上混和物冷却加水稀薄且加酒母,使起酒精醱酵,此種發酵須三日至九日,且以含糖 10% 之溶液爲佳.

(4) 將上已醱酵之液 —— 含酒精約 10% 至 13% —— 蒸餾之,至含水約 5%, 即爲市售普通酒精.

酒精爲有芳香之無色液體,比重 0.79. 沸點 78°C . 冰點零下 130°C . 與水能任意混合,其溶解有機化合物之性甚著,故用以製香水,假漆,藥劑等,又有防腐性,可保存已死動物,故用以製標本. 近時學者推測,謂內燃

機所用氣油,將來必苦不足,酒精可以代之。

酒精在人體中,能變筋肉爲脂肪,故食酒多者,有血管破裂之虞(中風)。

第八節 酒精飲料

酒精飲料可分爲釀成酒及蒸成酒之兩類。釀成酒如紹興酒,啤酒,葡萄酒等,祇由醱酵而成。蒸成酒則釀酵所得,更須蒸餾以增其酒精之濃度,如燒酒,白蘭地酒等是,故蒸成酒所含酒精,比釀成酒爲多。

啤酒 含酒精約 3 —— 5 %

葡萄酒 含酒精約 7 —— 12 %

紹興酒 含酒精約 12 —— 20 %

燒酒 含酒精約 25 % 以上

白蘭地酒 含酒精約 30 % 以上

各種酒因其原料,釀造手續,及附加品不同,故有各別之色味,茲畧述數種如次:

1. 紹興酒 將糯米浸水一二日,瀝乾,上甑蒸之,蒸透,傾出待冷,以酒麴酒釀,漿米

(浸米之水) 清水,拌和入缸,三日後,每日開扒數次,如是五六日,復靜置之,至七八十日,貯袋中,榨出其酒入鍋煎之,俟沸,裝入壺中。

2. 啤酒 Beer 主為大麥所製成,先使麥發芽,磨為細粉,以熱水浸之,則存在麥芽中之酵素,自起作用,使澱粉化為糖質,再加酒母及苦味(Hops)與香料等,使之釀酵,最後加水使所含酒精至一定濃度。

3. 葡萄酒 Wine 乃用葡萄汁液,依附於葡萄外皮酒母之作用,使其中糖分釀酵而成,普通含酒精10%左右,但亦有另加酒精,致含量達20%者。

4. 白蘭地酒 Brandy 種類甚多,有以穀類釀酵成酒,與茴香或其他香料共蒸餾者,含酒精30%,有以蘋果,桃,櫻桃等果實釀酵成酒而蒸餾者,含酒精40%至50%。有以糖醬(製糖時不能結晶之糖汁)釀酵而蒸餾者,

含酒精40%至80%。

第九節 非酒精飲料

非酒精飲料之重要者，爲茶及咖啡。前者係茶樹之嫩葉，後者係咖啡樹之種子。



第一百十三圖 咖啡

二者均有興奮作用，可以提神，因其中含有茶素 $C_8H_{10}N_4O_2$ 之故。

茶素(Theine)亦名咖啡精(Caffeine).純粹者爲絹絲狀之針形結晶,有苦味乾燥之茶葉約含百分之2.咖啡子約含百分之1.

習 題

1. 試分別寫出合下列條件之尋常食品:
 - a, 含澱粉特多者.
 - b, 含脂肪特多者.
 - c, 含蛋白質特多者.
2. 鐵質在人體中何以重要?
3. 磷質在人體中何以重要?
4. 尋常食品中含磷及含鐵較多者,試分別寫出之.
5. 牛乳何以爲上等食品?
6. 乳中含鐵甚少,何以無妨身體之發育?
7. 糙米與精米孰佳?
8. 何謂釀酵? 酵素之要性若何?

第八章 熱

第一節 溫度,熱

一物體,以手觸之,其後將此物體在火上稍熱而再觸之,則覺其物之較煖,此種寒煖之程度,稱曰溫度(Temperature).

同是物體,其溫度有時高,有時低者,因其所含之熱(Heat)量有多少之別也。然熱究爲何物,但依近世物理學家之研究,知其爲能之一種,且物質所貯蓄所表現之熱能即分子之位能與動能,熱能形化,又能轉移,其傳佈,不僅藉物質之媒介,即在真空中,亦能爲波狀之進行,此種學說可解釋物體之溫度之變化,體積變化,狀態變化,化學變化,及傳熱等現象。

溫度爲物體含熱多少之表示,譬之於水:物體含熱,如杯之盛水,物體之溫度,猶杯

中水面高度,但不得即以溫度為熱。又如一盂水,分去若干,其溫度仍如前,而其所有之熱已分去若干,此亦溫度非熱之明證也。

第二節 熱之效應

物體因熱量增減而起之變化,稱曰熱之效應(Heat effects)此等效應,約分四種:

1. 化學變化 此如氫酸鉀加熱而分解,氫與氧加熱而化合,凡一切化學變化,均與溫度有關。

2. 體積之變化



實驗 73 如 114 圖上

者為金屬環,下者為球,

第一百十四圖 環之直徑微大於球,故

置球環上,能自由通過,今將此球

加熱,再置之環上,如何?少時球

冷又如何?

實驗 74 燒瓶滿盛有色液,以

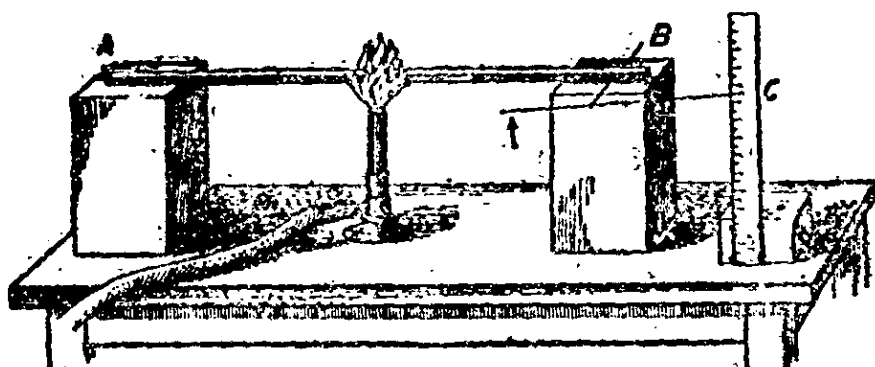
帶有玻璃管之木塞塞之,使稍昇



第 一 百 十 五 圖

管中,如圖,乃加熱,注意管中液面起何變化?
冷之復如何?

實驗 75 如第116圖,金屬棒一,左端置A木塊上,
右端置B圓柱上,圓柱附有指針,將棒加熱,則



第 一 百 十 六 圖

見指針在C尺上向下移,試思其故.冷之,復如何?

凡物體之體積,熱則膨脹(Expansion),冷則收縮(Contraction)此為一般之通例,其變化之分量,以氣體為最大,液體次之,固體又次之.科學上為便於比較起見特定以某物質溫度每昇攝氏1度所增之體積對於在 0° 時之體積之比,為某物質之體脹係數(Coefficient of cubical expansion),即

$$\text{體脹係數} = \frac{\text{溫度每昇攝氏1度所增之體積}}{\text{在攝氏零度時之體積}}$$

固 體 體 脹 係 數

| | | | |
|---|-----------|-----|-----------|
| 鋅 | 0.0000893 | 金 | 0.0000441 |
| 鋁 | 0.0000840 | 玻 璃 | 0.0000270 |
| 銀 | 0.0000583 | 鉑 | 0.0000266 |
| 銅 | 0.0000500 | | |

液 體 體 脹 係 數

| | |
|-----|---------|
| 以 脫 | 0.00171 |
| 酒 精 | 0.00111 |
| 硝 酸 | 0.00111 |
| 硫 酸 | 0.00049 |
| 水 銀 | 0.00018 |

氣 體 體 脹 係 數

| | |
|-------|---------|
| 水 蒸 氣 | 0.00419 |
| 空 氣 | 0.00367 |
| 淡 氣 | 0.00367 |
| 養 氣 | 0.00367 |
| 輕 氣 | 0.00366 |

水對於溫度之變化,與一般物質稍有不同,即其自 0°C 至 4°C 不膨漲而反收縮,

0°C 之水 $\xrightarrow{\text{收縮}}$ 4°C 之水 $\xrightarrow{\text{膨漲}}$ 100°C 之水

故水之密度,以在 4°C 時為最大。

水 之 密 度 表

| | | | |
|----|---------|----|---------|
| 0° | 0.99988 | 5° | 0.99999 |
| 1° | 0.99994 | 6° | 0.99997 |
| 2° | 0.99997 | 7° | 0.99994 |
| 3° | 0.99999 | 8° | 0.99988 |
| 4° | 1.00000 | 9° | 0.99982 |

水之此種特性,在自然界甚關緊要,因冬日河池之水冷至 4° C 後,密度反小,不復下沉,故結冰始於表面,水之深者,內部動物得保無恙。

有時論固體之膨脹多不注意其體積之脹縮,而只注意其長短之增減,故更定各

固 體 線 脹 係 數

| | | | |
|----|-----------|----|-----------|
| 鋅 | 0.0000297 | 金 | 0.0000167 |
| 鋁 | 0.0000287 | 鐵 | 0.0000123 |
| 銀 | 0.0000194 | 玻璃 | 0.0000090 |
| 黃銅 | 0.0000188 | 鉑 | 0.0000089 |
| 銅 | 0.0000167 | | |

固體之線脹係數(Coefficient of linear expansion):

$$\text{線脹係數} = \frac{\text{溫度每昇攝氏 1 度所增之長}}{\text{在攝氏零度時之長}}$$

膨脹之應用甚廣,茲畧舉數例如下:

(一) 寒暑表之製造.(詳後)

(二) 鐵軌之間常存幾分空隙.

(三) 欲施鐵箍於車輪,取箍徑較車徑畧小者加熱使漲而箍於輪,及其失熱收縮乃得緊固.凡上木桶之金屬箍亦然.

(四) 凡玻璃瓶之玻塞安緊,不能拔出,以布浸沸水包瓶頸,或以燈火熱瓶頸,即易拔出.

3. 形態之變化 此即第一章所述三態之變化.分言之則為:

固體 $\xrightarrow{\text{得熱}} \text{融解}$ 液體 $\xrightarrow{\text{得熱}} \text{氣化}$ 氣體

氣體 $\xrightarrow{\text{失熱}} \text{液化}$ 液體 $\xrightarrow{\text{失熱}} \text{凝固}$ 固體

固體融解時之溫度,稱為融解點(mel-

ting point). 每 1 克固體融解為同溫度液體所需之熱，稱為融解熱 (Heat of fusion)，反之液體凝固時之溫度，稱曰凝固點 (Solidifying point) 此點大多數物質與融解點一致，此時每 1 克放出之熱，亦與融解熱等。

物 質 之 融 解 點

| | | | |
|----|------------|---|-------------|
| 酒精 | -130°C. | 銀 | 960° |
| 水銀 | -39° | 金 | 1063° |
| 冰 | 0 | 銅 | 1083° |
| 錫 | 232° | 鐵 | 1200°—1600° |
| 鉛 | 327° | 鉑 | 1753° |
| 鋅 | 418° | 鎢 | 3270° |
| 玻璃 | 800°—1400° | | |

物 質 之 融 解 熱

| | | | |
|---|-------|----|-----|
| 冰 | 79.8級 | 鉑 | 27級 |
| 鋁 | 77 | 硫 | 9 |
| 銅 | 43 | 鉛 | 5 |
| 鋅 | 28 | 水銀 | 3 |

冬日融雪時之氣候,反較下雪時之氣候為冷,即因雪自空中吸收多量融解熱所致。

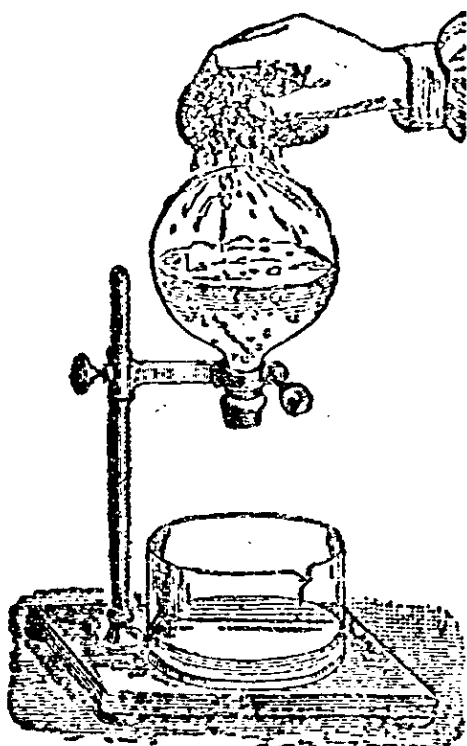
液體氣化已如第一章所述分蒸發與沸騰。其沸騰時之溫度,稱曰沸騰點 (Boiling point) 每 1 克液體化為同溫度蒸氣所需之熱稱曰氣化熱 (Heat of Vaporization)。

物 質 之 沸 騰 點

| | | | |
|---------|----------|-----|---------|
| 養 氣 | -192.9°c | 酒 精 | 78.3° |
| 二 養 化 炭 | -78.2° | 水 | 100.0° |
| 以 脫 | 34.6° | 水 銀 | 357.0° |
| 哥 羅 仿 | 61.2° | 鐵 | 7450.0° |

物 質 之 氣 化 熱

| | | | |
|-----|------|---------|-----|
| 水 | 536級 | 淡 氣 | 50級 |
| 酒 精 | 205 | 空 氣 | 50 |
| 輕 氣 | 123 | 二 養 化 炭 | 96 |
| 養 氣 | 58 | 水 銀 | 68 |



實驗 76 取圓底玻璃瓶，盛水至半，熱之使沸騰，以其蒸氣之力逐出空氣，隨以木塞緊塞瓶口，而倒置之，此時水之沸騰止。由是以布巾沾冷水而淋瓶底，則見水復沸騰。試思注冷水時，

第一百十七圖

瓶中原有之蒸氣如何？

上為因氣壓減小，而水之沸點下降之證。高山上煮物往往不熟亦同此理。反之在蒸汽機鍋爐內，蒸汽壓力或達數氣壓，此時水非到 130°C 以上，不能沸騰。故知液面上之壓力愈大，沸騰點愈高，壓力愈小沸騰點愈低。通常所稱之沸騰點，均指在 1 氣壓時而言。

水之沸騰點與氣壓之關係

| 氣 壓 | 沸 騰 點 | 氣 壓 | 沸 騰 點 |
|------|---------|------|--------|
| 71 糲 | 98.11°C | 75 糲 | 99.62° |
| 72 | 98.49 | 76 | 100.00 |
| 73 | 98.88 | 77 | 100.36 |
| 74 | 99.26 | 78 | 100.72 |

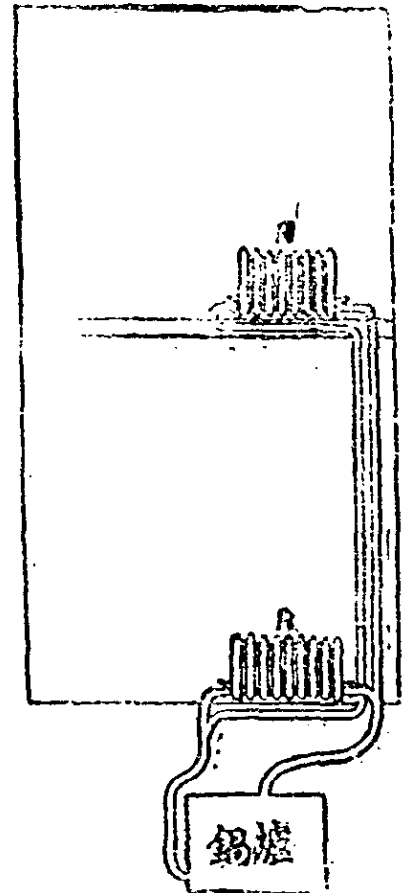
欲氣體液化不外增加壓力與降低溫度之二法,然溫度之關係,尤為緊要.凡一種氣體,若其溫度在某一定溫度之上,無論壓力增至若何程度,決不能使之液化.此一定溫度,稱為該氣體之**臨界溫度**(Critical temperature). 在臨界溫度時所需之壓力,稱為**臨界壓力**(Critical pressure).現時知此種關係故所有氣體,均可液化.

臨界溫度與臨界壓力

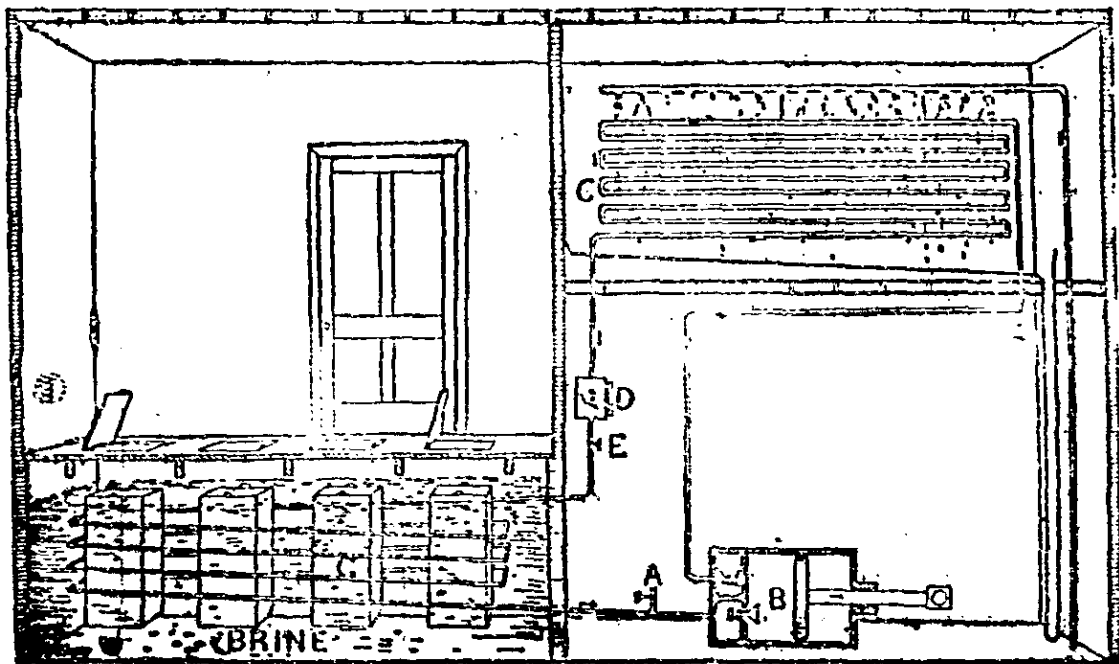
| 物 質 | 臨 界 溫 度 | 臨 界 壓 力 |
|-----------|---------|---------|
| 水蒸氣..... | 374 | 194.6氣壓 |
| 綠氣..... | 146 | 93.5 |
| 安莫尼亞..... | 130 | 115 |
| 養氣..... | —118 | 50 |
| 空氣..... | —140 | 39 |
| 淡氣..... | —146 | 33 |
| 輕氣..... | —234.5 | 20 |
| 氫..... | —268.5 | 2.3 |

凡物液化時，須將以前氣化時所吸收之氣化熱放出，故將蒸汽由導管送入冷空氣之房屋內，使其液化，即可使屋內空氣溫暖。汽管之裝置，即本此理。

人造冰之原理即是利用氣化與液化，通常用安莫尼亞氣在壓縮器內加大壓力送入 119 圖右上方凝結器之蛇管內。



第一百十八圖
汽管煖屋裝置



第一百十九圖
人造冰原理

B —— 壓縮及抽氣兩用之唧筒

C —— 凝結管

E —— 節制舌門

G —— 盛清水之筒

使成液體，更由節制舌門將此液體徐徐送入下方蒸發器之蛇管內，而用抽氣筒將所得蒸氣，迅速抽出，其蒸發時由周圍鹽水取去必需之熱量，鹽水之溫度，直降至零下 10° 左右，水內所浸鐵筒中之水，遂凝結成冰。

4. 性質之變化 物質之性質，常因溫度而變，如金屬對於電流之抵抗，因溫度昇而增加，鋼條之彈性因溫度昇而減小，又橡皮投入液體空氣（約零下 190° ），變成極脆，鉛鈴投入液體空氣，發音響亮，皆其例也。

第三節 寒暑表

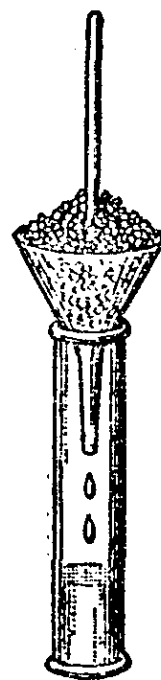
比較溫度高低之器械，謂之寒暑表 (Thermometer)。其最單簡而普通者，為通常所用之水銀寒暑表，即利用物質熱漲冷縮之

理製成。



取內徑勻細,下端有球之玻璃管,盛入水銀.滿球及管之下部,乃將球部加熱使水銀上昇至管口密封之,俟冷,則水銀降下,而管之上部成真空。

此種寒暑表有兩定點以爲標準.其中一點稱爲冰點(Freezing point),係將下



第一百二十圖

面球部插入

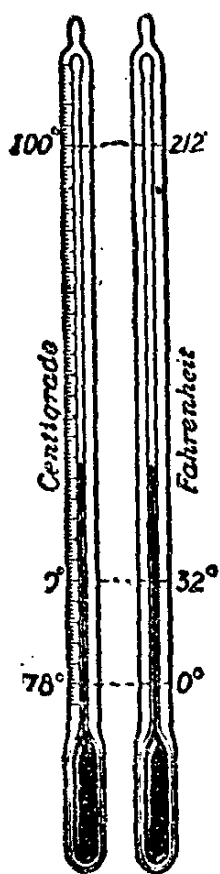
第一百二十一圖

定冰點

正在融解之碎冰中時,水銀

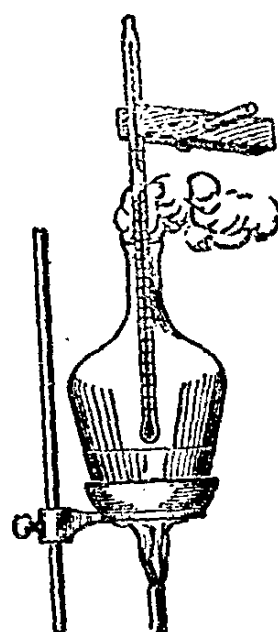
面所在之處,他一點稱爲沸點(Boiling point),係將寒暑表放在1氣壓之沸水上面時水銀面所在之處。

學術上將冰點定作 0 度,沸點定作 100 度,兩點間之距離,分作 100 等分,每一等分稱為一度,是為百度法(Centigrade scale). 或稱攝氏分度法(Celsius scale).



第一百二十三圖 水銀寒暑表適用於較高溫度,酒精寒暑表適用於較低溫度.

又有一種分度方法,係將冰點定作 32 度,沸點定作 212 度,兩點間之距離分作 180 等分,每一等分亦稱為 1 度,是為華氏分度法(Fahrenheit scale).



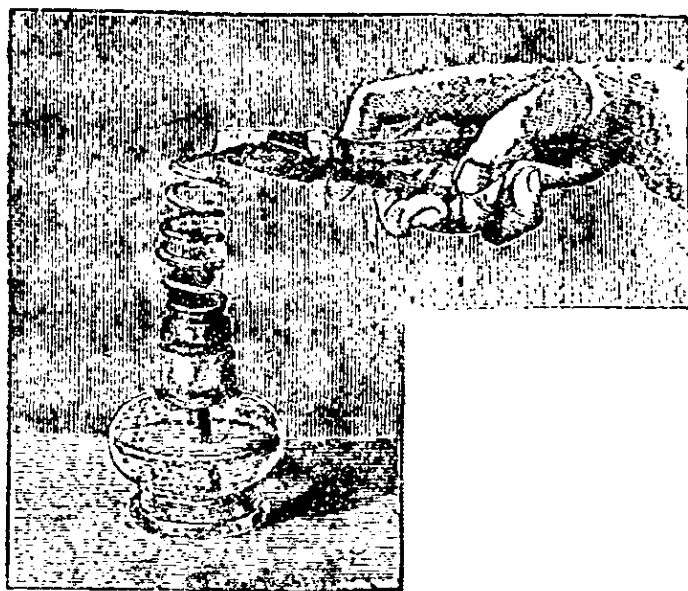
第一百二十二圖 定沸點

此種寒暑表有以酒精代水銀者,水銀之沸點為 357°C,而冰點,為 -39°C. 酒精之沸點為 78°C,而冰點為 -130°C. 故

第四節 熱之移動

熱自某處移動至他處,其移動之情形,約分三種.

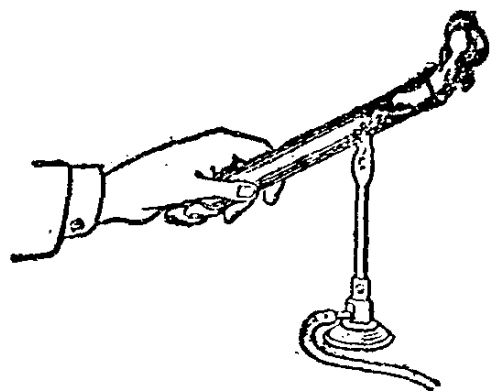
1. **傳導** 用鐵鉗挾住鋼絲螺線之一端,放在火上,初只著火之部溫度昇高,漸次未著火之部溫度亦昇高,最後,并鐵鉗之溫度,亦昇至手不能握,凡兩物相接觸時,熱由高溫之物體,移至低溫度之物體,或同在一物體內,由高溫之部分,移至低溫度之部分,此種現象,稱為熱之傳導(Conduction of heat).



第一百二十四圖

煮飯用鐵鍋,但加以木蓋,鍋底之熱,可以傳至鍋內,鍋內之熱,却不能傳出木蓋以

外,煮水過沸,致壺把甚熱不能用手提時,只須用手巾等類將壺把裹住,即不覺其熱,由此可知熱之傳導,對於各類物質,有難有易,如各種金屬,傳導極易之物質,稱為導體(Conductor). 如木材,棉花,布帛,水,空氣等類,傳導甚難之物質稱為非導體(Non-conductor).

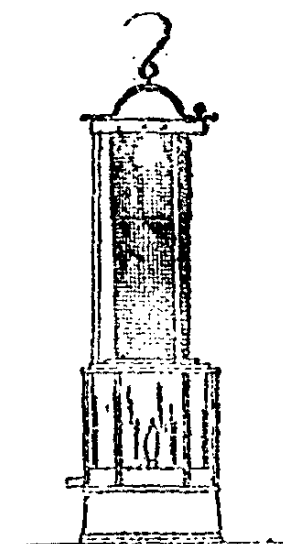


第一百二十五圖

實驗 77 取重物繫小冰塊,沈入盛水將滿之試管中,如 135 圖,將試管上部加熱,稍久,上部之水沸騰,察視管底之冰

已融解否?

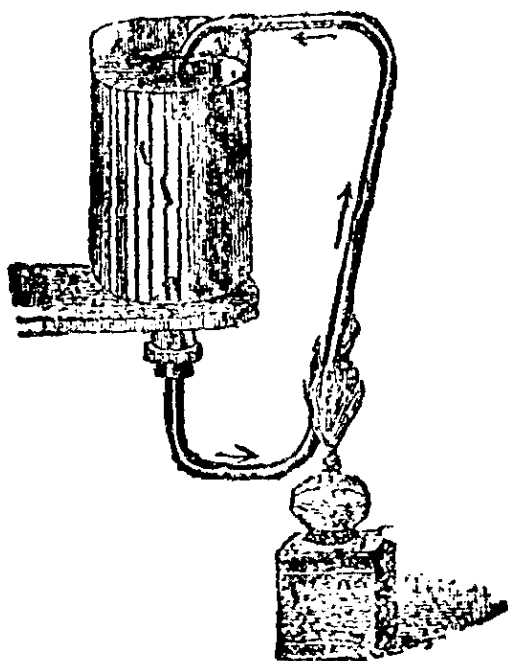
煤礦中常有沼氣 CH_4 . 此氣與空氣混和,遇火即爆發,故礦坑中所用之燈,常覆銅絲罩於燈焰之周圍,以傳散其熱,如是,雖有爆發,只限於罩之內部而無危險,故名



第一百二十六圖

安全燈(Safety lamp).

2. 對流

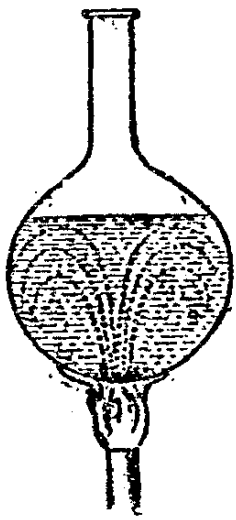


實驗 78 由水桶之底端,插入一曲管,管之上端,插入桶內水面以下,即使水在管中,可以自由流過,如圖,然後用火熱管之下端,最初僅著火處溫度增高,其次管之上端,最後桶內全部之水,其溫度均升高。

第一百二十七圖

水雖非導體,但其密度,以 4°C 時為最大,過此溫度愈高,密度愈小,所以下端之水,因溫度升高,較上端之水為輕,受浮力作用,當然上昇,桶內之水即較重之水,由桶底流入管中,來作代替。

平常在瓶內煮水,雖無此種導管,仍因著火處溫度較高,密度較小,所以昇上,次第



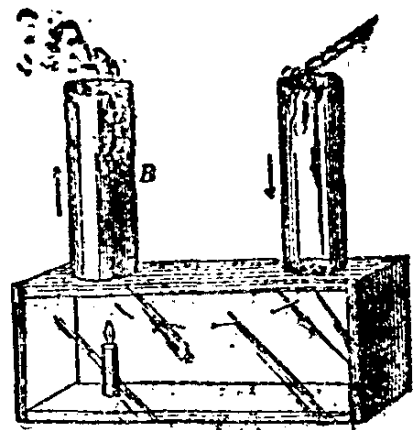
由冷水降下以作代替,終至全瓶之水均至同一溫度(圖128)。

此種現象,稱為熱之對流(Convection of heat)。

空氣得熱,亦起對流作用,風之生成,不外此理,今更以下

第一百二十八圖之方法實驗之。

實驗 79 如 129 圖,取一箱,上有二孔,孔上各置一圓筒,燃燭於箱中一筒下,取火煤近筒口試之,其烟之方向各若何?



3. 輻射 人近火爐, 第一百二十九圖

即覺其煖,太陽之熱,能達地球,此種熱之移動,既非傳導,又非對流,乃係由高溫的物體,直射至低溫的物體,是為熱之輻射(Radiation of heat)。

對流由於物質分子之流動,傳導則物

質分子雖不流動，而分子之動能依次傳遞，惟如太陽熱之輻射，直達地球，似不可解。現時學者公認宇宙間有以太(ether)者，瀰漫充塞，無處不有，為光波電波之媒介。熱之輻射，亦由於以太之波動。蓋熱為物體分子之動能，物體分子運動時，其動能傳於周圍之以太，使以太生波，其波達於他物體，他物體分子之動能，因之增進，即覺熱而溫度升高。

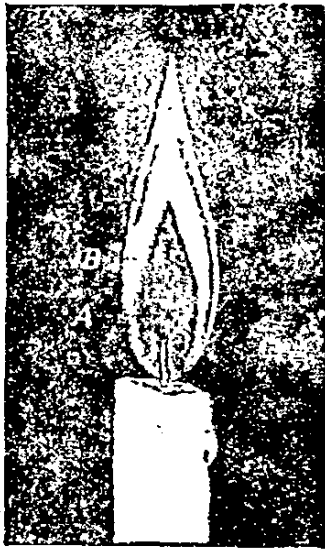
第五節 火焰

輕氣煤氣點火即生焰，蠟燭點火則蠟融，油燈點火則油昇，終皆化為氣體而生焰。所以焰不外是燃燒之氣體而已。

如將蠟燭之焰仔細研究，見有三種不同之部分(第 130 圖)。

A. 燭心周圍之黑暗部分。此是氣化之蠟，未與空氣接觸，尙未燃燒之部分。如將此部分之氣體取出，尙可燃燒。

B. 光輝最強之圓錐形部分。此處因



第一百三十圖
焰之構造



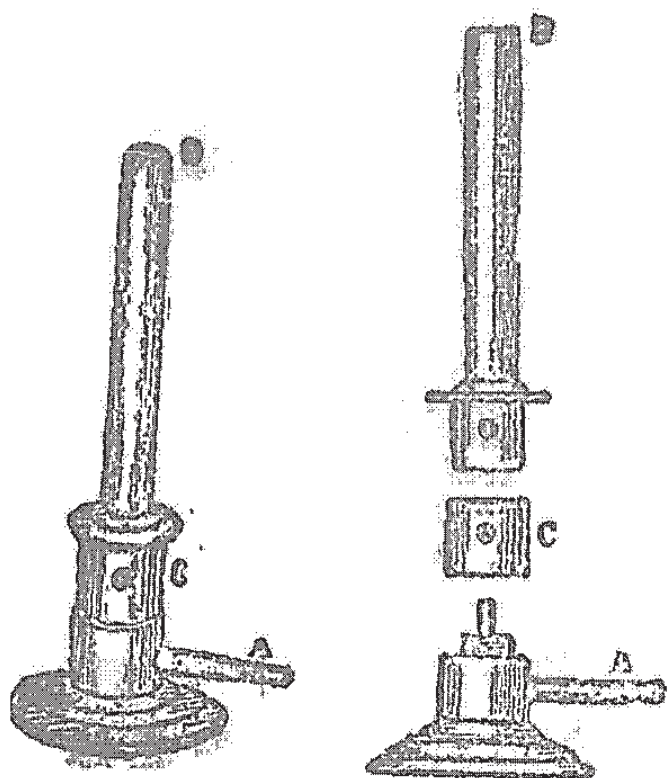
第一百三十一圖
由焰心取其氣體燃燒

空氣之供給不足,燃燒不充分,故一部分之炭,變成微粒,受灼熱而故光輝。

C. 外部。 此處空氣之供給充足,炭質亦全部燃燒,而為二養化炭,溫度極高,但光則微弱,幾不可見。

由上知焰中養化最完全之部分,溫度最高,故欲焰強熱,當使混有多量之空氣,本生燈,(Bensen burner)之下孔,即是如此。 焰中有固體被灼熱時,光輝最強,故欲得強光,當

使焰中有固體存在，煤氣燈之網罩，即是如此。



第一百三十二圖

本生燈

工場煙囪所放之煤煙，即燃燒不完全之產物，不特經濟上受莫大損失，且有害於近地之衛生。預防之法，當使燃料所生之炭化物與養氣充分混和，而成完全燃燒，方可。



第一百三十三圖 煤氣燈罩

附註 煤氣燈火光極微，如用白光罩套於火焰上，則發白色強光。此罩之製法，先用棉紗編成長圓筒狀之網，浸足硝酸鈾 (Thorium nitrate) 與硝酸鋇 (Cerium nitrate) 之混合溶液，然後燃之，則棉紗燃去，而硝酸鹽變為氧化物，保留原來之網狀，即成白光罩。最佳者，含氧化鈾 99%，氧化鋇 1%。我國近時煤油氣燈中所用之罩，即此類白光罩也。

習 題

1. 用同大之鋅片與鐵片各一，釘在一處如 134 圖之左部，將此物加熱，即彎曲成圖中右



第 一 百 三 十 四 圖

部所示之狀況。試言其故，並就圖中狀況，指出上下兩層孰為鐵孰為鋅。

2. 茶若過熱，只須就杯口吹氣，不久即涼，試言其理。

3. 用寒暑表測物體之溫度,由於何種作用?
4. 通常說夏日之溫度有一百多度,係指何種分度法之度數?
5. 攝氏22度,約與華氏何度相當?華氏104度,約與攝氏何度相當?
6. 冬日以手觸室中之金屬品,必覺較木製品為冷,其故何在?
7. 實驗室用燒瓶或玻璃杯加熱時,常置金屬線網於其下,試言其故。
8. 火爐之下面,必開一孔,上面又須裝一烟筒,是何作用?
9. 電燈罩之內部,實為真空,而點電燈時,罩即發熱,此為傳導之現象否?

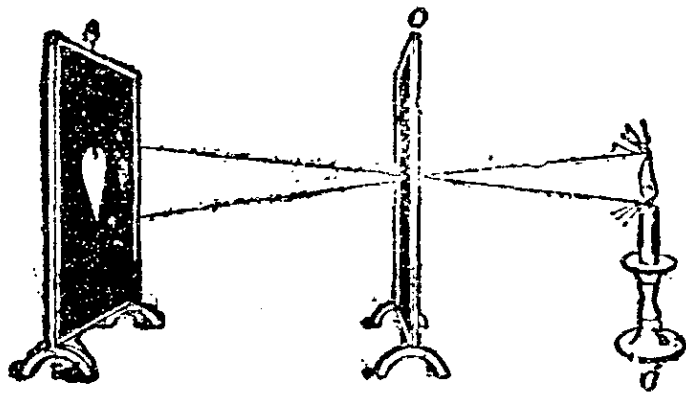
第九章 光

第一節 光之直進

昔時謂光爲一種物質微粒，從物體發出，射入人目，則起光感。然此僅能說明光之簡單現象，而不能說明光之複雜現象。現今謂光亦起於物體內部之振動，此種振動，傳於周圍之以太，使以太生波，向各方傳達，其波動激刺人之視官，遂生光之感覺。

由窗隙透進室內之日光，從旁看去，其通過之路，完全是一條直線。又如將有小孔之紙板隔住燭火，非眼，燭火，及小孔三者同在一直線上，不能窺見。由此可知光在組織一致之媒質內，是循直線進行。故可用直線以表示光之進路，稱爲光線(Light ray)。

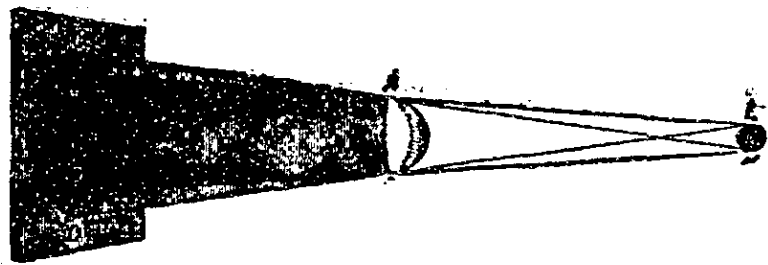
由燭火發出之光線，通過小孔後，在障壁上生一光點，各光點集合起來，成一圖形，與原來之燭火相似(第 135 圖)，稱爲像(Image)。



光線若被不透明體遮斷,後面即無光線通過,此暗黑部分,稱為影(Shadow).

第一百三十五圖

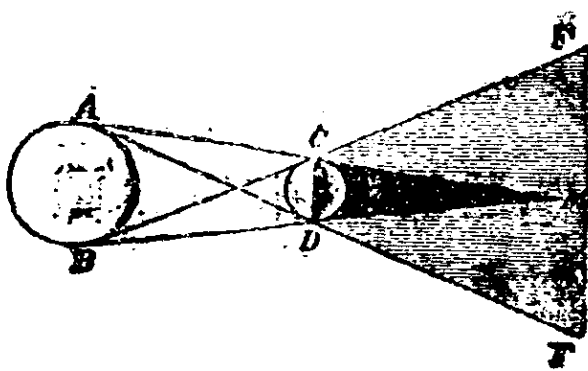
光源若不止一點,則所成之影中,有完全不見光之部分 CD(136圖),稱為本影(Uindra). 有尚見一部分光之部分 C'D' 稱為半影



(Penumbra).

第一百三十六圖

日蝕月蝕,即由上理而成,如137圖試定 AB 為太陽, CD 為地球,月行入地球之影內;



則成月蝕(Lunar eclipse). 定 AB 為太陽, CD 為月,地球在月之影內則成日蝕(Solar eclipse).

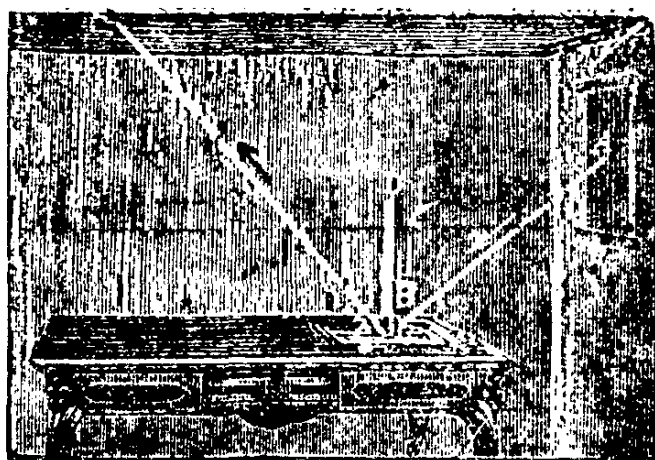
第一百三十七圖

又如日蝕時，地球為月本影所遮之處，全不能望見太陽，則為既蝕，為月半影所遮之處，尙可見太陽之一部分，則為部分蝕。

光之速度約每秒 300000 浬，即一秒鐘之內，可繞行地球周圍七次半，太陽光達地球表面，只須 8 分 18 秒，其他星球之光，傳至地球有須數年，數十年，或百年以上者。

第二節 光之反射

由窗孔透入之日光 AB，遇桌上之平



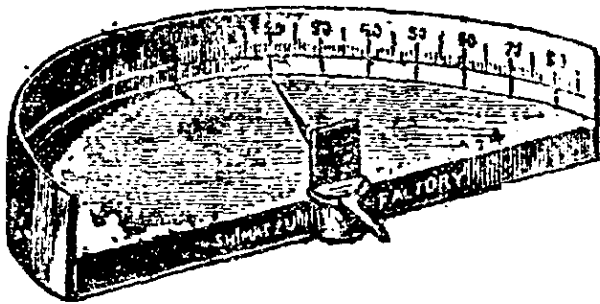
第一百三十八圖

面鏡(第138圖)即折成BC方向，此種現象，稱為光之反射(Reflection of light) 原來之AB光線，稱為投

射線(Incident ray). 改變方向後之光線，稱為反射線(Reflected ray). B點稱為投射點(Point of incidence). 由B點作BD直線，和鏡面垂直，稱為

法線(Normal). $\angle ABC$ 稱爲投射角(Angle of incidence). $\angle DCB$ 稱爲反射角(Angle of reflection).

實驗 80 如第 139 圖,半圓周曲板,由中央至左右,以等距離刻度劃,於圓之中心立小鏡,鏡前



第一百三十九圖

附指針,與鏡面垂直,此鏡得任意迴轉於左右,今使指針指在 20° 或 30° 之處,則由 0° 間隙

透入之光,投射鏡上,必反射於 40° 或 60° 之處。

由實驗測得

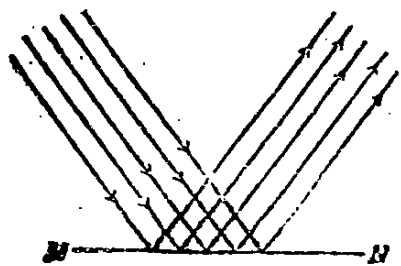
(1) 反射線與投射線,各在法線之一側,且與法線同在一平面內。

(2) 投射角等於反射角。

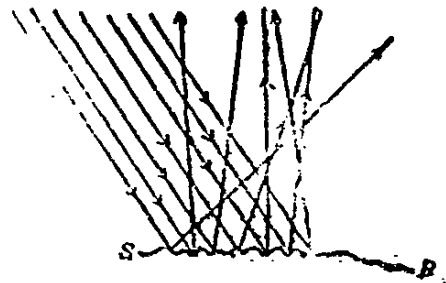
此種關係,稱爲反射定律(Law of reflection).

普通物體之面,並非真正平面,所以投射光線(日光)雖屬平行,反射線却不能如真正平面時作正則之反射(第140圖之左半)

因凹凸不平,反射之方向,亦不一致(第140圖之右半),是爲亂反射.



正 反 射



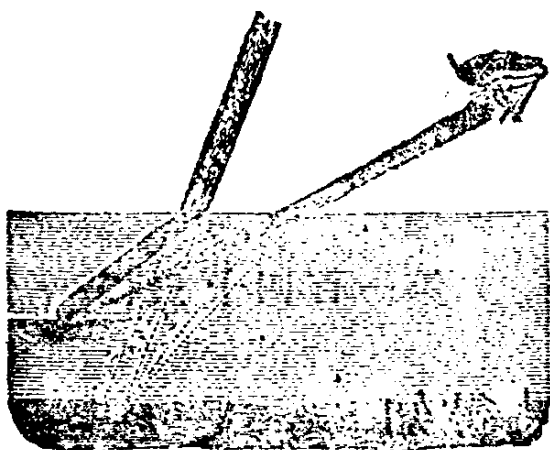
亂 反 射

第 一 百 四 十 圖

實際上辨別物體之存在,全賴此種亂反射作用.不然,僅有一方能見,其他方向望去,因無反射線,均不能見矣.

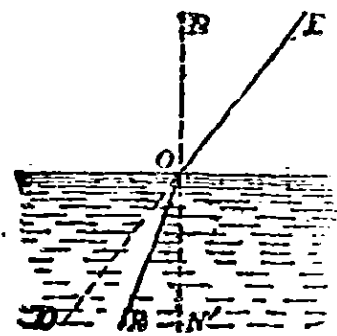
第 三 節 光 之 屈 折

插在水中之木棒,由外面望之,下半截



第 一 百 四 十 一 圖

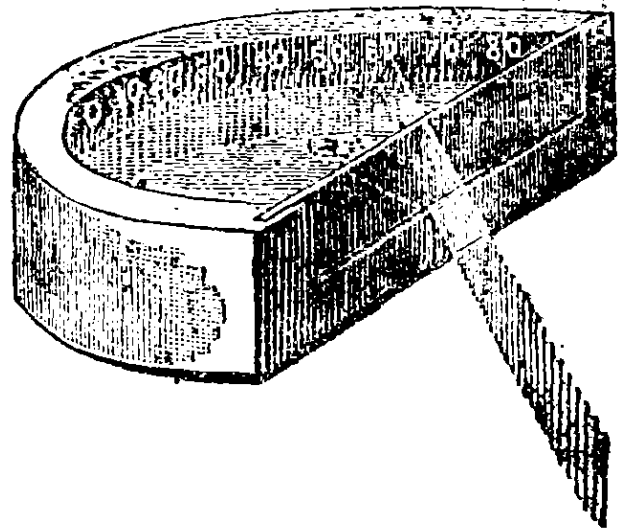
好似在水面處折斷的一般(第141圖),此係光線自一媒質斜射入他媒質時改變方向所致.此種現象,稱爲光



第一百四十二圖

之屈折(Refraction of light).如第 142 圖屈折前之光線 IO 稱爲投射線,屈折後之光線 OR 稱爲屈折線(Refracted ray).ION 角,稱爲投射角.N'OR 稱爲屈折角(Angle of refraction).

實驗 81 取半圓筒形之箱,上部無蓋,於直徑平板中央,鑿鉛直小孔,蓋以玻板,又圓弧內面由 0 度分割至 90 度,但其 0 度與平板中央之孔相對.今充水於此器,至半,置燭光於孔隙前光一部通空氣而進,一部透過水中,自圓弧觀察之,其徑路之差異如何?



第一百四十三圖

由種種實驗結果,得知

(1) 投射線,屈折線,各在法線之一側

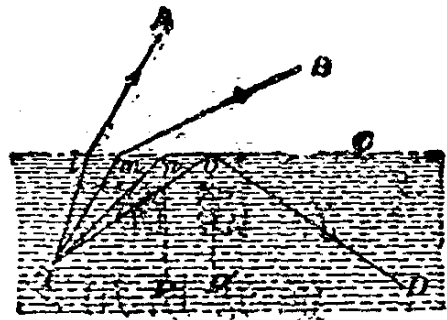
(2) 光線由疎媒質入密媒質,則屈折角比
投射角小.若由密媒質入疏媒質,則屈
折角比投射角大,

(3) 投射角正弦與屈折角正弦之比,於二
媒質爲一常數,與投射角之大小無關

此種關係,稱爲屈折定律(Law of refraction),

光線由甲媒質屈折入乙媒質時,仍有一部份自其境界面反射.依上定律所述,設乙媒質密度較小,屈折角即大於投射角則投射角大至某程度,可

得屈折角爲直角(如144圖 no 屈折線)而投射角更大時,屈折角必大於直角,即光線完全自境



第一百四十四圖

界面反射,而不能屈折入乙媒質,是爲全反射(Total reflection).

海上穩靜之時,往往見遠山及船舶等倒挂空中,名曰蜃樓,即光線全反射所致也

蓋此時空氣密度,下層大於上層,光線由密度大之下層,進入密度小之上層,屈折角逐



第 一 百 四 十 五 圖

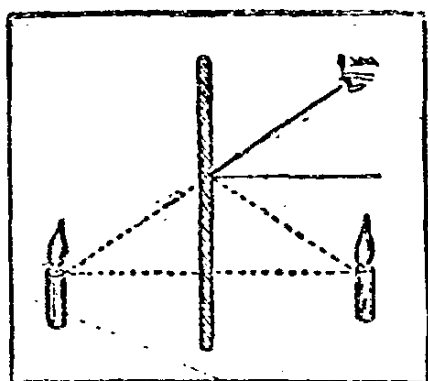
次大於投射角,至投射角過大時,不復能向上層屈折,遂全反射而向下層,人目遇之,宛如船舶等在甚高之空際然。

第 四 節 平 面 鏡 及 球 面 鏡

通常所用之鏡,爲平面鏡(Plane mirror). 其鏡面係球面之一部份者,爲球面鏡(Spherical mirror),二者均利用光之反射而成。

置燭於平面鏡前,見鏡內之燭,與鏡前之燭大小一樣,其位置又與鏡前之燭對於鏡面成對稱,此鏡內之燭,稱之曰像(Image).

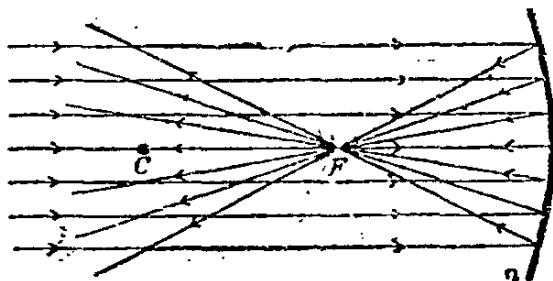
像之生成，實由鏡前之燭，發出光線，投射於



第一百四十六圖

鏡面，復由鏡面反射入目所致。由幾何學證明平面鏡所成之像，大小與實物一樣，其至鏡面之距離，亦與實物至鏡面之距離相等。

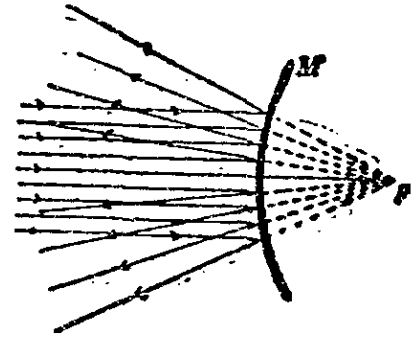
實驗 82 球面鏡鏡面之中點和球心連結之直線稱為主軸。今取凹面鏡向太陽使主軸和太陽光線平行，而以紙片在鏡前移動，則至某一定之處，見太陽光線聚集於一點，將易燃之物置此點。如何？



第一百四十七圖

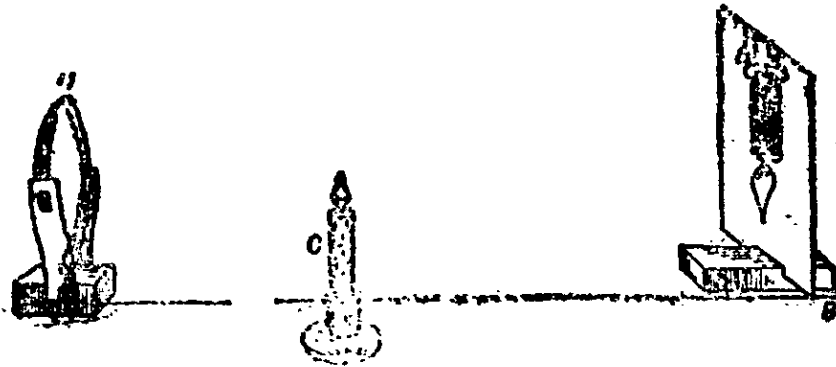
上述之點，如 147 圖，為平行於鏡軸之光線，自鏡面反射，公共通過之點，稱曰凹面鏡之主焦點(Principal focus)。平行於凸面鏡鏡軸之光線，反射後不能相交(如 148 圖)但若

延長反射線於鏡後，則亦可得一交點，為凸面鏡之主焦點。此點實非光之所聚，不過假設之點，故如此者稱為虛焦點，而如凹面鏡之主焦點者，則稱為實焦點，凹面鏡與凸面鏡之主焦點均在球半徑之平分處。



第一百四十八圖

實驗 83 在暗室內置燭火於凹面鏡前，視其距鏡面遠近若何，有時能顯燭火倒影於紙屏或玻屏上(如149圖)。



第一百四十九圖

有時不能，而只能如平面鏡，顯直立燭影於鏡內。置燭火於凸面鏡前，則無論如何，只能顯直立燭影於鏡內。

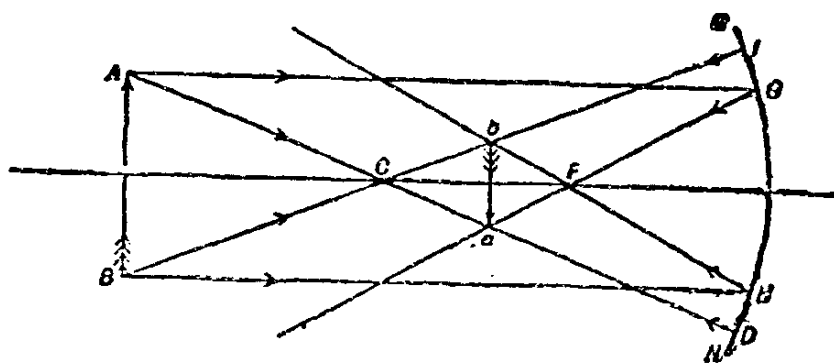
顯於紙屏上之影,實爲反射光線所成,稱爲實像,反射光線,并不到鏡後,故鏡內之像,稱爲虛像,像之虛實,大小,倒順及其位置,皆可以作圖法求之。

求像之法,爲就物體首末二端,各求其如下二投射線之反射線。

1. 平行於鏡軸之投射線之反射線。

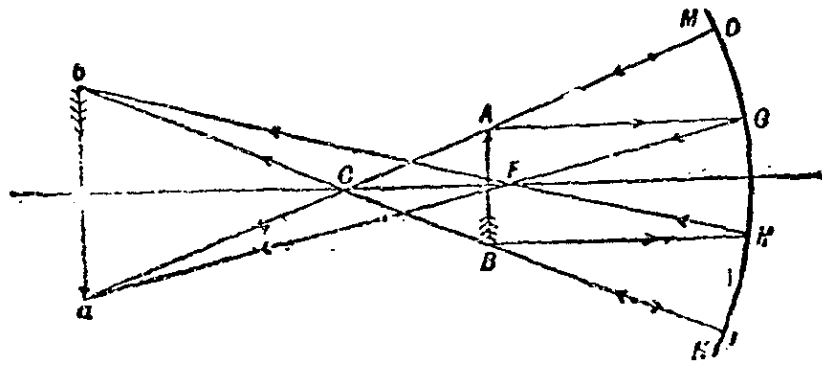
2. 循球徑方向之投射線之反射線。

上二反射線或其在鏡後之延長線,必可相交,於是得首末二端之像,將二端之像聯絡之,即得物體之全像。

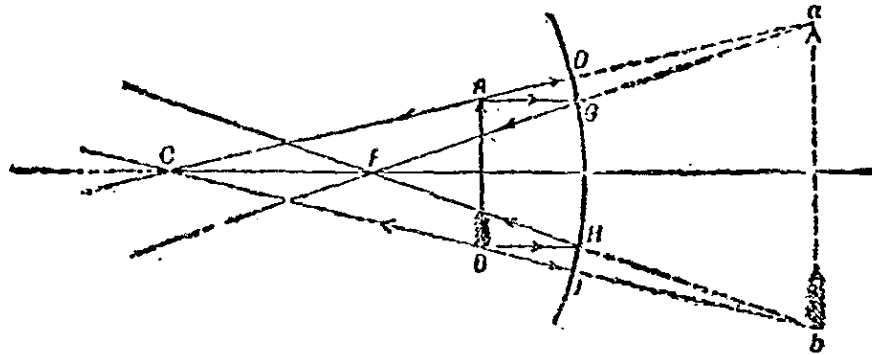


第一百五十圖 凹面鏡之像一

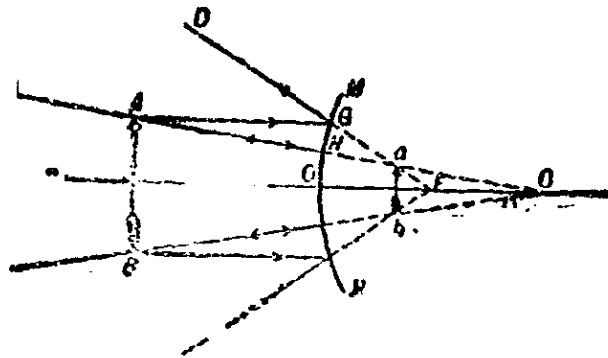
物在球心外, 實像,較小,倒立。



第一百五十一圖 凹面鏡之像二。
物在球心與主焦之間，實像，較大，倒立。



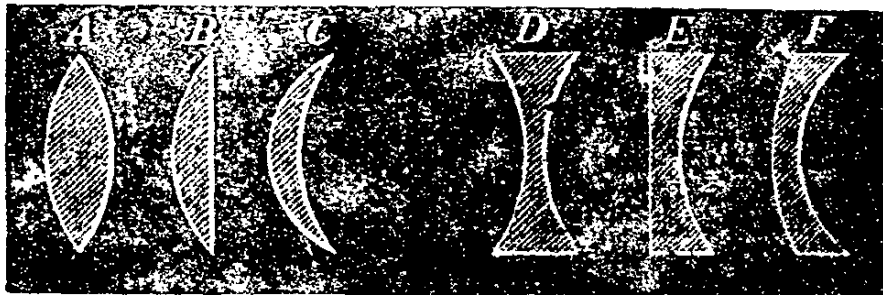
第一百五十二圖 凹面鏡之像三。
物在主焦點以內，虛像，較大，直立。



第一百五十三圖 凸面鏡之像
虛像，較小，直立。

第五節 透鏡

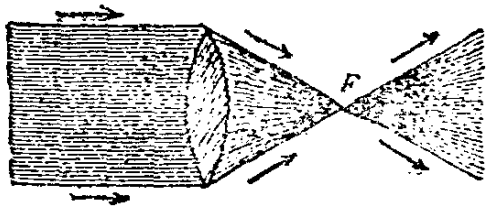
透鏡(Lens)利用光之屈折,普通為玻璃製成,共分六種(第154圖),中央部份較厚,如A, B, C等,稱為凸透鏡(Convex lens),中央部份較薄,如D, E, F等,稱為凹透鏡(Concave lens)



第一百五十四圖

實驗 84 連結透鏡兩球面中心之直線,稱透鏡軸。今取凸鏡置日光下,使鏡軸與太陽光線平行,則在鏡後某距離處,太陽光線集於一點。以火柴置此點,如何?

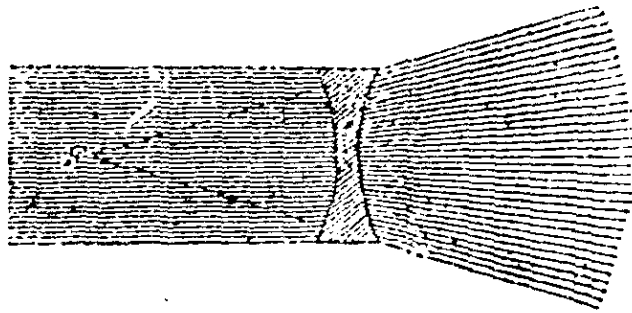
上述之點,如155圖,



為太陽光線通過透鏡,屈折後之交點,稱為凸

透鏡之主焦點,由此至鏡面之距離,稱為焦點距離(Focal length),如

156 圖,平行於凹透鏡軸之光線,通過透鏡

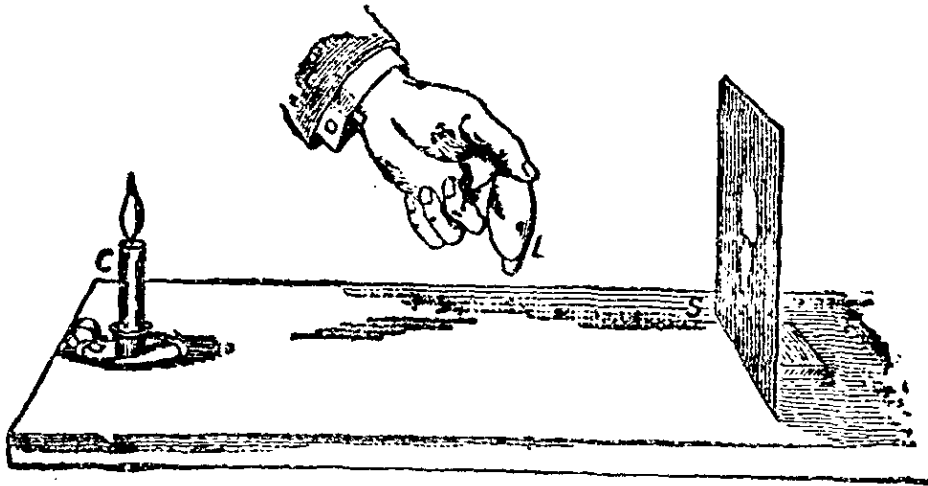


後,愈遠愈散,不復聚集,但若將此等光線向射來之方向,逆延長之,則亦

第一百五十六圖 交於一點,此點為

凹透鏡之主焦點,故凸透鏡之主焦點為實焦點,凹透鏡之主焦點為虛焦點。

實驗 85 於暗室內置燭光於凸透鏡前,視其與透鏡距離如何。



第一百五十七圖

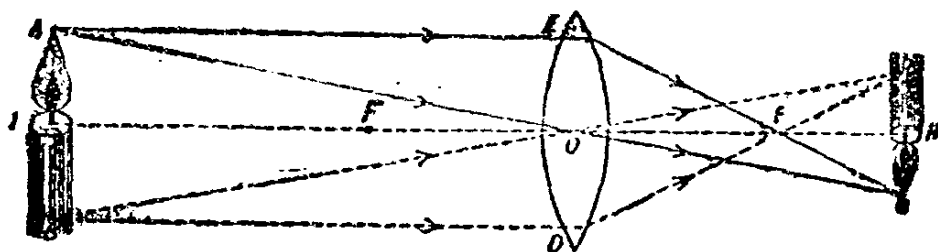
有時能顯倒立燭影於屏上(如157圖),有時不能,而只能自透鏡之他側,望見在燭火之同側,有

較大之燭影。至置燭火於凹透鏡前，則永不能顯倒像於屏，只能自透鏡之他側望見在燭火之同側有較小燭影。

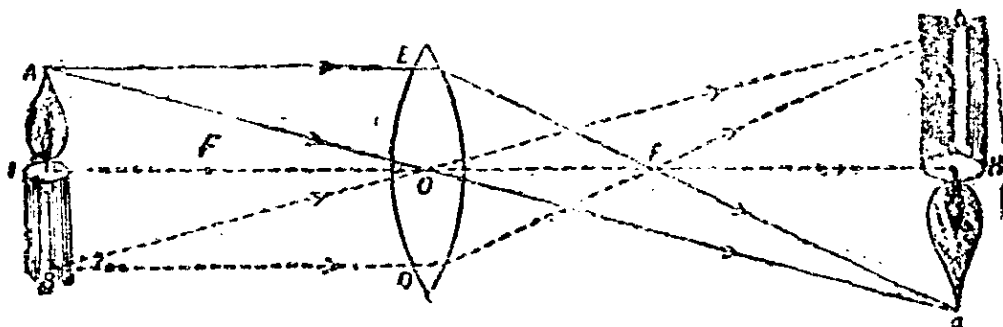
上述顯於紙屏之像，為實像，在燭火同側之像，為虛像。此種像之虛實，大小，倒順，及其位置亦可作圖求得，其法就物之首末二端，各求其如下二投射線之屈折線：

1. 與鏡軸平行之投射線其屈折線通過主焦點。
2. 通過鏡心(即透鏡之中心)之投射線，其屈折線可視為與投射線成一直線

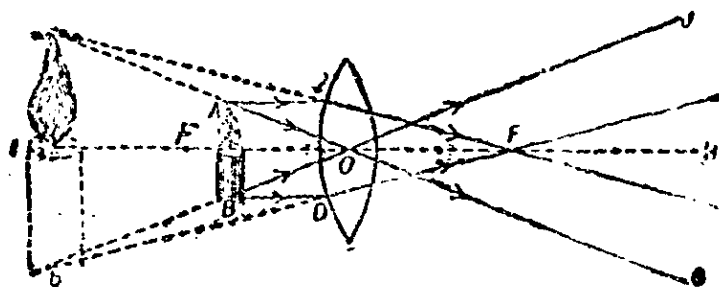
上二屈折線，或其於透鏡他側之延長線，必可相交，於是得首末二端之像，聯結之，即得物體之全像。



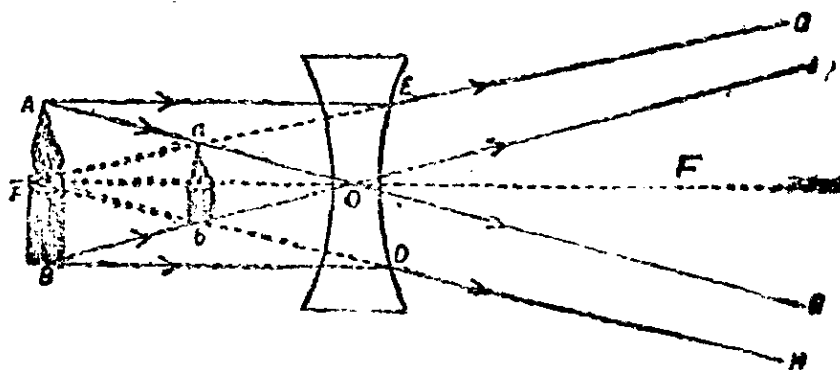
第一百五十八圖 凸透鏡之像一
物在二倍焦距以外。 實像，倒立，較小。



第一百五十九圖 凸透鏡之像二。
物在焦距以外，二倍焦距以內。
實像，倒立，較大。



第一百六十圖 凸透鏡之像三
物在焦距以內。 虛像，直立，較大。

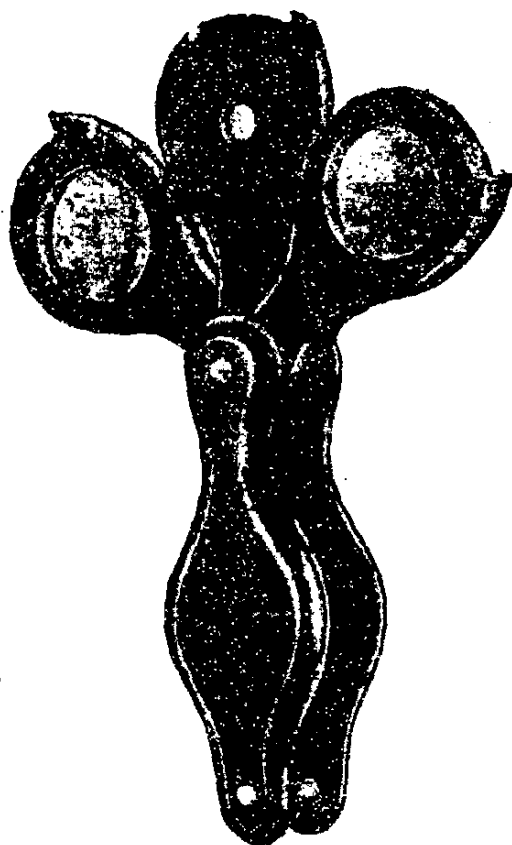


第一百六十一圖 凹透鏡之像
虛像，直立，較小。

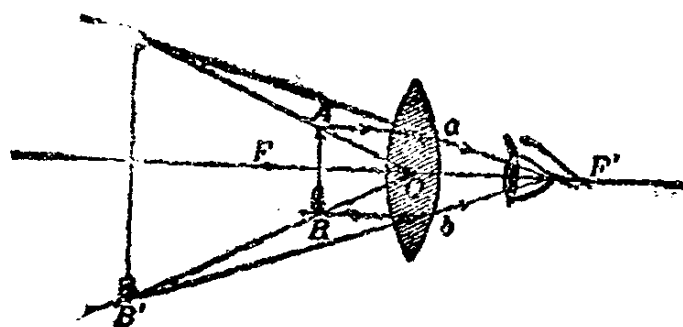
第 六 節 顯 微 鏡

顯微鏡(Microscope)係用透鏡製成,有單複之別,茲分述如下:

1. 單顯微鏡 由前節,物體若在凸透鏡焦點距離以內,發出之光線通過透鏡後,造成虛像,較實物為大,應用此理,將微小物體 A B (第163圖),置於焦點距離極短之凸透鏡之焦點 F 以內,



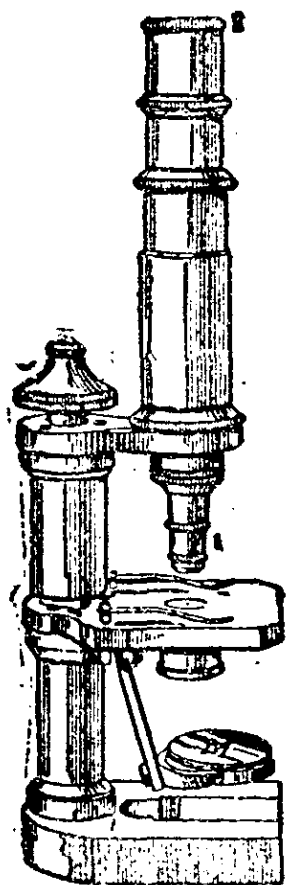
第一百六十二圖 廓大鏡



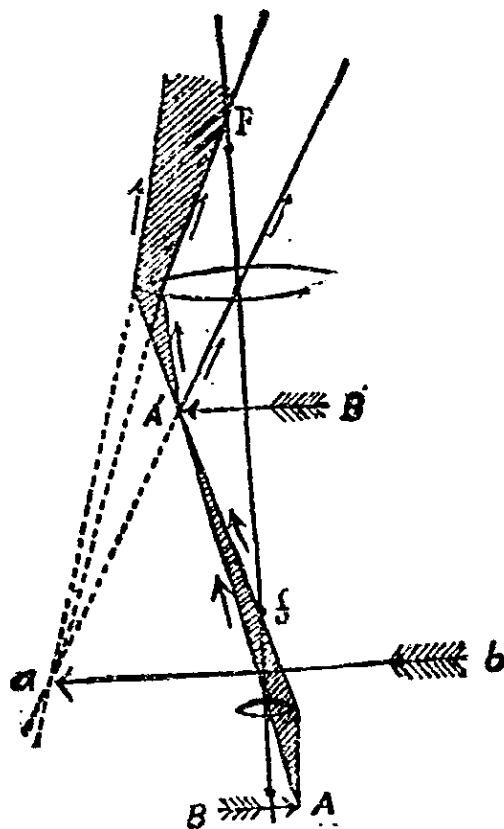
第一百六十三圖 廓大鏡原理

隔鏡望之，即得見其放大之虛像 $A'B'$ 。此器械通常稱稱為廓大鏡。

2. 複顯微鏡 單顯微鏡僅能將實物放大數倍乃至數十倍，若欲將極微小之物體，如微生物，動植物細胞等放大數百倍，或



第一百六十四圖
顯 微 鏡



第一百六十五圖
顯 微 鏡 原 理

數千倍，則須用 164 圖之裝置，是為複顯微

鏡,即通常所稱顯微鏡者是也,其要部爲一直立金屬圓筒,上下兩端,各有一透鏡,下端與物體接近之透鏡,稱爲物鏡(Objective),上端與眼接近之透鏡,稱爲目鏡(Eyepiece).如165圖,物體 AB 置於物鏡之焦點距離外,廓大後,造成實像 $A'B'$,位置恰在目鏡之焦點距離以內,故再經目鏡廓大,即成虛像 ab .

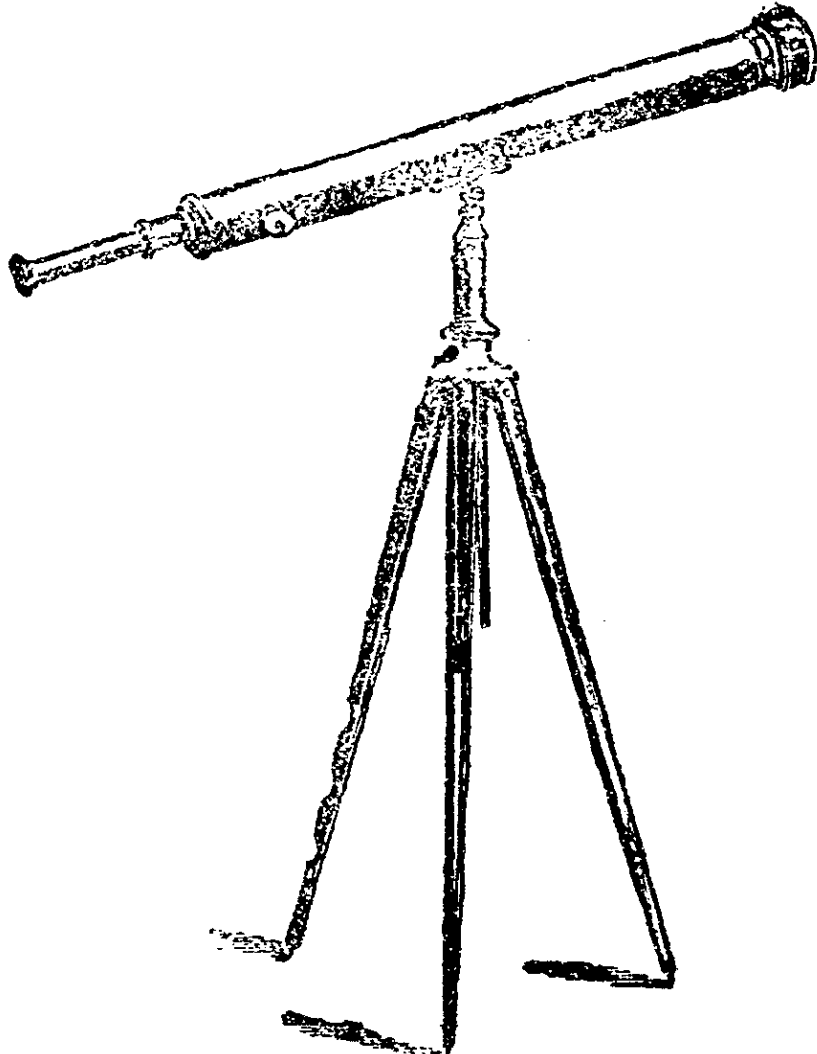
ab 之長對於 AB 之長之比,稱爲顯微鏡之倍率.

第七節 望遠鏡

望遠鏡(Telescope)爲觀察星體及遠距離物體之器械,其形甚多,今舉其一種論之,如

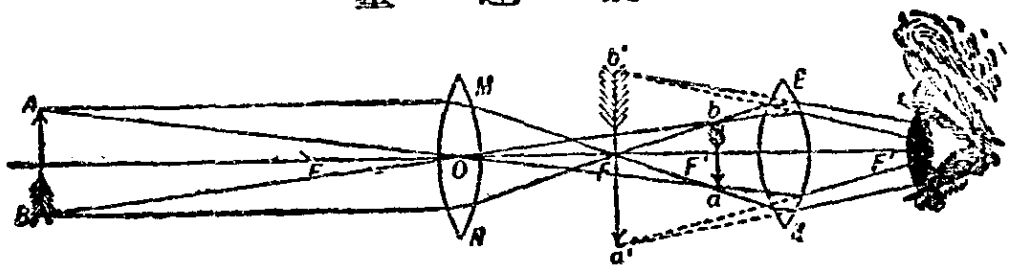
167 圖,於粗金屬圓筒之一端,嵌長焦點距離之凸透鏡 MN ,是爲物鏡,他端插一細圓筒,而在該筒端嵌短焦點距離之凸透鏡 EE 是爲目鏡,設 AB 爲遠處物體,由物鏡作用,先成實像 ab ,因其在目鏡之焦點 F' 以內,故由目鏡作用,擴大成 $a'b'$ 之虛像,即所見

之像也。



第一百六十六圖

望遠鏡

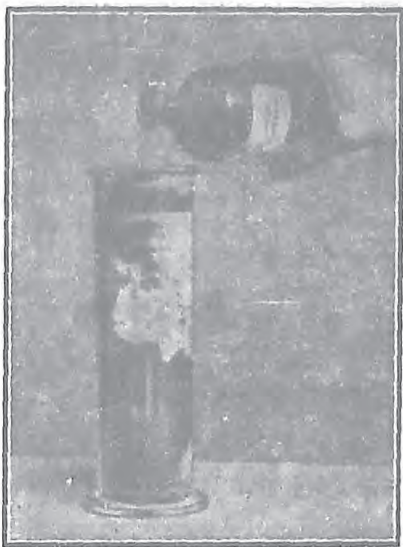


第一百六十七圖

天文望遠鏡原理

上述望遠鏡所見物體之像，上下顛倒，但以之觀察天空星體，則無妨礙。

第 八 節 照 像

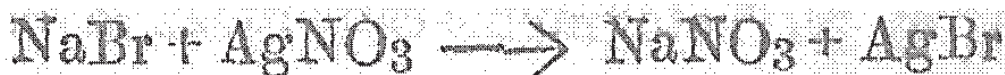


實驗 86 取氯化鈉溶液，加以硝酸銀溶液，則生白色沈澱，是為氯化銀(Silver chloride)。取溴化鈉溶液，加以硝酸銀，則生微黃色沈澱，是為溴化銀(Silver bromide)

第一百六十八圖



氯化銀



溴化銀

實驗 87 取上二種沈澱各一半，置之日光下，察其漸漸變色否？他一半，各加以照相用之海波 (hypo $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 濃溶液(20%)，均溶解否？

實驗 88 取略變色之氯化銀沈澱及溴化銀沈澱(變成紫色者)各加以通常照像之顯影藥水,得有黑色物質否?

銀鹽見日光,均能漸起變化,是為光化作用之一例.特銀之鹵族化物(氯化銀,溴化銀,碘化銀)見日光變化尤易.上之變色,即其表現也.實驗 88 之黑色物質,乃自氯化銀,溴化銀等析出之銀粒,故由上諸實驗,得知

(1)銀之鹵族化物,見光則漸變化.

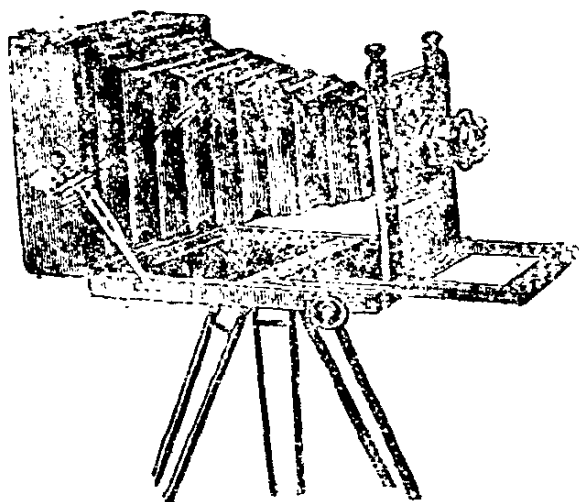
(2)已起變化之氯化銀等,遇顯影液,則銀質析出.

(3)銀之鹵族化物,可溶於海波.

此數者實為照像原理之要點.

照像器(Photographic camera)之要部為一可伸縮之軟皮暗箱,前裝一凸透鏡,使自物體射來之光線,經過透鏡之屈折後,在後面藥片上造成顯明之倒像.藥片或為玻璃板,或為膠片,普通多以溴化銀與膠相混,塗於

玻璃或假象牙(Celluloid,見第五章第五節)而



第一百六十九圖

照 相 器

成.溴化銀既受光,即應光之強弱而起變化,惟此時初不可見,必須以適當之藥劑處理之,使受光處銀質析出,而像始現,是為顯影(Developing).再用海波將未受光之

溴化銀洗去,是為定影(Fixing).



第一百七十圖

照 像 器 原 理

如上所得玻璃片或膠片上之像，其明暗恰與實物相反，即實物之黑處，為片上之白處，實物之白處，為片上之黑處，故曰陰畫 (negative)，俗稱底片。再用一種感光紙置陰畫下，在日光或燈光中晒之，則紙上亦起化學作

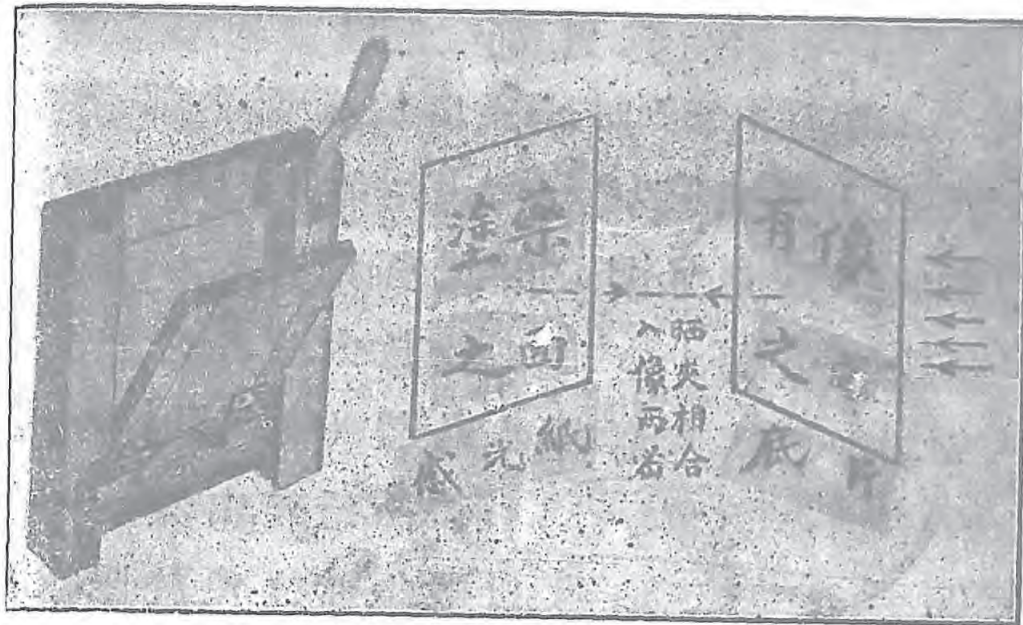


陰 畫

陽 畫

第 一 百 七 十 一 圖

用，如前法顯影定影，即得明暗與實物一致之畫稱為陽畫 (Positive)，即通常所謂像片 (Photograph)。



第 一 百 七 十 二 圖

晒 像 夾 晒像時感光紙與底片之安置

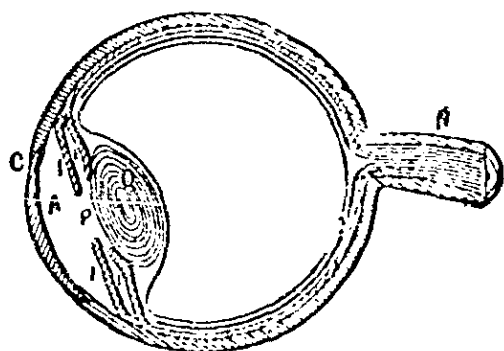
顯 影 劑 之 一 例

(配製此液須按首行次序逐一添入並須俟一種溶盡方可再及他種)

| | |
|----------------------|----------|
| 1 密多爾 metol | 1 克 |
| 2 海特羅羅拿 Hydroquinone | 3 克 |
| 3 亞硫酸鈉 (無水) | 15 克 |
| 4 碳酸鈉 (無水) | 25 克 |
| 5 溴化鉀 | 0.35 克 |
| 水加足 | 1000 立方釐 |

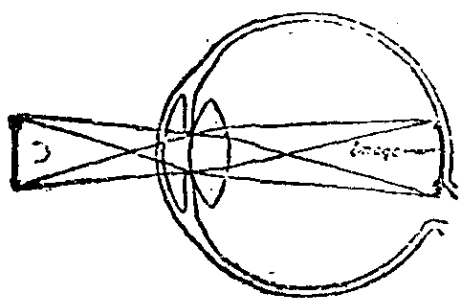
第九節 眼

眼 (Eye) 形如球, 突出於前面之部分 C, 爲透明之角膜 (Cornea), P 爲瞳孔 (Pupil), 有加減入眼之光量之用, 光強則孔收小, 光弱



則孔放大。瞳孔之後爲水晶體 O (Crystalline lens), 形如凸透鏡, 由其作用, 以攝物體之像於眼球

後之網膜 (Retina) 上, 網膜上有視神經, 受光之刺激而起視覺。水晶體之前, 有水狀之透明液 A, 其後之球形部, 有膠水狀之透明體 V。



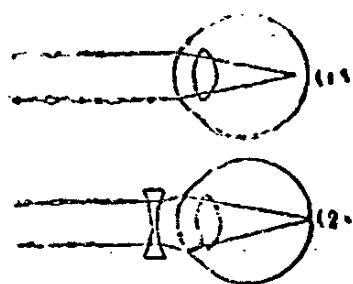
第一百七十四圖

水晶體自其周圍筋肉之作用, 變化凸度, 以應所見物體之遠近, 使屈折之光線投射於網膜上; 即看近物之時,

則高其水晶體之凸度, 以增加屈折力, 看遠

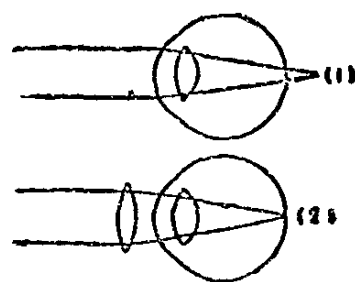
物之時，則扁其水晶體，以減少屈折力，是為眼之調節 (Accommodation of the eye)。

因水晶體凸度過大，或眼度過深，致遠處物體之像，都成在網膜之前面而不能見，則為視近眼 (Short-sighted eye)，須用凹透鏡作眼鏡將光線散開，使像移到網膜上。反之，則為遠視眼 (Far-sighted eye)，須用凸透鏡作眼鏡，將光線聚集，使像移到網膜上。



近 視 眼

第 一 百 七 十 五 圖



遠 視 眼

第 一 百 七 十 六 圖

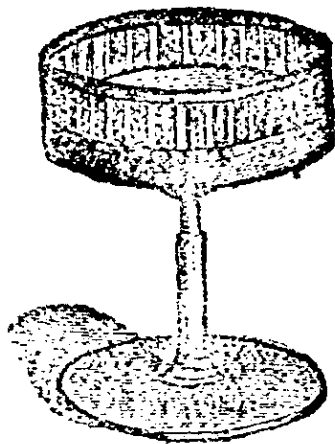
實驗 89 取燃香循一直線往返搖之，或畫圓，則見光為一直線或一圓，連續不斷。

眼對光之感覺，不能立時消滅，約可保持 $\frac{1}{8}$ 至 $\frac{1}{4}$ 秒，是為視覺之餘跡，上實驗所見，又雨滴下降，彷彿水線，均係此故。

應用上理,將人物連續運動之情狀,繪之紙片,置之如 177 圖之圓筒中,將筒急速迴轉,自側面之孔窺之,如真運動然,此為孩

童玩具,名跳動筒。

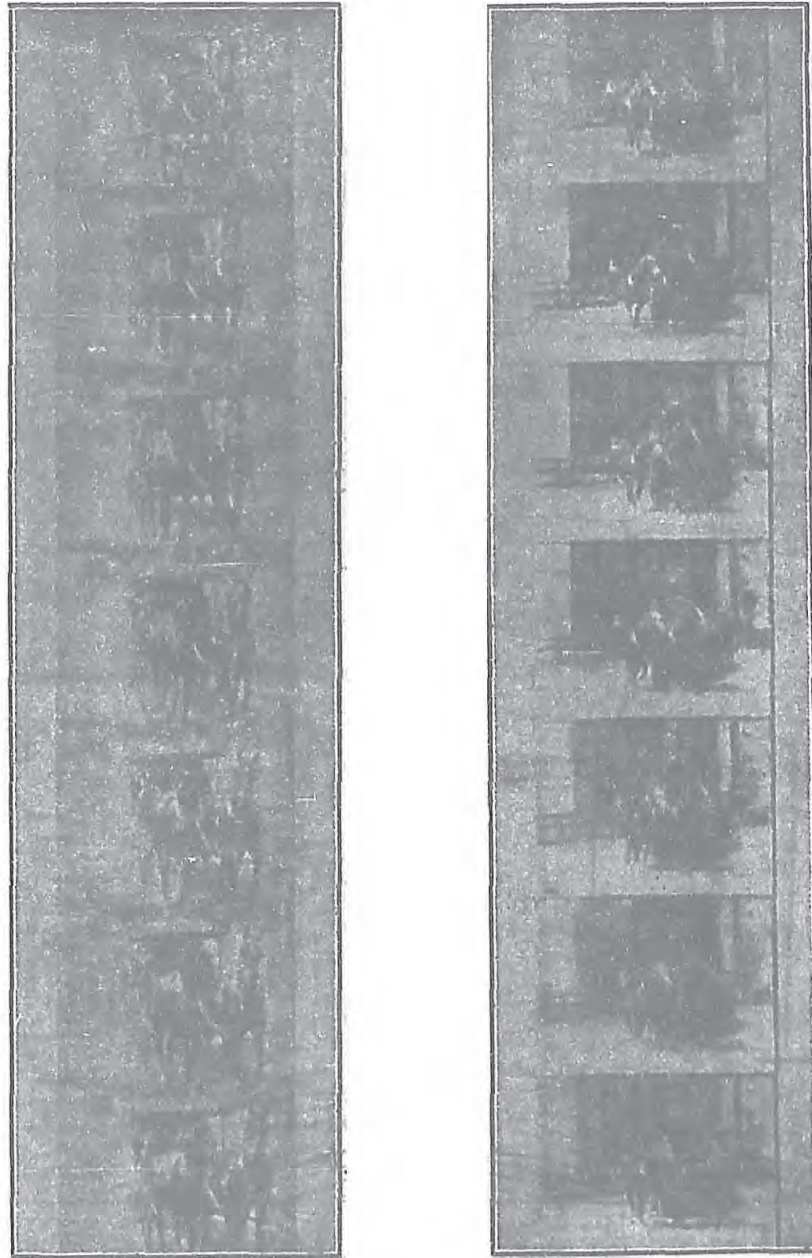
若將長條膠片做成感光片,用特別照像機,以每秒鐘十餘次之速度,攝取活動物體之像,再用特種裝置如 (179圖),以同一之速度連續映出,即為活動影戲(Cinematograph)。



跳 動 筒

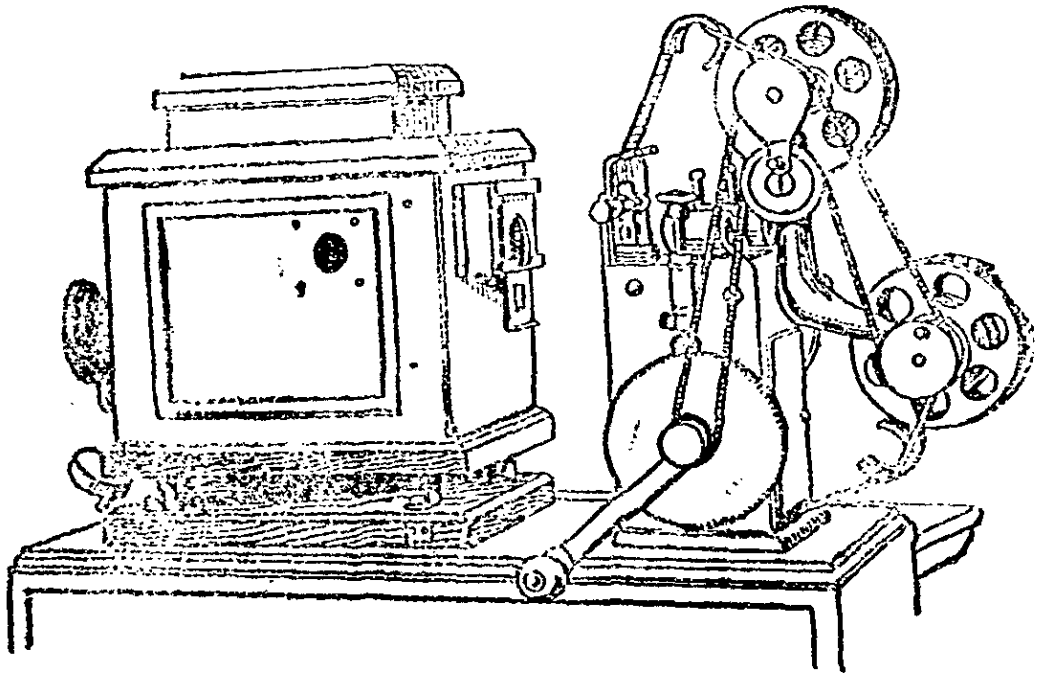
第一百七十七圖

如180圖,等長之三直線,於其兩端各加短線,視之,覺在右之直線最長,在中者最短。又於平行線上,加以斜線,視之覺不平行。凡此眼之判斷,有時錯誤,是為迷視。

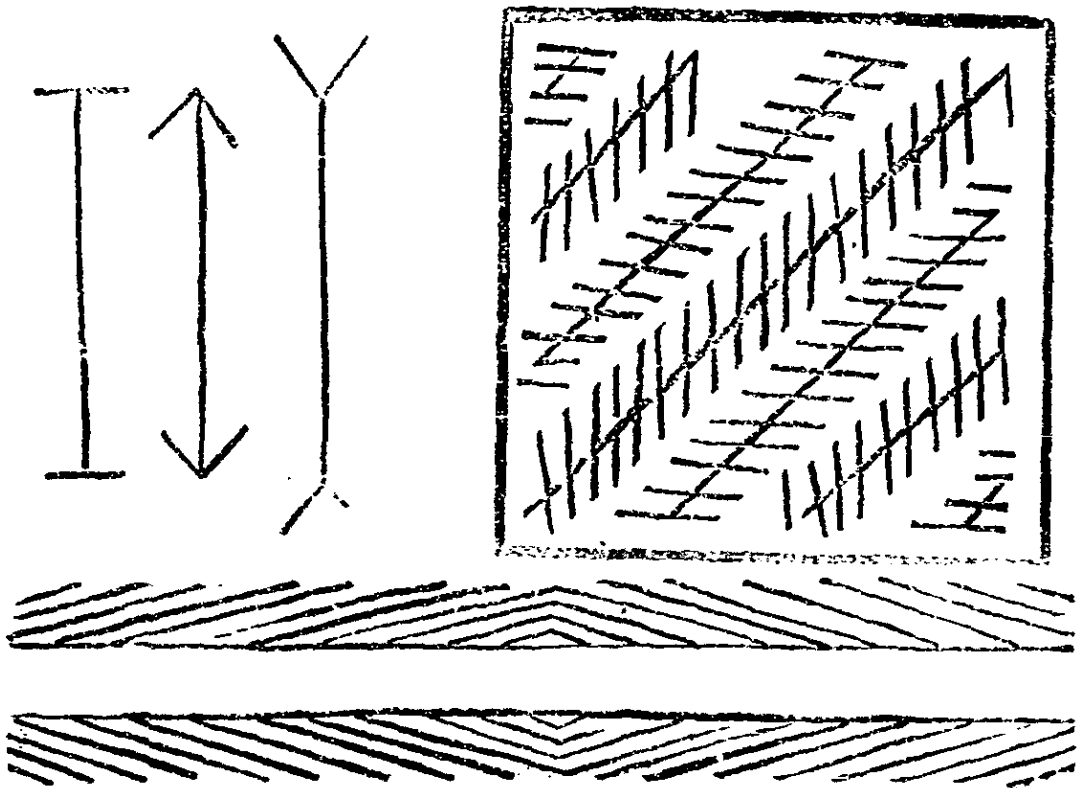


影戲片

第一百七十八圖



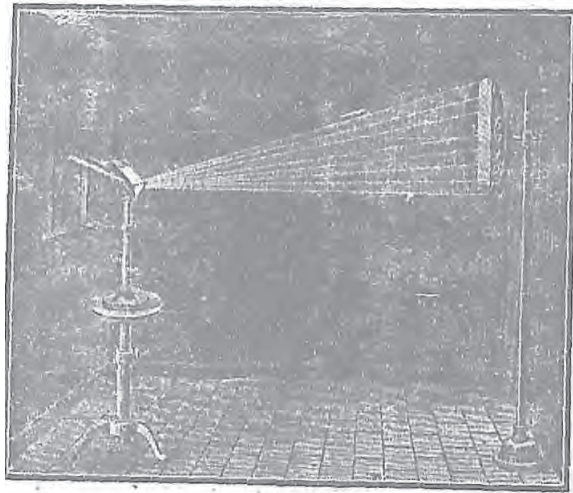
第 一 百 七 十 九 圖
活 動 影 戲 機



第 一 百 八 十 圖

第十節 虹

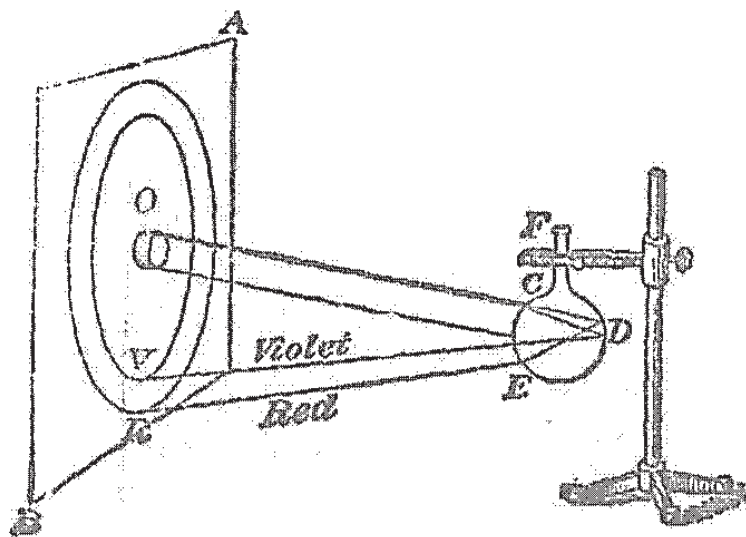
實驗 90 於暗室之壁開一小孔，使太陽光透入，以三稜鏡(Prism)承之，則由鏡放出之屈折線，



射於壁上時，美麗可觀，約分紅(Red)，橙(Orange)，黃(Yellow)，綠(Green)，

第一百八一圖

青(Blue)，藍(Indigo)，紫(Violet)七色。



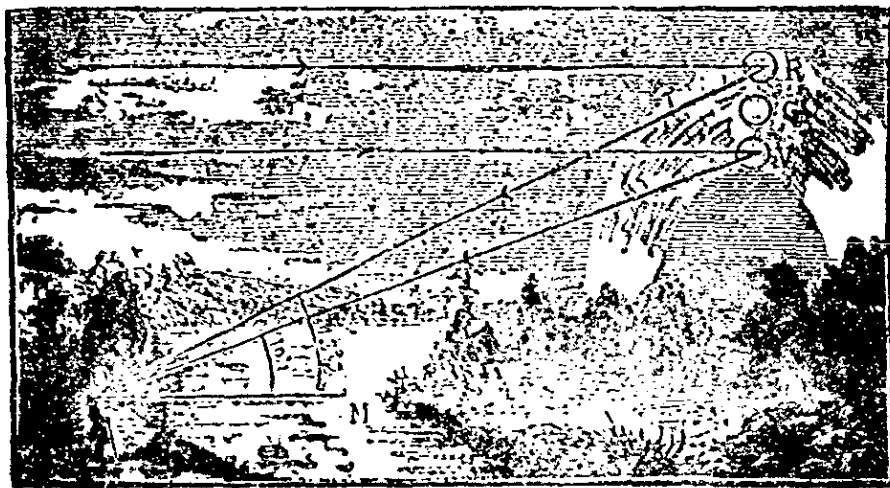
人造虹

第一百八十二圖

此美麗之光名太陽光帶(Solar spectrum)。蓋太陽光中，本具有七色之光，而屈折之程度各不同，故通過三稜鏡而分散也。

驗 91 在窗前立一紙板 AB (182圖),使日光由紙上小孔 O 透射至盛水之小玻璃瓶上,則見紙上小孔之周圍,生出各色光圈,外為紅色,內為紫色,蓋最初光線之方向為 OC,經過 C,D,E 各點屈折反射後,各色光分散,成為 ER 及 EV 之方向,紫色光屈折最甚,故為 EV,與投射線 OC 約成 40° 角,紅色光屈折最弱,故為 ER,與投射線 OC 約成 42° 角,其他各色,介乎紅紫之間。

雨天空中許多水滴浮游,若有太陽光線射到此等水滴上,其屈折分散之情形,

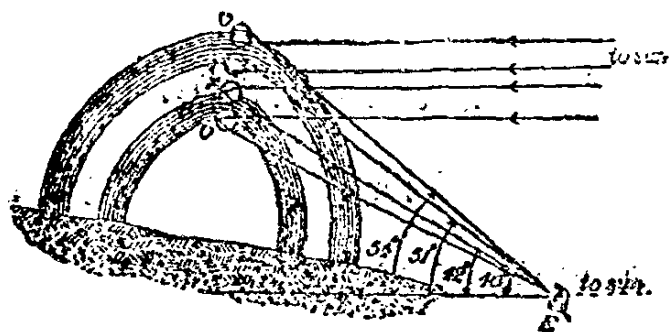


第 一 百 八 十 三 圖

與上實驗完全一致,故將水滴與觀測者之

瞳孔連結成直線，若與日光方向成 42° ，水滴即呈紅色，若與日光方向成 40° ，水滴即呈紫色，因此在天空中可見紅色在外紫色在內之著色圓圈(183圖)，其餘各色之次序，與太陽光帶一致，是為虹(Rainbow)。

如光線在水滴內多反射一次，則最後之方向與原來日光所成之角度，又不相同。通常在虹之外面，每發見一紫色在外紅色在內，顏色較淡之色圈即由此而成，是為二



次虹 (Secondary rainbow)，通常之虹可稱為一次虹 (Primary rainbow) 以示區別。

第一百八十四圖一次虹及二次虹

第十一節 物體之色

光投射於物體上時，呈透過，吸收，及反射等現象，物體之色，即由是起。

太陽之白光照於不透明物體之表面，其七色中之某種色被吸收，餘者反射而出，此反射之色，即爲物體之色，故物體之色，視照於其上之光之種類何如而不能一定，如紅色物質，以太陽之白色照之，太陽光中之青綠色被吸收，僅紅色光反射，故見其爲紅色，若以綠色光照之，則其光全被吸收而呈黑色。又如白色物體，無論何色之光，均能反射，故以紅光照之則紅，以綠光照之則綠。

黑色物體，將各色之光盡吸收而毫不反射，故無論以何色光照之，均現暗黑。

透明物體之色，隨其所能透過之光色而定，如紅墨水能透過紅光，而吸收其餘之光，故爲紅色。藍玻璃能透過藍光，而吸收其餘之光，故爲藍色。如各色之光全能透過，則爲透明無色。

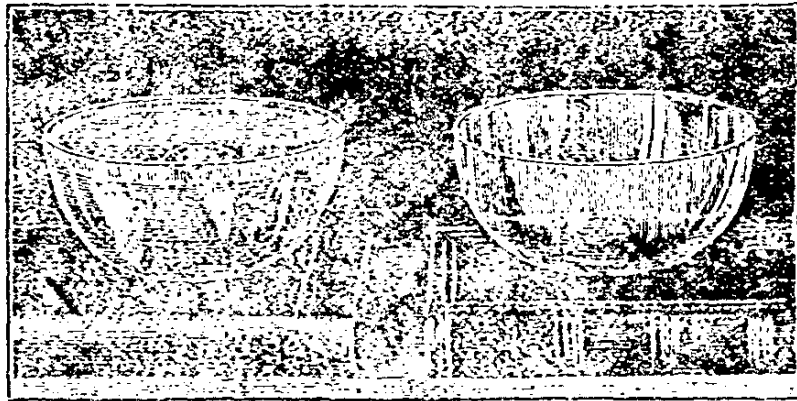
習 題

1. 在日光照著之地面上，祇見電桿之影，不見

電線之影,其故安在?

2. 水面生波紋時,不能明見水中之物體,其故安在?

3. 杯底放一銅圓,注水入杯內,即見銅圓漸次浮起(185圖),其故安在?



第 一 百 八 十 五 圖

4. 何爲氦族原質?

5. 照相用之暗室,其窗必用紅色玻璃者,何故?

6. 夜中點燈於室,在玻璃窗之內者,難見玻璃窗以外之物體,但若在玻璃窗外,卻得望見室內,何故?

7. 雪與冰同爲水之結晶,何以雪是白色,冰是無色透明?

8. 白紙本不透明,但被水潤濕後,即成半透明,

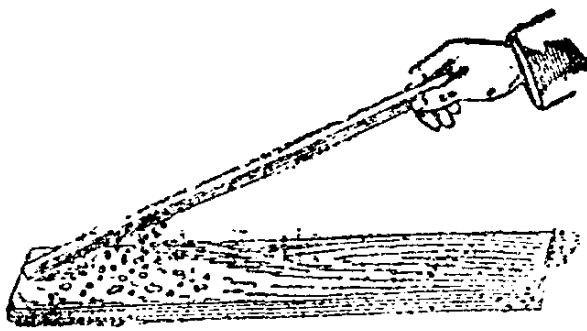
試言其故。

9. 透明體之面，附有灰塵時，反易望見，其理若何？

第十章 電

第一節 電

實驗 92 取硬橡皮棒,以貓皮或法蘭絨擦之,



近於紙片燈草等輕物體,又取火漆棒,同樣以貓皮或法蘭絨擦之,近於輕物體,各

第一百八十六圖 如何?

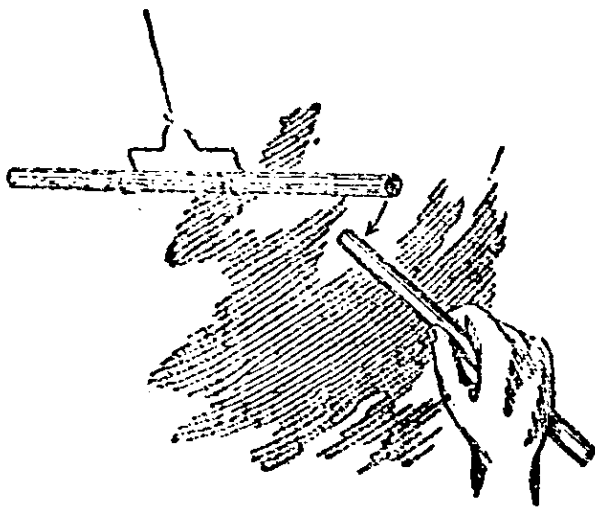
此種能吸引輕物體之現象,謂之帶電 (Electrification). 其原因謂之電, (Electricity) 荷電之物體曰帶電體. (Electrified body or charged body).

凡物體均能由摩擦而發電.惟硬橡皮火漆等物,所發之電,止於其摩擦處而不移動,故顯帶電現象.若手持金屬棒與他物摩擦,則某處發電,即移至全體,而自手中逸去,故不能顯帶電現象.後者稱為導體 (Conductor),前者稱為非導體 (Non-conductor).

導體 金屬,動植物,地球,不純之水等。

非導體 硫黃,樹脂,玻璃,絲綢,乾紙,乾燥之空氣等。

實驗 93 將法蘭絨摩擦之火漆棒,懸以絲綢,取絲綢摩擦之帶電玻璃棒近之,則互相吸引,若另取法蘭絨摩擦之火漆棒近之,則互相推拒。



第一百八十七圖

由上,知玻璃棒用絲綢摩擦所發之電,與火漆棒用法蘭絨摩擦所發之電,性質不同。將種種物質摩擦而驗之,知所發之電,不外此二種

即不為玻璃棒所推拒,為火漆棒所吸引者,必為玻璃棒所吸引,為火漆棒所推拒。通常以陰陽二字區別之,如玻璃所帶之電,名曰陽電 (Positive electricity), 火漆所帶之電,名曰陰電

(Negative electricity). 由上實驗可知
同種之電相推拒, 異種之電吸相引.

電 學

實驗94. 如圖P為金屬桶, 置於絕緣台S上, 而以銅絲連之於一金箔
 成一聯合導體.

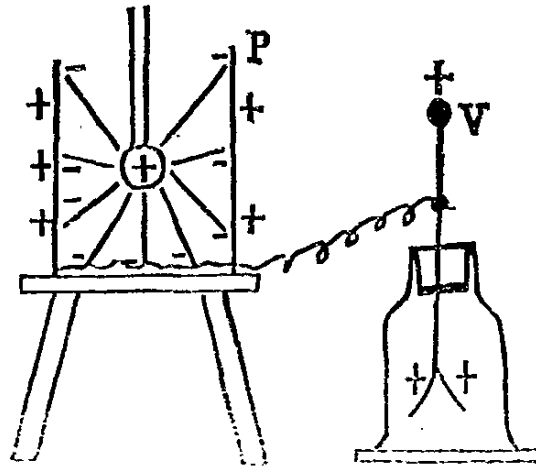
驗電器V. 今持帶陽電
 之絕緣銅球A, 按

(i) 懸置桶內勿令
 觸桶;

(ii) 將帶電銅球
 撤出桶外;

(iii) 復將帶電銅
 球觸桶邊;

(iv) 將銅球提出,
 或以未帶電之絕緣導
 體觸桶而後提出, 各
 步一一試之. 同時觀
 察金葉之狀況若何?



第一百八十八圖

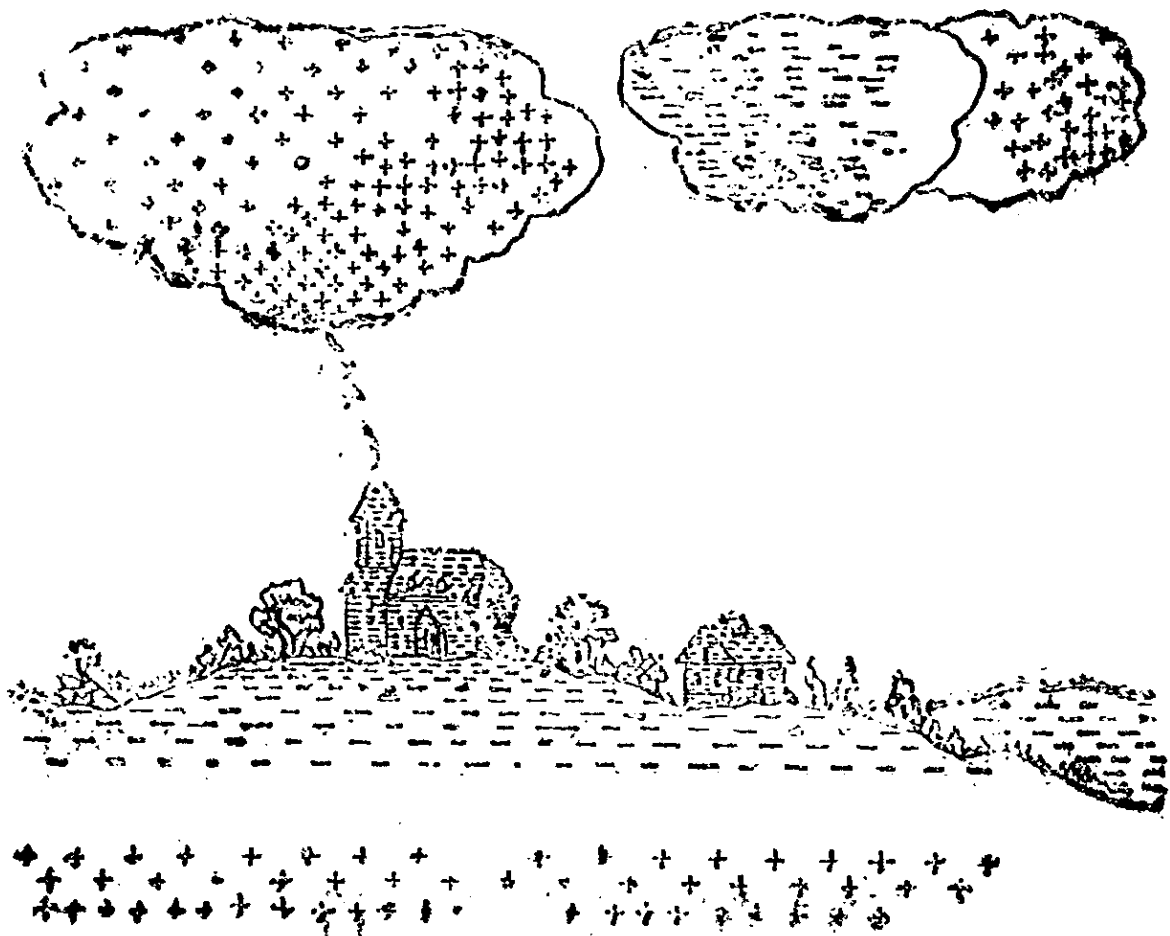
由上觀察結
 果: (i) 金箔開展, 即為帶電之表示. 然驗電器本未帶
 電, 今因帶電體之出現於其鄰近, 被其誘導, 始呈帶
 電現象. 此種作用, 稱曰靜電感應 (Electro-static
 Induction). 導體感應時, 近帶電體之端所荷之電與
帶電體所荷者異性, 而遠端所荷者與之相同. (ii) 金
 箔收斂即為隱電之表示, 蓋聯合導體之顯電, 緣於外
 電之誘導, 今外誘既去, 則被誘而分離之陰陽二電
 復形消隱也. (iii) 金箔示度與 (i) 之展度相同, 蓋即
 被誘而起之異性電與原本之電等量相消, 未嘗影響
 於被誘而起之同性電也. 故由(ii), (iii)之佐證, 則陰陽
 二電同存共生, 其量且等. (iv) 金箔之展度迄未少改.
蓋示導體所荷之電, 存於其外表, 而銅球未嘗自內
 分散其電也

第二節 大氣中之電

實驗95 取帶陰電之火漆棒, 與帶陽電之玻璃棒相接近, 惟於其間放
 小火花而發微音, 以手指近帶電之火漆棒, 亦然(何故?)

凡陰陽二電,當距離甚近時,恆發火花與音,而有一部或全部之電,穿空氣而過,互相消滅,名曰放電(Discharge).或中和(Neutralization).

傅蘭克林(Franklin)當雷鳴時,放紙鳶至空際,測得上層之雲含多量之電,凡含電之雲,與他雲感應,而於雲與雲之間互相放電,



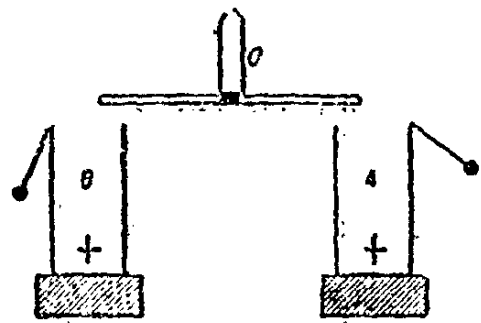
第一百八十九圖

其音即為雷鳴，其火花即為電光，又含電之雲近地面時，與地球相感應，而於其間放電，是為落雷。

空中之電，或謂由水汽上昇，與空氣摩擦而生者，或謂因溫度不同，濃厚之空氣與稀薄之空氣摩擦而生者，其說不一，惟據實測結果，知晴時所含，恆為陽電，雨時則陰陽無定。

第三節 電流

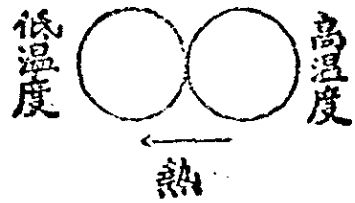
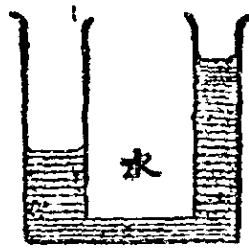
實驗 96 如第 190 圖，取邊懸小輕球之金屬圓筒二個，置絕緣台上，予以同種之電，但 A 多於 B，故 A 之球，開度較大，俟球之張開一定後，以絕緣之金屬板連絡兩筒，復起何種變化。



第一百九十圖

上為電在導體內流動之一種現象，水在有聯絡之二容器內，由一器流至他器，係因二器水面不等高之故，熱在相接之二物

體內,由一物體移至他物體,係因二物體溫度不
 等之故,由此類推,電自一帶電體移至他帶電體,



亦必因某種量彼此不相等之故,此量

第一百九十一圖

稱為電位

(Electric Potential).即凡導體之電位不等時,電必由電位高處,移至電位低處,至達同一電位而止.其彼此之差,稱曰電位差(Potential difference),或曰電壓(Electric Pressure).

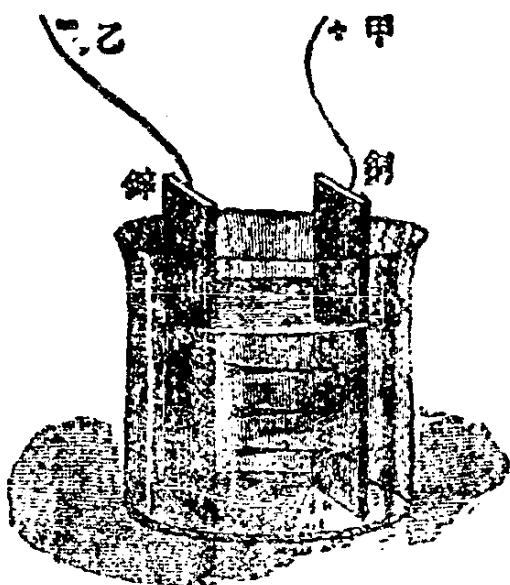
陰陽電互相中和,亦即流動之一種現象.通常定陽電在高電位,陰電在低電位.

電之流動,如能繼續不息,則與水流無異,如是者謂之電流(Electric current),有種種特異之功用.(詳後節)

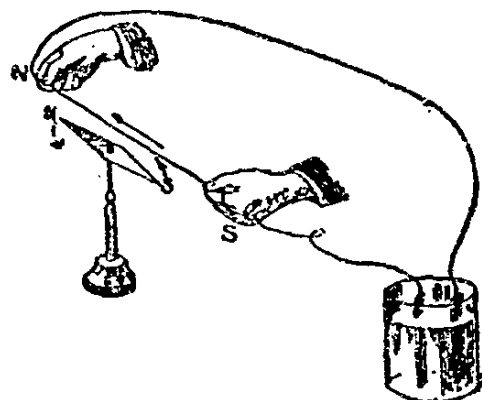
第四節 電池

電池或稱電瓶(Electric cell),為依化學作

用發生電流之裝置,其最單簡而最先發明者,爲一銅片,一鋅片,對立於稀硫酸而成。



第一百九十二圖

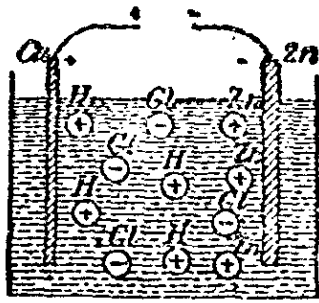


第一百九十三圖

實驗 97 如圖,將一片之導線,移至一穩定磁針之上,與磁針平行,而後將二線連結,則見磁針轉動。是蓋因線中有電流過而與磁針起作用也。(凡電流均可用此法測知之)注意導線連結時,銅片周圍有無數氣泡發生。

此種電池之作用,可解釋如下。稀硫酸本含陽伊洪 H^+ 與陰伊洪 SO_4^- , 今置鋅片於其內,鋅因 SO_4^- 之作用,一部份溶解爲陽

伊洪 Zn^{++} 其結果鋅片即因感應作用而帶



第一百九十四圖

陰電。陽伊洪放出愈多，鋅片帶電愈強，終至相引而陽伊洪不能放出而止。溶液中既加入陽伊洪 Zn^{++} ，其原有之陽伊洪 H^+ 為所排斥，傳其

電於銅片，成為輕氣，銅片遂因之帶陽電。

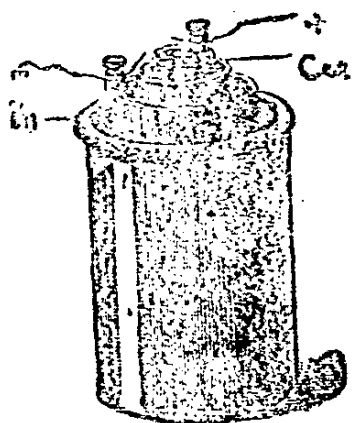
如是，設以導線連絡二片，陰陽電即互相中和，變化與中和，連續不絕，遂成電流。



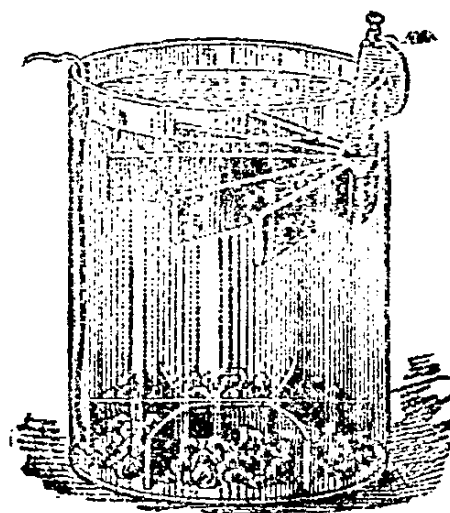
此種電池，銅片為陽極，鋅片為陰極。因其發生之輕，一部份附著銅片，電流甚易變弱，故不適於用。他種電池，均導源於此，而較複雜，茲舉數種最通用者如次：

(1) 丹氏電池 (Daniell cell). 如 195 圖，最外者，係一玻璃器或磁器，中盛硫酸銅之濃溶液，在此液中，插一圓筒形之銅板，是為陽極。

板內浸一素燒磁筒,中盛稀硫酸,更插入一圓筒形之鋅板,是為陰極。



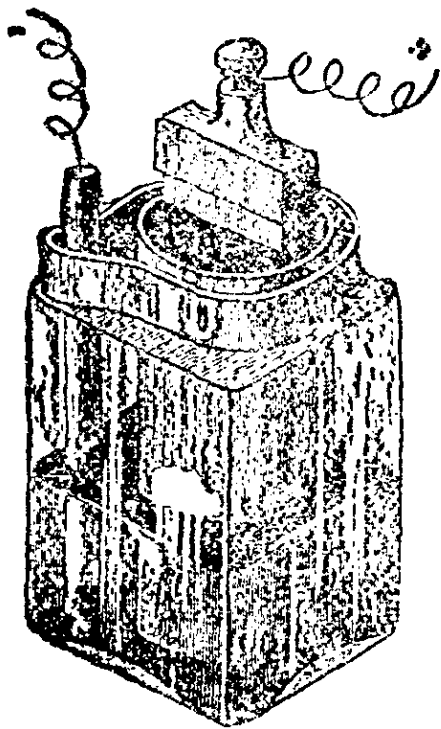
第一百九十五圖



第一百九十六圖

此種電池有變換裝置如 196 圖所示者,特名重力電池(Gravity cell),電報局多用之。蓋因此種電池,不利於電路常斷,而利於電路常通,適合各種之需要也。

(2)雷氏電池(Leclenche cell). 如圖,內器為素燒磁筒,中立炭棒,更以二養化錳及炭末塞滿其空間,外器為玻瓶,盛氯化銻之濃溶液,而以鋅棒插入之,炭為陽極,鋅為陰極。

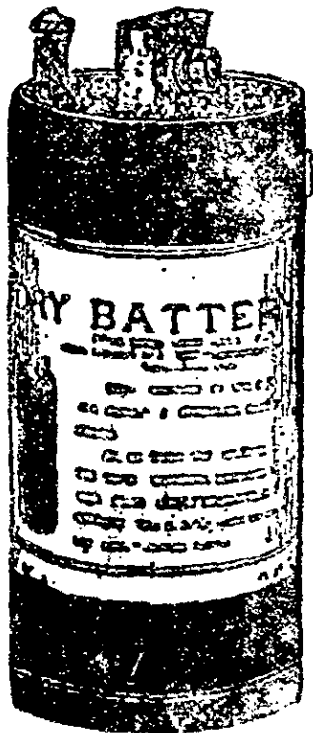


此種電池,利於電路不常連絡,故電鈴用之,最為適宜.其內之物質,消耗甚緩,裝置一次,短可用四五月,長可一年.

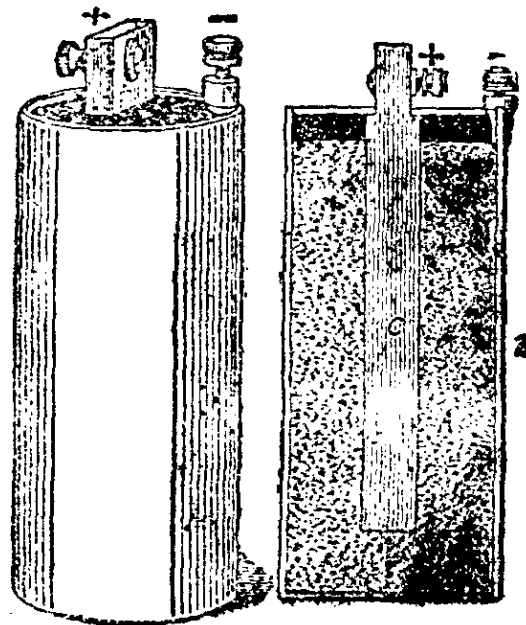
(3) 乾 電 池(Dry cell)

此為雷氏電池之變相.以氯化銻之濃溶液,浸入石膏末,或鋸屑,或紙,入鋅製圓筒內,又以炭棒

第一百九十七圖



第一百九十八圖



第一百九十九圖

插入此圓筒中心,用焦炭粉末與二氧化錳製成糊狀物,塞其周圍令與浸氯化銻之物相接,而充滿全筒,筒口以松脂等不導體封之,即成乾電池,炭棒爲陽極,鋅筒爲陰極但近時市售乾電池,種類甚多,其所用藥品,有與此不盡同者。

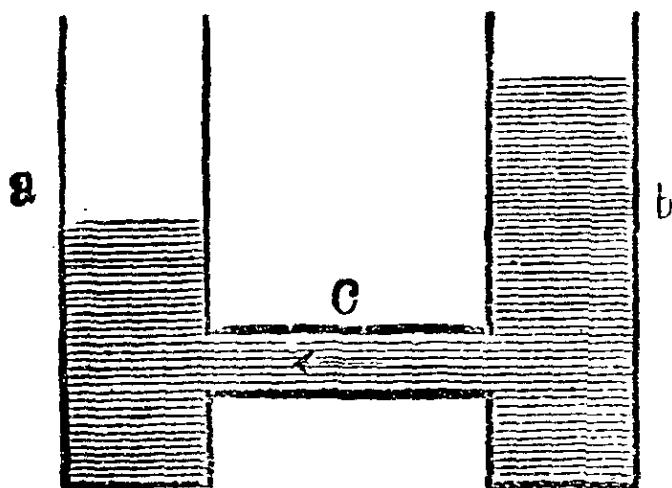
第五節 電流之效應

隨電流而起之現象,謂之電流之效應 (Electric effects),共有三種。(1)如第一章水之分解,因電流通過而水分解爲氫氧二氣,是爲化學效應。(2)如上節磁針因附近電流,向一定之方向轉動,是爲磁效應。(3)如電燈,因電流通過發熱而放光,是爲熱效應。

電流之用途甚廣,現世界之物質文明大都爲電流所貢獻,然綜而觀之,要不外利用此三種效應,其用途之重要者,俟後分別述之。

第六節 電流之強弱

電流之流動,其原因在電位差.然電流之強弱,不僅視乎電位差之大小.此可以水流說明之.



第百一九十九圖

如圖, a, b 爲二盛水之器, c 爲連結管.設製成 a, b, c 之物質一定,并其巨細及管壁光滑與否亦一定時,水流

之強弱,自成正比例於雙方水面差之高低.然苟有此種裝置若干個,其構造各不一致,則其中之水面差,雖彼此相等,而水流之強弱,不必相等.即管徑較粗,而管壁較滑澤者,水流必強.反之,水流必弱,

電流之情形,與此完全相似.電流之強弱,除電位差之大小有一部份關係外,尚須視其經路之易於通過與否.此種障礙電流

通過之作用，謂之抵抗 (Resistance)。電學家歐姆 (Ohm) 發見此關係，得一抵抗定律曰：

物質之抵抗，與其長為正比，與橫斷面之大小為反比，且依各物質而變。

歐姆 又由電流與電壓及電抵抗三者之關係，得一定律曰：

電流之強弱，與電位差為正比，而與電路之抵抗為反比。

由實驗，知各金屬之抵抗，設以銀為標準，為重要者約如下：

| | | | |
|---|------|----|-------|
| 銀 | 1.00 | 軟鐵 | 6.00 |
| 銅 | 1.11 | 白金 | 7.20 |
| 鋁 | 1.87 | 鋼 | 13.50 |
| 鎳 | 4.67 | 水銀 | 63.10 |

第七節 數種單位

電流強度，電位差，抵抗，既各為重要之量，自必各有單位，茲述之如下。

I. **電流強度** 以，一秒間能自銀鹽溶液中分解出 0.0011118 克之銀之電流為單位，名曰**安培** (Ampere)。

2. 抵抗 以長106.3 呎,橫截面 1 平方
 耗之水銀柱,在 0°C 時之抵抗為單位,名曰
 歐姆(Ohm).

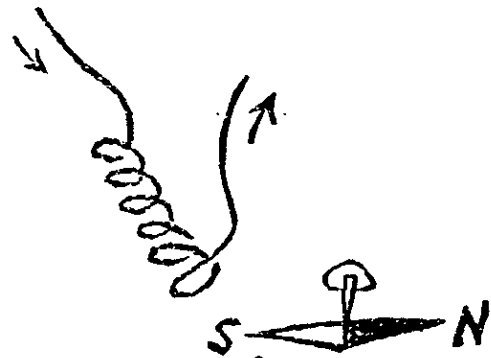
3. 電位差 以抵抗 1 歐姆能發生 1
 安培電流之導線,其兩端之電位差為單位,
 名曰弗打(Volt).

各種電池,因其組織之物質不同,其兩
 極間之電位差(特稱電池之電動力)各異,而
 在同種電池,其電位差恒一定.

| | |
|----------|--------|
| 丹氏電池之電動力 | 1.1 弗打 |
| 雷氏電池之電動力 | 1.5 弗打 |
| 乾電池之電動力 | 1.5 弗打 |

第八節 電磁石

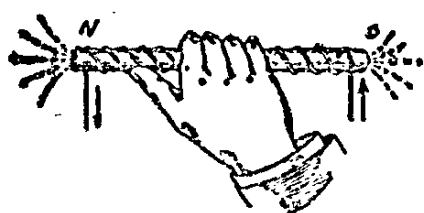
實驗 98 設以絕緣導線
 盤成螺線形,通以電流,如
 圖中所示,則對於磁針,之
 S 極,呈排斥作用,對於 N
 極,呈吸引作用.如反電流



第 二 百 圖

方向時,其作用亦相反。

由上知通電流之螺線,與磁石無異,其磁極視電流之方向而定,可以次之法則記憶之。

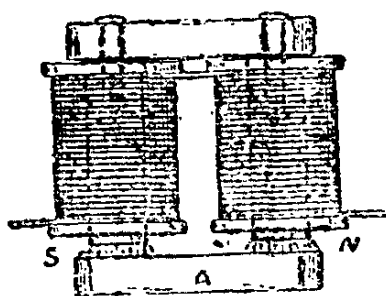


第二百零一圖

將右手之四小指,順電流之方向握螺線,則伸張之拇指,即指螺線之北極。

實驗 99 將上實驗之螺線中,插以軟鐵棒為心,復如前對磁針試之,其磁性更強。停止電流時,磁性亦即消失。

凡軟鐵棒纏以導線,以便通電流時成磁石者,謂之電磁石(Electromagnet)



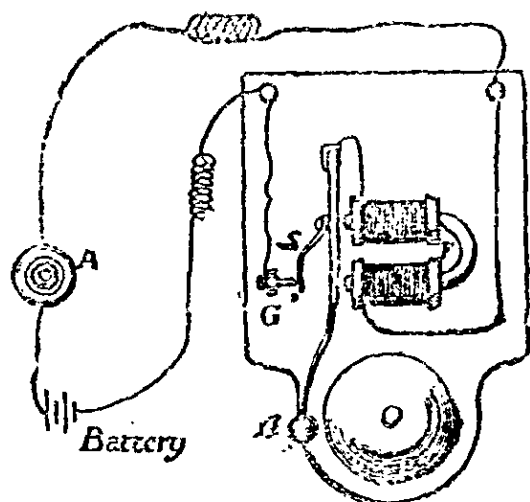
第二百零二圖

其磁力之強弱,依電流強度及導線之圍繞數而異,通常多製成馬蹄狀,應用甚廣。

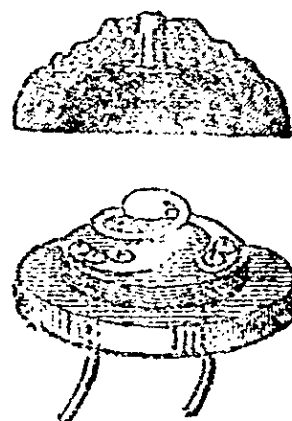
第九節 電鈴

電鈴(Electric bell)即電磁石最簡單之應

用。如圖，於電磁石之前，置一軟鐵片，軟鐵片之一端，附一小鎚H，而軟鐵片之上，又另有一彈條S，以與螺旋G之尖端接觸。



第二百零三圖



第二百零四圖

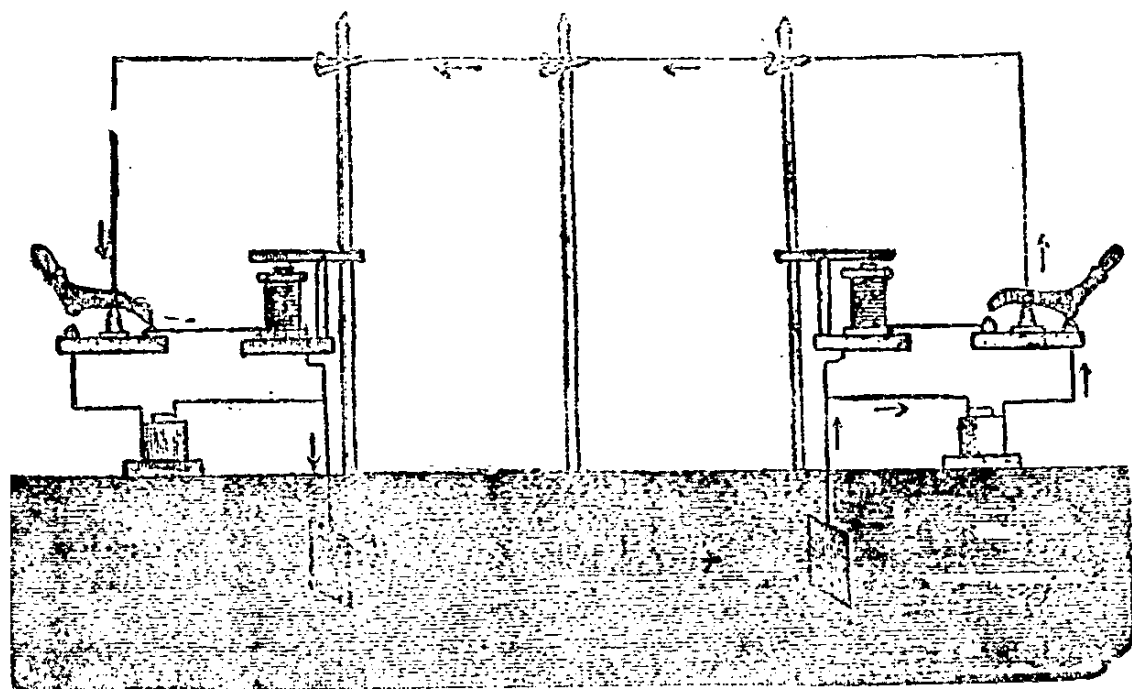
壓 鈞

電流之通路，如圖所示，A 爲壓鈞，所以開閉電路。試按圖而分析電鈴之作用。

第十節 電報

電報 (Telegraph) 亦爲電磁石之應用。其原理如 205 圖，右端爲發信局 (Transmitting station) 左端爲受信局 (Receiving station)。將發信器 (Transmitter) 之柄壓下，電流卽如圖所示方向，經過電桿，流至受信局，更由地下歸至

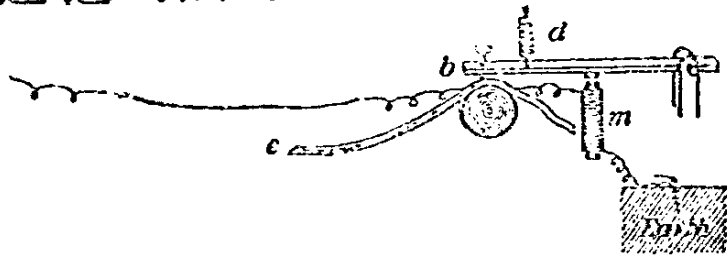
發信局。電流通過受信局之電磁石時，由磁力作用，將電磁石前面之鐵片吸下，鐵片



第 二 百 零 五 圖

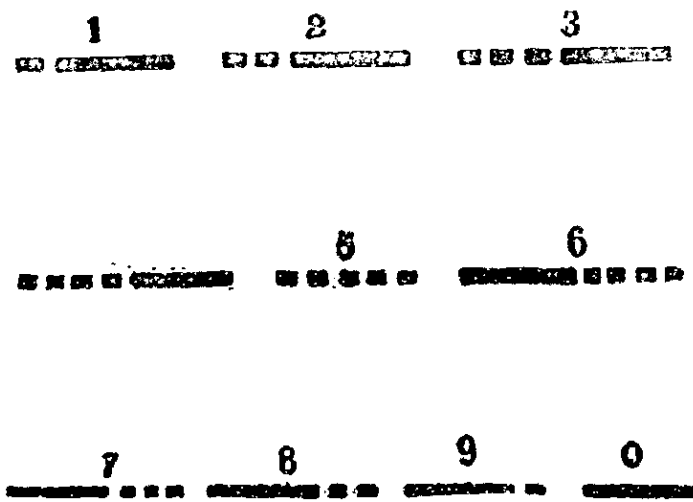
電 報 原 理

上若裝一鉛筆，筆尖下裝一滑動之紙條(如圖 206)，鐵片吸下，筆尖即與紙條接觸，電流通過時，即在紙條上畫一直線，電流停止，筆



第 二 百 零 六 圖
記 錄 器 原 理

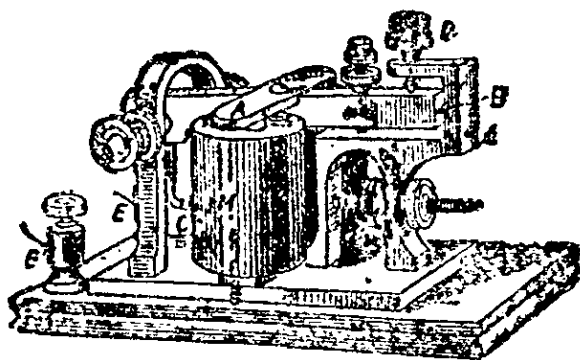
尖即與紙條分開，由紙條上所畫之線，即可互通消



第 二 百 零 七 圖

息(我國常用之電碼如圖 207)此種裝置稱為記錄器(Recorder).現今更多用音響器(Sounder)以代之,如第 208

圖,電流通時,電磁石將鐵片 A 吸下, B 釘即擊 C 發音.電流斷時,鐵片復原, B 又返擊 D



第 二 百 零 八 圖

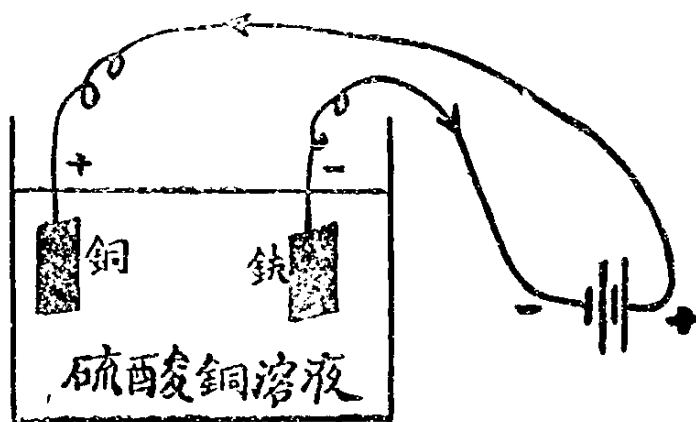
釘.由一下一上兩響間時距之長短,即知發信器柄壓下之久暫,故聽音響,即可代上面之長短記號.

第 十 一 節 電 鍍 及 電 鑄

實驗 100 如圖,於器內盛硫酸銅 $CuSO_4$ 溶液,以二銅絲分別懸入一銅片,一鐵片.鐵片上之銅絲,更連於電流之陰極,而銅片上之銅絲,連於

陽極。少時，取出鐵片觀之，起何變化？

如是，鐵片上即附有銅，此即鍍銅法也。其理因硫酸銅溶液中本有陽伊洪 Cu^{++} 及陰伊



第二百零九圖

洪 SO_4^{--} ，今通入電流，銅片為陽極，鐵片為陰極，則 Cu^{++} 必趨向鐵板，放電而附於其上， SO_4^{--} 必趨向銅片，放電而與化合成 CuSO_4 ，故液中之 CuSO_4 不至減少，而鐵片上則附有銅矣。

由上知電鍍(Electroplating)之方法約如下：(1)如鍍某種金屬時，必用某種金屬鹽類



第二百一十圖

之溶液 (2)被鍍之物體，必懸於陰極，而陽極懸某種金屬。

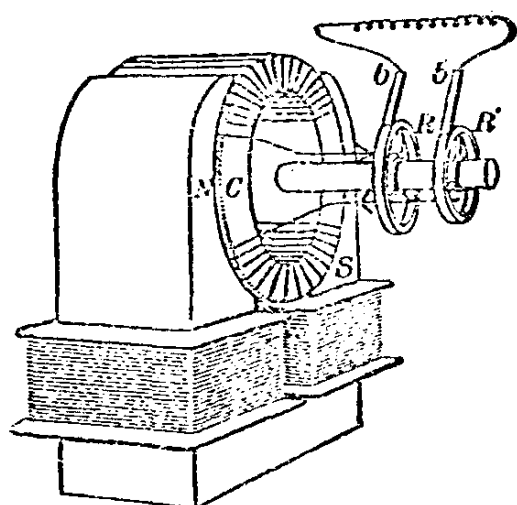
通常所用鍍液，

鍍銀用青化銀鉀 $\text{Ag K}(\text{CN})_2$ 之溶液,製此液時,以硝酸銀 Ag NO_3 之溶液中,加青化鉀 K CN 溶液,初生青化銀 AgCN 沈澱,更以過量之青化鉀液溶解之,即得鍍金用青化金鉀 $\text{K Au}(\text{CN})_2$ 溶液,以氯化金 AuCl_3 及青化鉀製之,法與製鍍銀液同。鍍鎳用硫酸鎳銻 $(\text{NH}_4)_2 \text{Ni}(\text{SO}_4)_2$ 溶液。

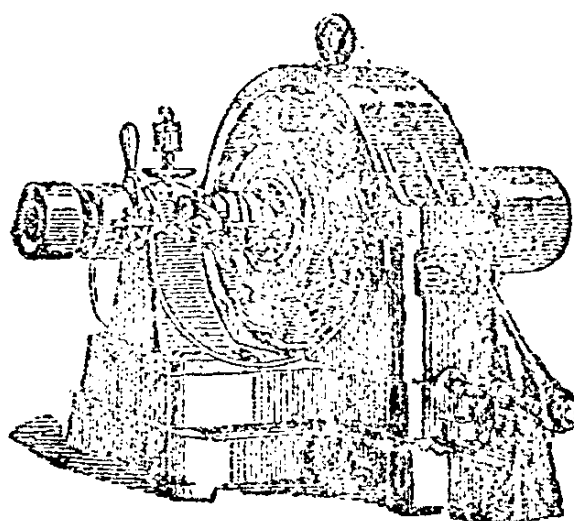
將木板彫刻成紋,押以石膏,俾木板上之紋,全印出於石膏之模型上,乃將石膏模型之表面,塗以石墨,使成導體,以爲陰極,浸諸硫酸銅之溶液中,則由電鍍法,可使模型之表面,附有新鮮之銅,俟所附既厚,乃取出而剝開之,可得銅板,與木板花紋相同,如是者謂之電鑄(Electrotyping)。

第十二節 發電機

將導線纏繞鐵心而迴轉於磁石間,以生強電流之裝置,是曰發電機,亦名代那模(Dynamo),工場多用之,其最簡單者,如211圖,SN

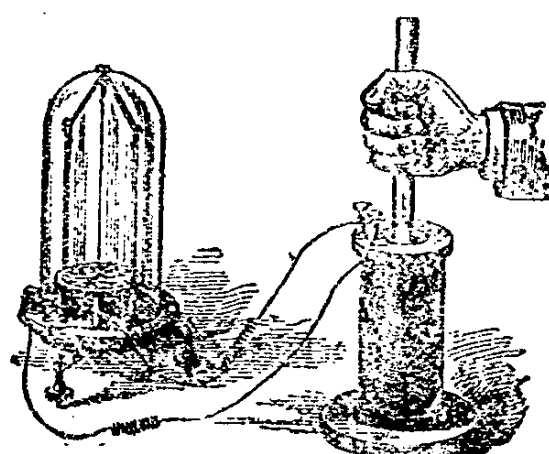


第二百一十一圖



第二百一十二圖

爲電磁石之兩極稱曰場磁石，C 爲纏繞導線之軟鐵輪，稱曰發電子。RR' 兩輪，固定於鐵輪之軸，與輪同迴轉，而各連於導線之一端。bb' 爲金屬刷，有一定之位置，接觸於RR' 乃電流出入之門戶也。

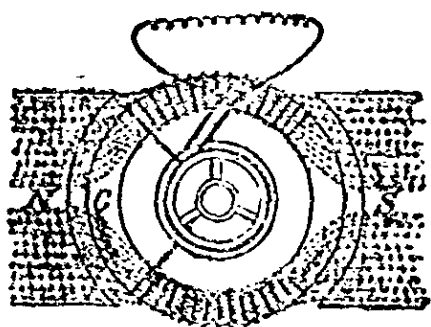


第二百一十三圖

實驗 101 如圖，金屬導線捲成螺旋狀圈，以其兩端連於精良電流表，將一磁石迅速插入圈內，電流表之指針即向一方移

動，瞬時復原。次由圈內將磁石迅速抽出，指針又向他一方移動，亦瞬時復原。即是因磁石出入，圈內生有瞬間之電流。將磁石固定而動導線圈，或將有電流通過之導線圈，代上之磁石，實驗之，結果亦同。

凡如是導線圈內之磁力，一起變動，即發生電流，磁力之變化停止，電流亦即停止，此種電流，稱為感應電流 (Induced current)。



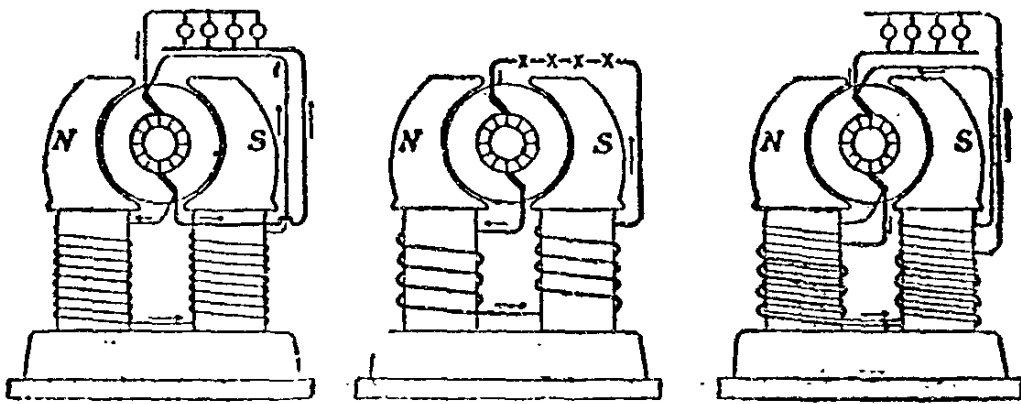
電機即應用此原理所製成，蓋如上述之簡單發電機，其場磁石之磁力線，如第 214 圖點線所示。

發電機即應用此原理所製成，蓋如上述之簡單發電機，其場磁石之磁力線，如第 214 圖點線所示。發電機子轉動時，此等磁力線出入導線圈不絕，即圈內磁力時時變化，故發生電流。

發電機所生電流因其構造之不同，有與電池之電流相似，在電路內循一定方向流動者，是謂直流 (Direct current)。

交相轉換,一秒間變化數十次或百餘次者,是謂交流(Alternating current).

發電機之轉動多用汽機,氣油機,或電動機(見後節)之力,亦有利用瀑布者,其場磁石,均為電磁石,且其所生之電流造成如圖



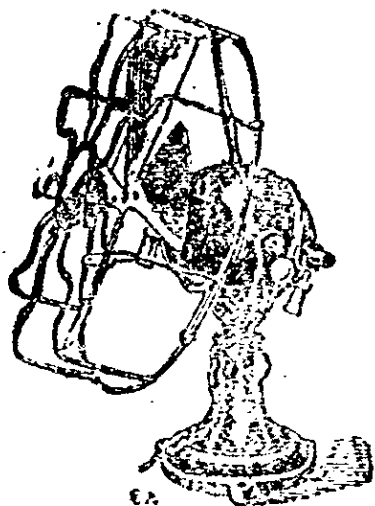
第 二 百 十 五 圖

215. 蓋其初因場磁石之軟鐵,受地磁之作用,稍帶磁性,故在其間迴轉發電子,即生電流.旋以所生電流通過纏繞場磁石之導線,使磁力增強.磁力增強,則發電子內之感應電流亦增強,彼此互助,較之用鋼製之永久磁石者,便利而効力更大.

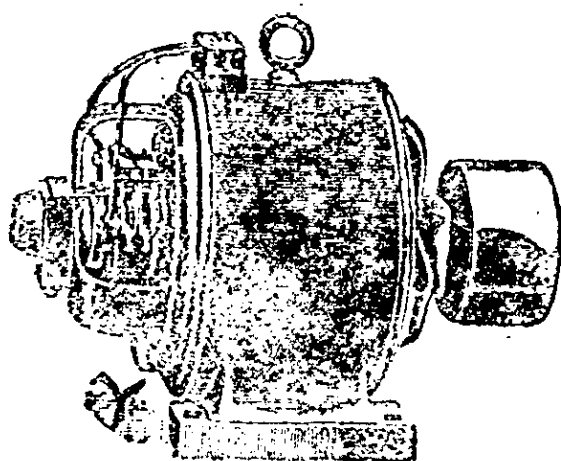
第十三節 電動機

如電扇之中心部,因通入電流而自起

迴轉運動者，是為電動機，或稱電摩托(Electric motor)。工廠中用此種動力處甚多，其構造直與發電機無異，惟其中心部改名電動子。



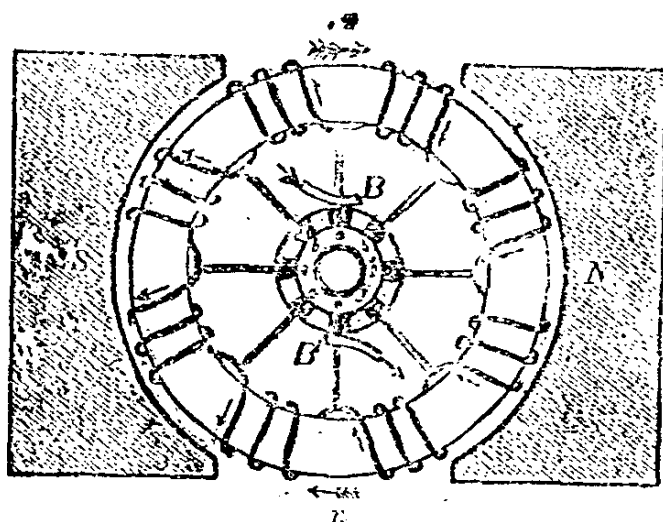
第二百十六圖



第二百十七圖

如圖 218，為一種發電機之平面圖，亦即一種電動機之平面圖。電動子之軸，一部份圍有 a, b, c 等銅片，排列成圓柱形，而互相絕緣，每片各與鐵輪上導線之一部連絡。 $B B'$ 為兩金屬刷，夾住圓柱，與相對之兩銅片 $a c$ 相接觸，設將電流連到刷毛上，由 a 流入，則分為左右兩支，經過各圈，由 c 流出。

因此，生出左右兩半輪形之電磁石， S

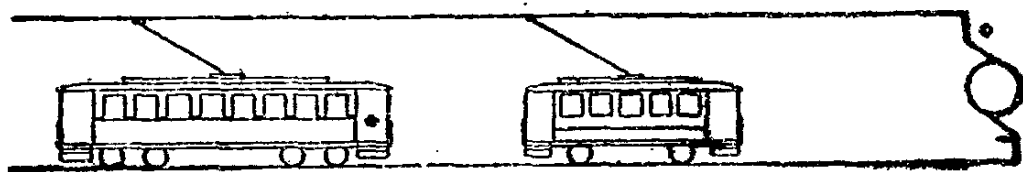


第 二 百 十 八 圖

極皆在上端, n
極皆在下端. n
極被場磁石之
N極所推,為 S
所引. S極為場
磁石之 S極所
推,為 N所引.故

輪即順時針方向轉動.少時,銅片 b, f 即接
著轉至刷毛下以代 a, e, 仍在上端造成 S
端,下端造成 n 極,故鐵輪轉動不已.

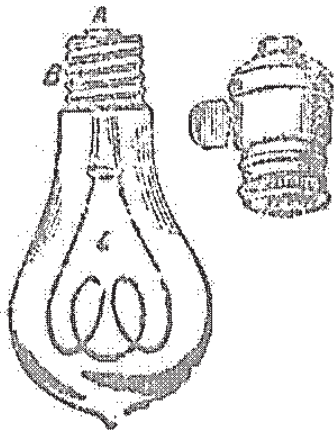
電車為電動機之一種應用.如 219 圖,
右為發電機,電流自此經架空線,入車之電
動機中,復由地下返於發電機.此時電動機
之轉動,傳及車輪,車遂因之前進.



第 二 百 十 九 圖

第十四節 電 燈

日常所用電燈 (Electric lamp), 如 220 圖, 稱爲白熱電燈 (Incandescent lamp). 其構造爲



第二百二十圖

一玻璃泡, 內封鎢絲 (Tungsten filament) 一條, 電流通過鎢絲時, 因抵抗甚大, 遂發熱放光, 泡內爲真空, 故雖放光而不至於燃燒。

幻燈, 活動影戲, 探海燈等所用之弧燈, 如 221 圖, 爲使二條炭棒互相接觸, 而通以



第二百二十一圖

強電流, 然後稍分離之, 卽有白色弧狀火光生於間隙。此種燈之溫度, 乃在三千度左右。炭質漸消耗, 二棒間之距離漸增, 卽抵抗愈大, 終至電流不能通過, 無由發光, 故須用自動的裝置, 令二棒間之距離, 常保持一定。

白熱燈弧燈所用之電流， 直流交流均可。

第十五節 電話

電話 (Telephone) 之主要部為送話器 (Transmitter) 及聽話器 (Receiver)。

送話器如 223 圖



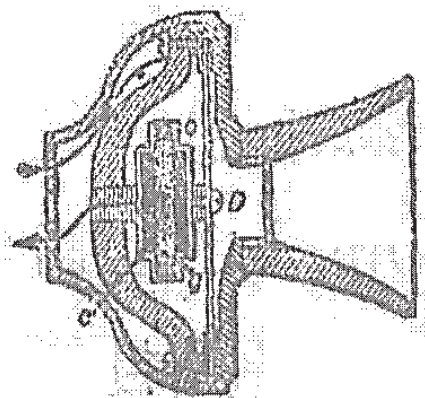
喇叭口內有一盒，中滿盛細炭粒，兩側為不導體，前後為二炭板，前炭板附著於薄片 D，能隨之往返振動，後炭板則固定。電線之一，連於

倍爾

Alexander Graham

Bell

美人，發明電話者。1875

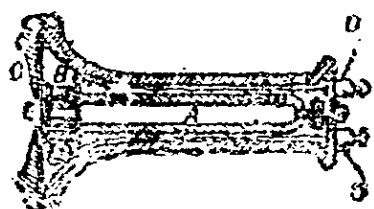


第二百二十二圖

第二百二十三圖

D 片，他一連於後炭板，中以炭粒為通路。

聽話器如 224 圖,內有電磁石 B,磁石前面有一薄鐵板 E. 設口向送話器發音,振動空氣,則 E 片向內時,壓迫炭粒,減小其抵抗,致電流變強,而聽話器中之電磁石亦變強,遂吸薄鐵片向內,反之,送話器 E 片振動向外時,則炭粒間之抵抗增,電流變弱,而



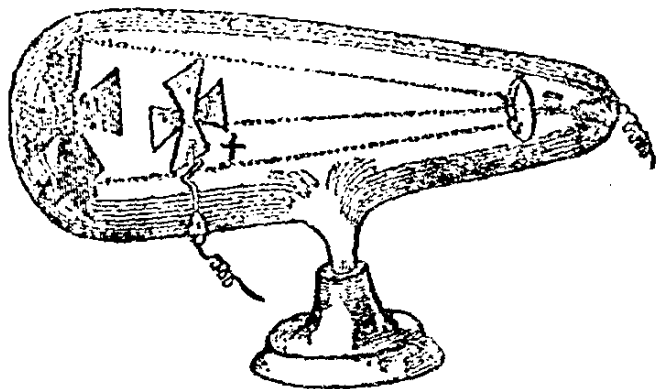
第二百二十四圖

聽話器中之電磁石亦變弱,薄鐵片遂稍向外. 故聽話器鐵片之振動,與送話器內 E 片之振動,完全相似,聞之如與當面談話無異.

電話有中央電池制(Central battery system)與局部電池制(Local battery system)之別.中央電池制,其電流均出電話局.局部電池制,每用戶之電話機中,各有電池.二者之組織,各不相同,但送話器與聽話器之關係,則無異.大概繁盛之城市,均不用局部電池制,因各戶電池,均須適合於用,其照料殊不易也.

第十六節 X 線

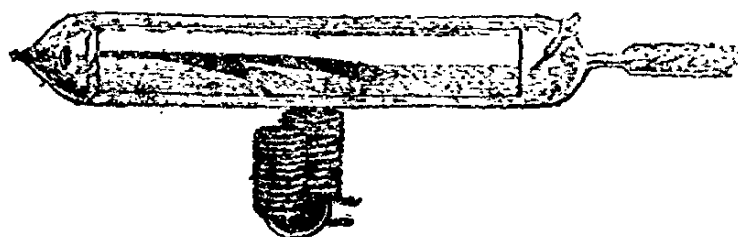
玻璃管內空氣抽去,使其壓力降至 $\frac{1}{1000}$ 托以下,若在兩端各插入一鉑線,且各接一小鉑板,然後將兩端封閉,是為克魯克



第二百二十五圖

斯(Crookes)真空管將兩端鉑絲連於感應電圈之兩極,使之放電,則由陰極放出一種輻射線,使對壁顯出青綠色之螢光如遇

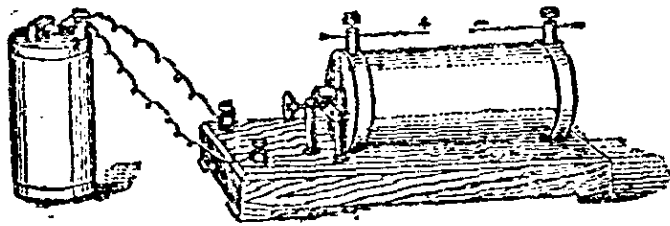
硫化鈣中雜有些許之鋇粉及硼酸鈉等之物質則發磷光。如中途用一遮板隔住,對壁即現一遮板之陰影(如 225 圖),與通常光線相似,如在中途受一磁石進路即生彎曲(如 226 圖)又如射於小輪之



第二百二十六圖

邊緣上,則發生機械效應。此種線稱為陰極線(Cathode ray)。據學者研究結果,認為係帶有陰電之微粒子即電子(Electron)所成。

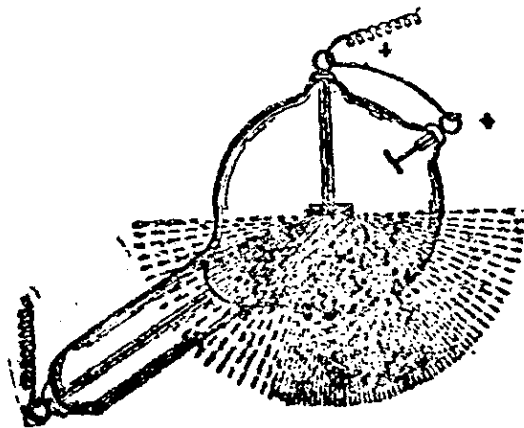
附注 將一通有電流之螺線圈置入他
一線圈內，而將其電流斷續不絕，他
圈內即生有感應電流。其兩圈電壓
之比，等於兩圈捲數之比。



第二百二十七圖
感 應 電 流

比。故使起感應之
螺線圈捲數較多
即可由低電壓變
成高電壓。感應電
圈即本此理製成。

陰極線與玻璃管壁或他種障碍物衝
突後，即由突衝面發另外一種幅射線，為目



第二百二十八圖
X 線



第二百二十九圖

力所不能見，但遇鎳青化銀、鎳青化鉀等物

質能使之放光。又遇照像乾片，與尋常之光線相同。又能透過木片，筋肉，及紙等不透明體。惟金屬（除鋁），骨等，仍不能



琴 樂

William Conrad

Röntgen

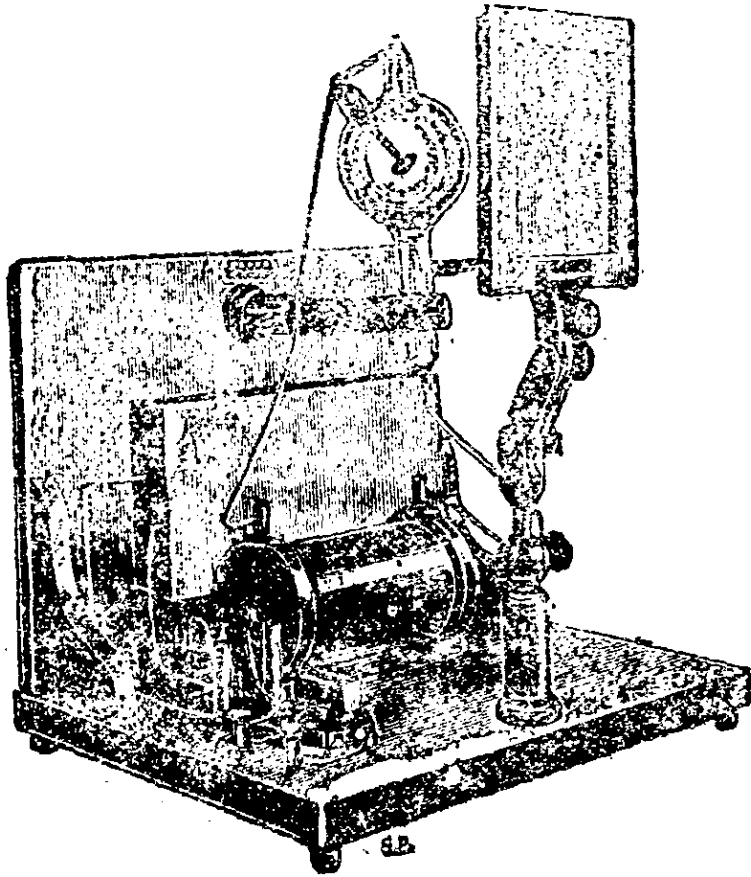
通過，此種輻射線，係 1895 年德人 琴樂 (Röntgen) 所發見。因不詳知其性質，故稱爲 X 線 (X ray)。現時學者對此仍未澈底了解，惟公認爲 因陰極線衝突於障礙物而起之一種以太波動。其用途在醫術

第二百三十圖 上甚爲重要。

實驗 102 如 231 圖，在暗室中，取塗有青化銀之板對 X 線。另以紙包銅幣小刀等物，置 X 線管與鉛青化銀板之間試之，如何？

第十七節 無線電報

懸螺旋狀之彈簧，下端垂砝碼，置諸水中，略引而放之，彈簧因其彈力而上下振動，但因水與空氣之抵抗，而其振幅漸減，終歸



第 二 百 三 十 一 圖

靜止。其振動之際，水波傳播於四方，於電亦然，將異電位之 a , b 兩導體相近，小其抵抗，使之放電，電流初則由 a 向 b ，繼而由 b 向 a ，瞬時間

交流而中和，此種電之往返流動，稱曰電振動(Electric oscillation)兩導體間發生電振動時，周圍之以太，即起相當之振動，向各方傳播，是為電波(Electric wave)

無線電報(Wireless telegraphy)即一種利用電波以傳信之方法，其大概亦可如普通電報，分發信機與受信機說明之。



馬 可 尼

Guglielmo Marconi

意人，發明無線電報者

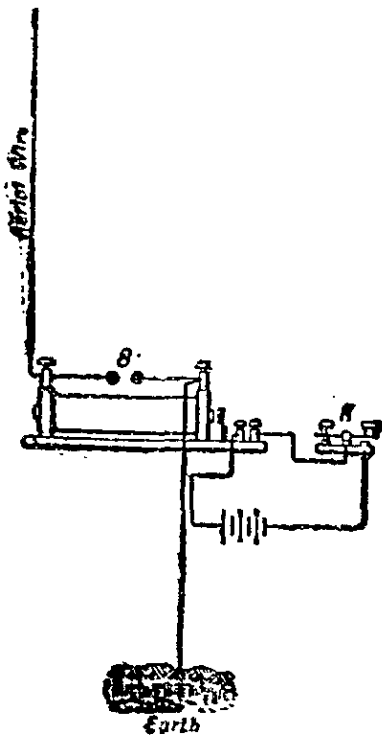
第二百三十二圖

如 233 圖，為發信機，其感應電圈之兩極，一連於地，一連於高聳空中之天線 (Aerial)。發信時按電鑰 K，電流即通過感應電圈使 S 間放火花，以發送電波。

234 圖為受信機，

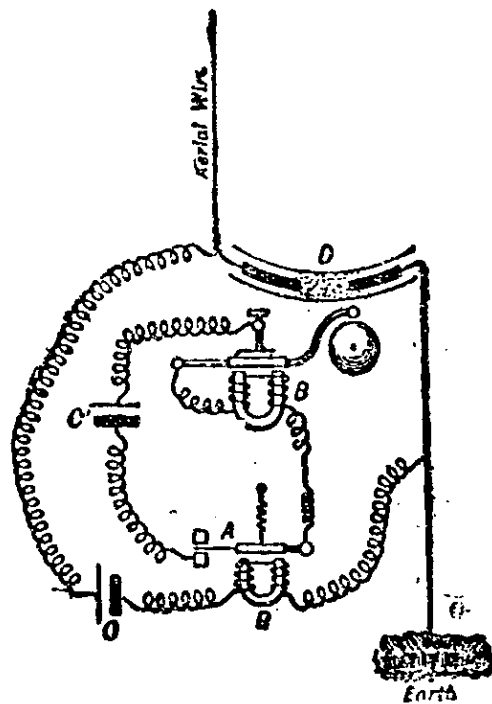
其最緊要部分，係一玻璃管 D，內入金屬粉，以二金屬板夾之。金屬粉不甚接觸，抵抗頗大，故圖中 C 電池之電流至 D 而斷，惟一遇電波則金屬粉密接，抵抗即減，電流即得通過。故此管名曰檢波器。今其一端連於高聳空中之天線 (受波線)，他端連於地，電波來時，電流通於 D，B 電磁石吸引 A 鐵片，使 A B C，成一電路，由是 B 側之鎚，一如電鈴中之鎚，往返振動於 D 及鈴之間。D 管金屬粉因電

波而密接者，一遇鎚之叩擊，即復舊態。但發信機火花連續飛渡時金屬粉隨離隨合，惟S處火花一停，則鎚之最後一擊，金屬粉遂不復密合，而電流斷矣。至S處復發火花，D復通電，而鈴復鳴。故如B側之鎚，實有兩方面之作用，其一能於電波斷時，使D中金屬



第二百三十三圖

發 信 機



第二百三十四圖

受 信 機

粉復舊態，其二則使人得因鈴聲而定發信機火花飛渡時間之長短，即電鑰按下時間

之長短也(受信機裝置頗有多種,茲爲其較易理解者)

第十八節 放射性物質

自發見陰極線與 γ 線後,又發見某種物質自行發出放射線,性質與陰極線 X 線等甚相近,凡具此種性質之物質,稱曰放射性物質(Radioactive substances),而此種性質,稱曰放射性(Radioactivity)。



車立夫人
Madame Curie,

1867, 法人, 於1899年

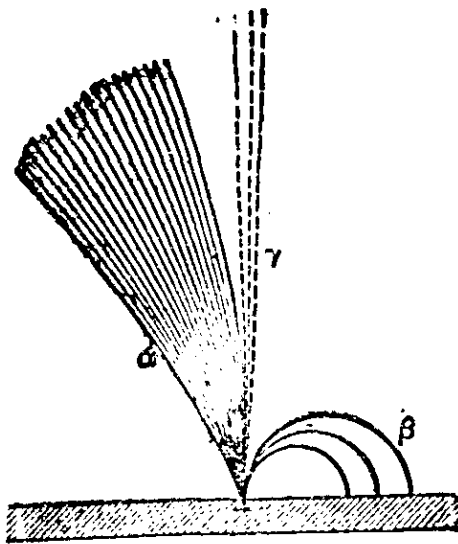
發見鐳原質

第二百三十五圖

放射性最豐富之物質, 爲車立夫人所發見之鐳(Radium或名銑), 其放射線共有三種, (1) 帶有陽電之微粒, 即氦原子稱爲 α 線, (2) 帶陰電之微粒, 與陰極線相似稱爲 β 線 (3) 與 X 線相似稱爲 γ 線. 此外如鈾(Uranium)如釷(Thorium), 亦爲著名之放射性物質. 據學者研究, 鐳與鈾

鈷等,均能放射氦原子,且鈷經若干時間之放射而成爲鐳,鐳經若干時間之放射,殆成爲鉛。

從來化學者之學說,原質爲最終不能分解之物,今鐳鈷鈾等均屬原質,而如上所



第二百三十六圖

鐳之放射性

述,尙能分解,故此種現象實爲化學上重要之發見,現時學者,稱此爲原質之蛻變 (Disintegration of elements). 凡放射性原質,與非放射性原質,均可視爲有蛻變之作用. 特蛻變所需時間,長短不同,其變化甚緩者,吾人不之覺耳. 至原質之意義,尙能保留,則見此種作用,係屬自然,絕非化學者所能支配,以化學者之能力言,一切放射原質,尙屬無法分解也。

習 題

1. 所謂陰電陽電,陰陽之意義如何?
2. 取乾燥之小紙片,以指甲磨擦之,近於板壁或面部,即吸附其上,試言其故。
3. 雷與電同時發生,吾人當先見電光,後聞雷聲者何故?
4. 試述丹氏電池中之化學作用。
5. 電線中有無電流通過,從外面用何法可以檢查?
6. 正對電磁石之極看去,電流通過其周圍之圈,是順時針方向,問此為N極,抑為S極?
7. 製一馬蹄狀電磁石,一端為S極一端為N極,導線之纏法如何?試繪圖明之。
8. 電流有直流交流之別,是否均可用於電鍍?試言其理。

第十一章

力；能力；簡單機械

第一節 運動

物體運動時，其速度（即每單位時間內所經過之距離）或一定，或時有增減。前者稱曰等速運動（Uniform motion），後者稱曰加速運動（Accelerated motion）。

加速運動每單位時間內速度之變化，即每單位時間內所增加或減少之速度，稱爲加速度（Acceleration）。

彈丸雖小，因其速度甚大，非有大力不能阻止其運動。牛行雖緩，因其質量甚大，亦非有大力不能阻止其進行。故運動體質量與其速度之乘積，名曰運動量，或簡稱動量（Momentum）。

節二節 力；引力

用手推桌上放著之書，書即在桌上運

動,用掌承樹上落下之果,果即在掌上靜止。用足踢對方過來之球,球即反折而回。凡如是能使靜止之物運動,使運動之物體靜止以及改變運動體之速度或其運動方向等之作用皆稱曰力(Force)。

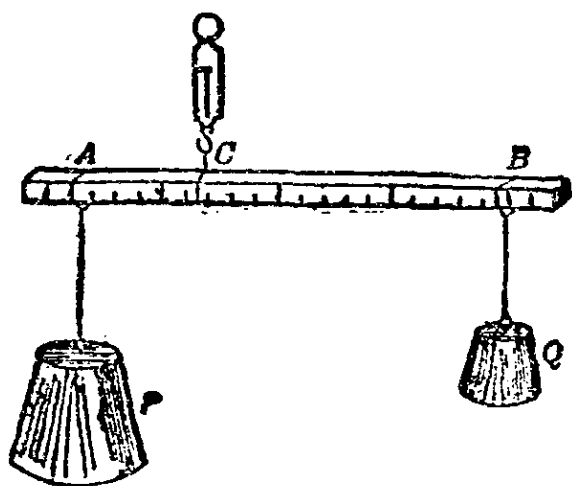
樹上之果,必向地面落下,天空中之隕石常墜落於附近之天體,推而至於宇宙內一切物體大之如日月地球,小之如細砂塵埃,莫不皆有互相吸引之作用,是為宇宙引力或萬有引力(Universal Gravitation),此種力之強弱,與二物體之質量之乘積為正比,而與其間距離之平方為反比。

地球上物體之有重量,即因受地球引力之故,故地球對於地面上一切物體之引力,特稱曰重力(Gravity)。

第三節 重心

實驗 103 如圖,於一刻度之木桿上, A 點懸一重錘 P, B 點懸一重錘 Q, 復將桿懸於一彈簧

秤如 C。 移動 C 點之位置,至桿平衡,則(1)彈簧秤上所示之力,與二錘之總重相等,(2)C 點與兩錘之距離,與兩錘之重為反比。



第二百三十七圖

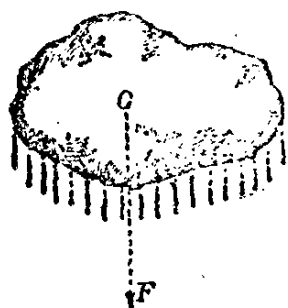
彈簧秤之力,必適與二錘之合力相抵。故由上知二錘之合力,大小等於二錘之總重,方向與二錘一致,作用點與二

錘之距離,與二錘之重為反比。

凡同方向二平行力之合力其關係均如此。如有多個平行力時,只須按照上法,將其中任意二力之合力求出,再求此合力與第三力之合力,逐次推求,最後所得之合力,即全體之合力。

地球吸引物體各部份之重力,方向均鉛直而互相平行。物體之全重,即各部分平行重力之合力,如 238 圖中 OE 合力之作

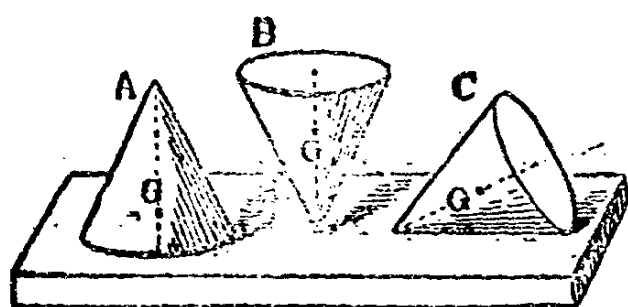
用點 C, 稱為物體之重心(Center of Gravity)。



第二百三十八圖

支物體之一點,欲使之穩定,非支點與重心在同一鉛直線上不可,因必二點同在一鉛直線內則支力方可與重力相抵也。

實驗 104 圓錐體,置於一平面上,如圖 a, 稍傾側之,必仍復原位置,如 b, 事實上幾不能實現,



第二百三十九圖

因稍傾側必倒也。

如 c, 稍傾側之,即

止於其處。試思

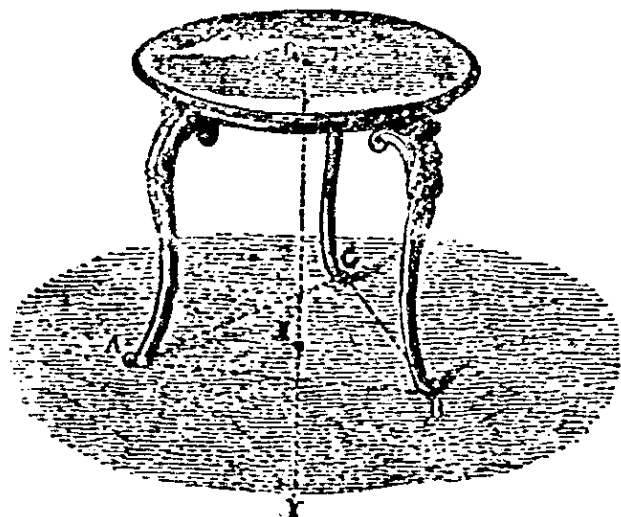
稍傾側時,其重心

距平面之變化各

如何?

凡物體穩定時,稍受傾側,仍能復原位者,曰安態穩定(Stable Equilibrium),其時稍動物體,重心上昇,稍傾側,即顛覆者,曰危態穩定(Unstable Equilibrium),其時稍動物體,重心下降。

又若動之而不復原位,亦不傾倒者,曰中態穩定(Neutral Equilibrium),其時物體雖經移動,重心無昇降.

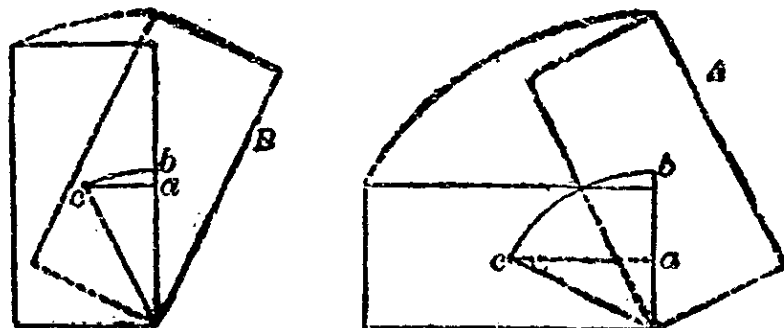


實驗 105 如圖,桌與地面接觸之點 A, B, C, 用直綫連成一三角形,稱爲基底(Base)

試用 手 將 一 足 抬 高,使 重 心 G. 之 鉛 直 線 G Y, 與 地 面 相 交

第 二 百 四 十 圖

之 I 點 漸 次 移 動,且 隨 時 放 手 試 之,注 意 I 點 移 至 何 處,則 手 放 而 桌 傾 覆?以 如 241 圖 之 厚 板 試 之 亦 可.



第 二 百 四 十 一 圖



第二百四十二圖

大多數物體其重心之鉛直線在基底內時，則不倒，出基底外則倒。此種關係，實仍為重心昇降之關係(?) 吾人右手握重物每將上身偏向左方，即因此故。

第四節 工作

用力將物體舉高若干尺，或沿地面推進若干距離，稱為此力成若干工作或簡稱曰功(Work)。

工作之大小，以物體循力方向運動之距離與力之乘積測之。 如作用之力為 1 尅，物體循力之方向進行 1 米，則此時之工作為 1 尅米 (Kilogram meter)。作用之力為 1 磅，進行之距離為 1 呎，則此時之工作為 1 呎磅 (Foot pound)。其公式如下：

工作 = 力 × 物體循力方向之動距

人,馬,機械之工作雖同,而成工作之時間有長短,凡機械於單位時間內所成之工作,名曰工率 (Power). 其單位通常用馬力 (Horse Power), 即每秒可作 550 磅呎或 76 尅米之功也。

第五節 能力

物體能施力以成工作之原因,名曰能力或簡稱曰能 (Energy). 能力之量,即由其所成之工作決定之。

高處之水,現在雖靜止,而將來能成工作。即其流下之際,能轉運水車,衝破堤防。又飛行之彈丸,可以破鐵艦,轟城堡,亦其所成之工作也。凡如飛行之彈丸等所具之能力,係由運動而生者,名曰運動能力 (Kinetic Energy). 如高處之水等所具之能力,係由位置使然者,名曰位置能力 (Potential Energy). 此二種能力在物體間,可以互相授受,又能變

其狀態，例如引弓射箭，引弓之際弓具位置能力，至箭射出時則弓之位置能力頓失，而箭受之以飛行即成運動能力。

能力除上述二種外，尚有音，光，磁電，及化學的能力。凡此均可以由一物體移至他物體，或由一種形狀變為他種形狀。例如煤之燃燒，化學能力變為熱能力，熱能力因蒸汽機關又變為運動能力，光照物體變為熱及化學能力等。廻轉代那模，運動能力變為電能力，通此電流於電燈，電爐，得發熱及光，而通於電動機，又變為運動能力，其種種變化不勝枚舉。但據物理學者研究，變化無論如何複雜，能力之總和常相等。換言之，即無論經過多少變化，能力既不能創生，又不能毀滅，其在宇宙間之總量，常一定不變。

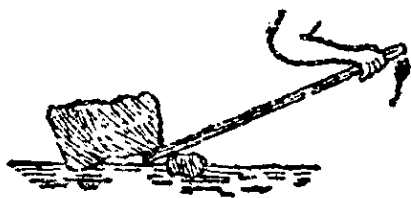
是為能力不滅之原理(Principle of Conservation of Energy)。

附注 化學能力亦名內部能力(Internal Energy)。

如代那模之發電,由於運動能力,運動能力,由於蒸汽機燃煤所生之熱能力,然此熱能力何自變成乎?化學者不得不謂煤另含有一種能力,即內部能力是也,凡物均含有此種能力,但多少不同,又此種能力,必至物起化變時,始有遷移及變化。

第六節 槓桿

用長棒一條插入石下,在棒之他端用力,即可使石轉動,如棒下有枕(圖 243),則棒



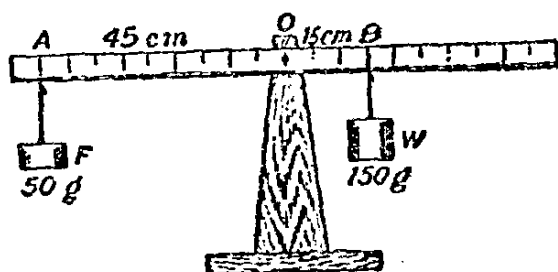
第二百四十三圖



第二百四十四圖

與枕接觸處為支點,而用力處為力點,著石處為重點,如無枕(圖 244),則棒端著地處為支點,力點重點同上。凡此種不可屈撓而能依一定點(即支點)以旋轉之棒,稱曰槓桿

(Lever). 橫桿上所用之力與所克之重成何比例可以次之實驗明之.



第二百四十五圖

實驗 106 平支一刻度之棒於中點 O, 於距 O 點 15 cm 之 B 點, 懸重 150 g, 而于 O 點之他側, 懸 50g, 以能使桿平衡

爲度, 命其點曰 A 點. A O 之長爲 45cm. 故力 (50g) 與支力距 A O 之乘積, 等于重 (150g) 與支重距之乘積. 無論如何變換力與重之分量或地位, 其兩邊之乘積恒相等.

由上, 知橫桿穩定時, 有如下之關係:

$$\text{力} \times \text{支力距} = \text{重} \times \text{支重距}$$

即

$$\frac{\text{力}}{\text{重}} = \frac{\text{支重距}}{\text{支力距}}$$

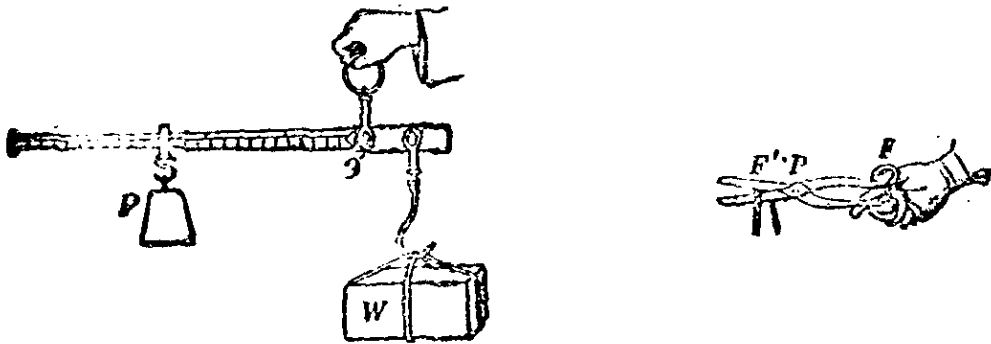
故凡用橫桿時, 支力距愈大, 而支重距愈小, 則愈省力.

橫桿因支, 重, 力三點相對之位置不同,

可分三類,支點在力點重點間者為第一類,重點在支點力點間者,為第二類,力點在支點重點間者,為第三類.

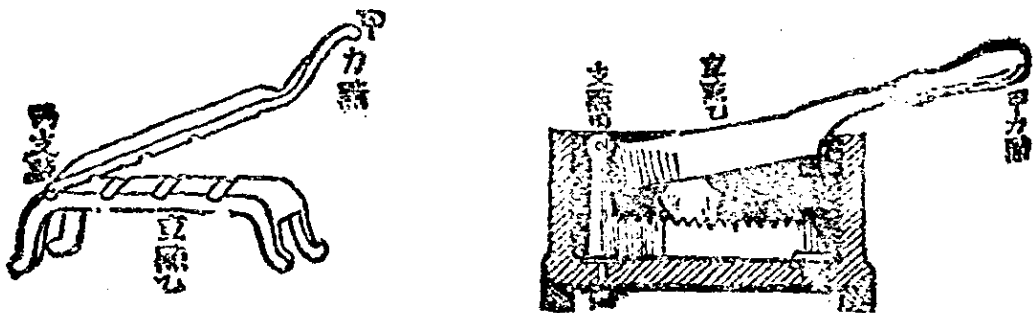


第 二 百 四 十 六 圖
三 類 槓 桿



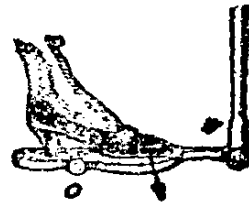
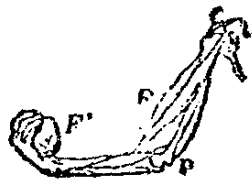
桿 秤 剪 刀

第 二 百 四 十 七 圖
第 一 類 槓 桿 之 實 例



壓 榨 器 切 糖 刀

第 二 百 四 十 八 圖
第 二 類 槓 桿 之 實 例



人手 縫機踏板
第二百四十九圖
第二類槓桿之實例



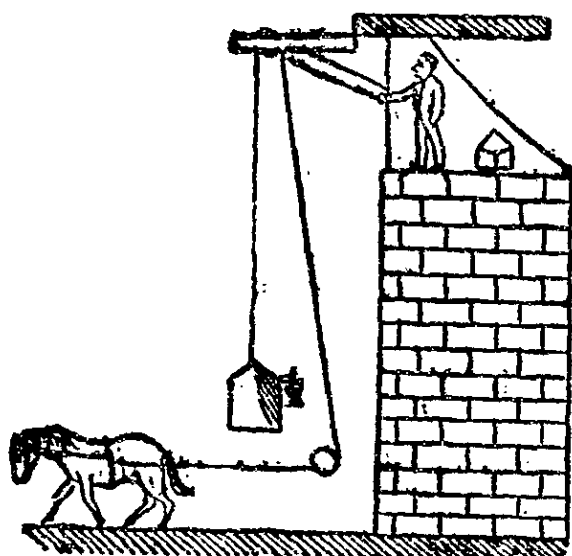
第二百五十圖

常用之天平,即
為第一類槓桿,又如
250圖之釘拔,亦屬
此類。

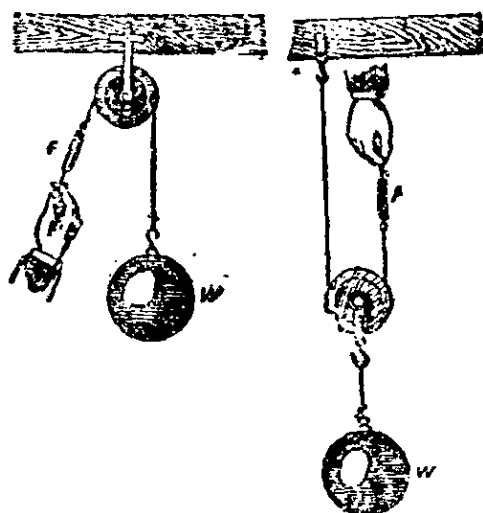
第七節 滑輪

如251圖,高樓上起重物,於上下設輪狀之物兩個,繩索懸重,穿過輪狀物,令馬曳之,人在樓上,取置甚便。凡此種輪狀物,細觀之,實為周邊鑿有凹溝之圓板,而能繞中央

之軸以旋轉者，名為滑輪，或稱滑車(Pulley)。裝在固定處，不能移動之滑輪(圖252之左半)稱定滑輪(Fixed Pulley)。裝在所曳之物體



第二百五十一圖



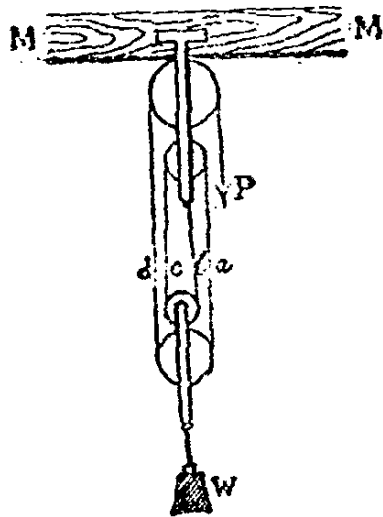
第二百五十二圖

上，可隨物體上下運動之滑輪(252圖之右半)稱動滑輪(Movable Pulley)。

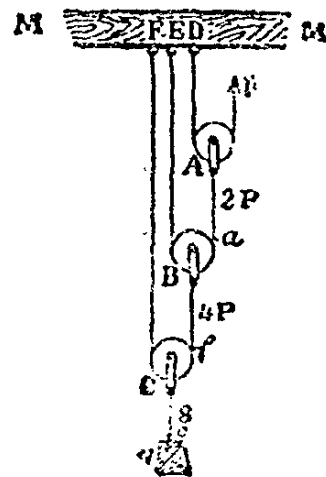
實驗 107 如 252 圖左半，將重錘懸於定滑輪之一端，而他端以彈簧秤拉之，秤上所示之力，等於錘重。又如圖之右半，將重錘懸之於動滑輪秤上所示之力，為錘重之半。

由上知用動滑輪能省力，而用定滑輪則否。凡連用動滑輪愈多，則力愈省，故有時

將若干動滑輪用在一處,或將若干動滑輪與若干定滑輪並用,如下二圖所示,是為滑輪系(System of pulleys)



第二百五十三圖



第二百五十四圖

設以 n 為滑輪數,則如254圖之複滑輪,

$$\text{力} = \frac{\text{重}}{n}$$

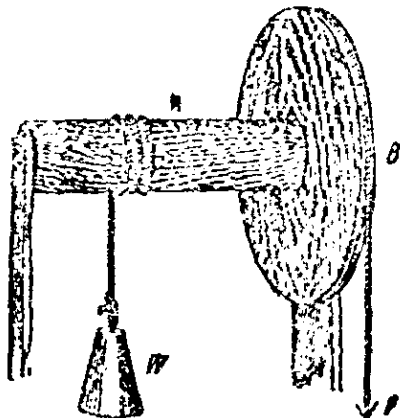
如 254 圖之複滑輪,

$$\text{力} = \frac{\text{重}}{2^n}$$

以上所論,輪重概未算入.

第八節 輪軸

如 255 圖,輪與軸固定而共轉,重懸於



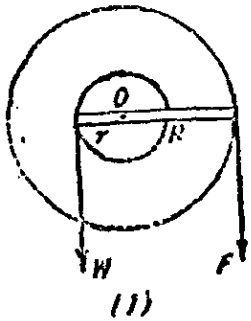
第二百五十五圖

實驗 108 取木製小輪軸，量其輪半徑及軸半

徑。以若干重懸於軸，而以若干力施於輪，使之

穩定，則得 $\frac{\text{力}}{\text{重}} = \frac{\text{軸半徑}}{\text{輪半徑}}$

以理論言，輪軸可視為一槓桿，其中心



第二百五十六圖

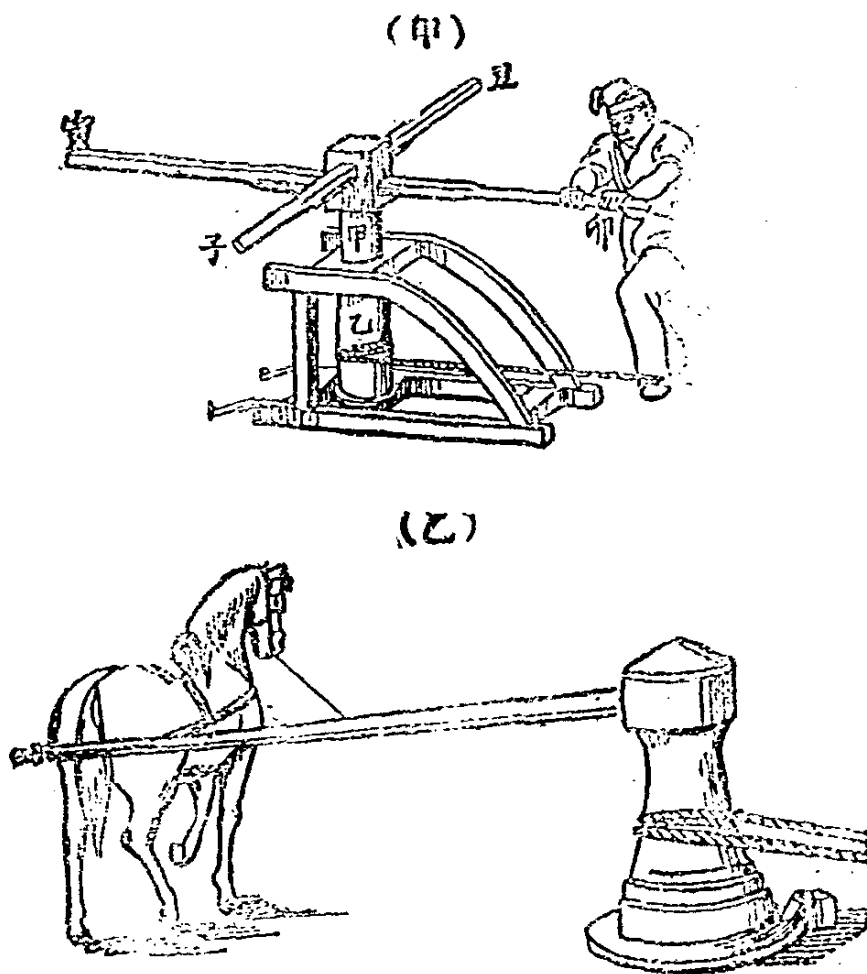
為支點，輪半徑為支力距，
軸半徑為支重距。依槓桿

定理，亦得 $\frac{\text{力}}{\text{重}} = \frac{\text{軸半徑}}{\text{輪半徑}}$ 。

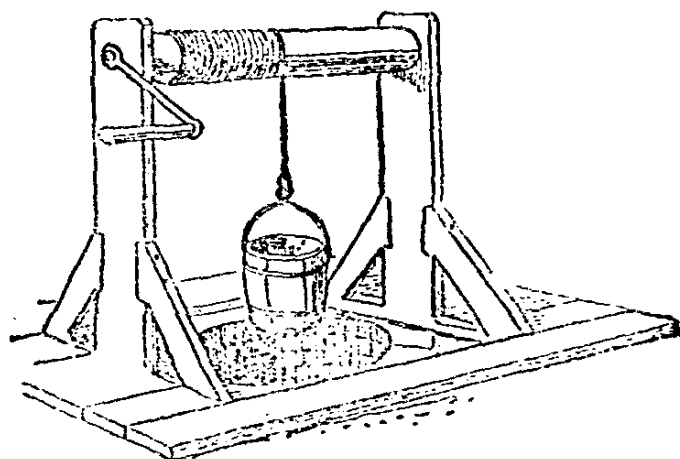
故輪軸穩定時，力與重比，

若軸半徑與輪半徑比。

輪軸多變相用之。如 257 圖之捲轆轤，或以人力，或以馬力，能移重大之物於他處。又如 258 圖為井上轆轤，用以汲水，皆輪軸之變相也。



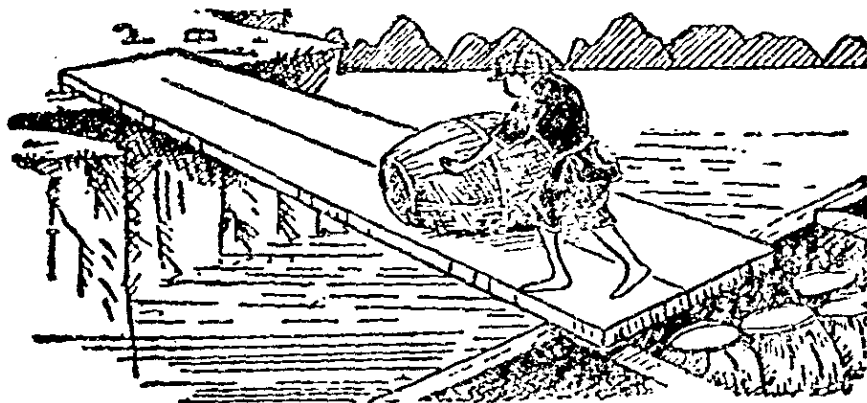
第二百五十七圖



第二百五十八圖

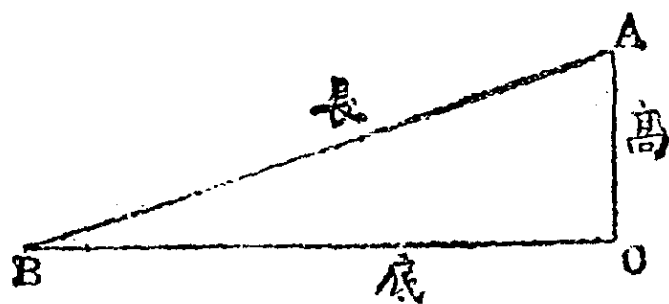
第九節 斜面

岸比船高,由船上將貨物起岸則費力甚大,若用一搭板,將貨物沿板推上(圖 259)



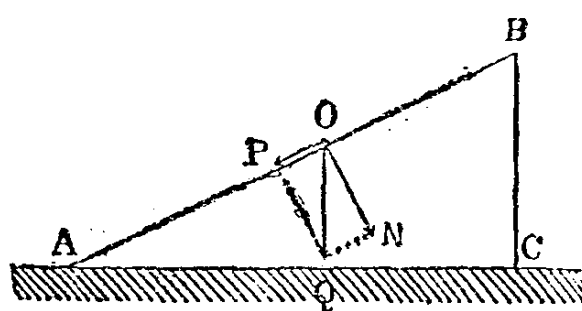
第 二 百 五 十 九 圖

即覺省力。凡如是與地平面成傾斜之面,藉以運重物而省力者,稱曰斜面 (Inclined Plane) 如 260 圖 AC 稱曰斜面之高, AB 稱曰斜面之長,其 BC 稱曰斜面之底。力與重之關係,可以下之理論及實驗明之。



第 二 百 六 十 圖

1. 力之方向與斜面之長平行者。如 261 圖,以 OQ 直線表物體之全重即地球對於該物體之全引力,今將物置斜面上,則

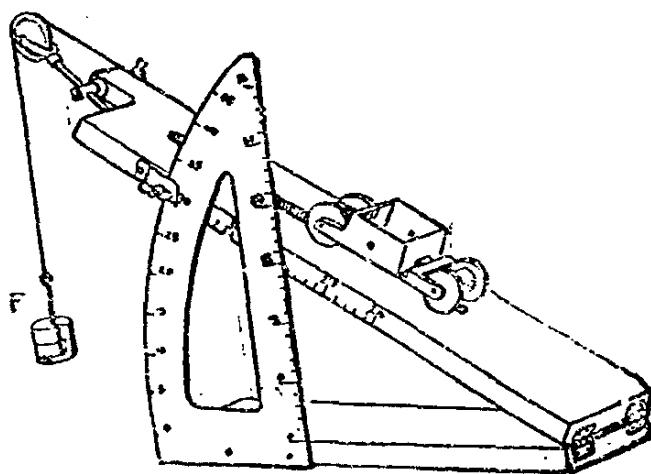


第二百六十一圖

此力分爲二分力,一爲與斜面垂直之 ON,一爲與斜面平行之 OP. 其 ON 對於斜面生壓迫作用, OP

欲使物體落下故欲支持物體,只須加以等於 OP 之力即可,準幾何學 ABC 與 QOP 爲相似三角形,得 $\frac{OP}{OQ} = \frac{BC}{BA}$, 即 力與重比,若

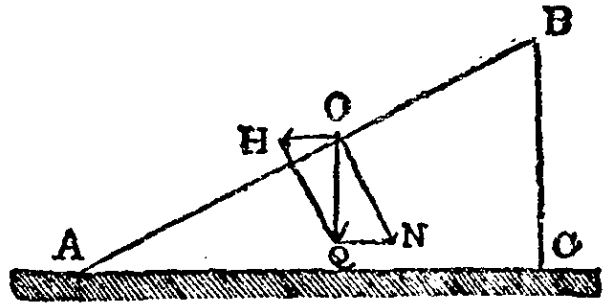
高與長比. 此結論更可以 262 圖之實驗明之.



第二百六十二圖

2. 力之方向與斜面之底平行者,如 263 圖以平行於底

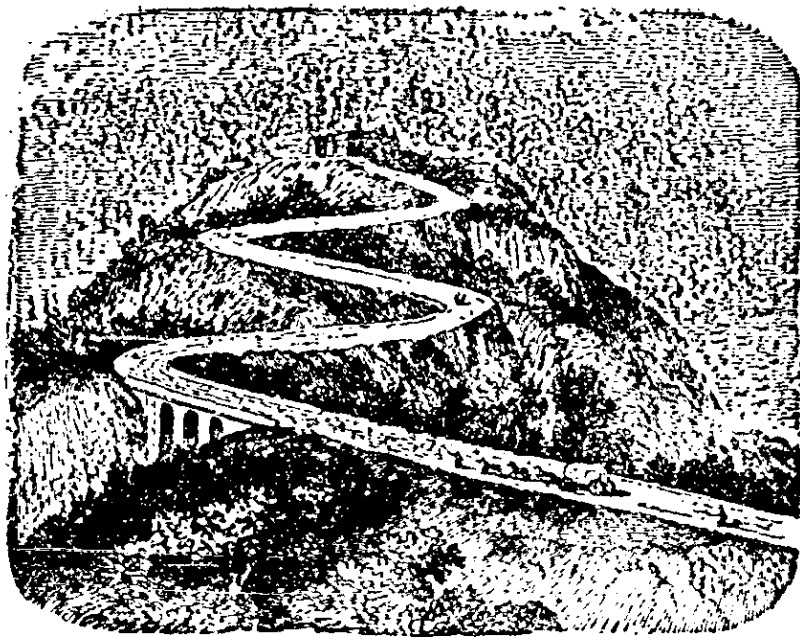
之力支持物體時，則物之全重可以分解爲與斜面垂直之一分力 ON ，及與底平行之一分力 OH 。此時所用之力與 OH 等。



第二百六十三圖

準幾何學， QHO 與 ABC

爲相似形，故得 $\frac{HO}{OQ} = \frac{BC}{CA}$ ，即力與重比若高與底比。

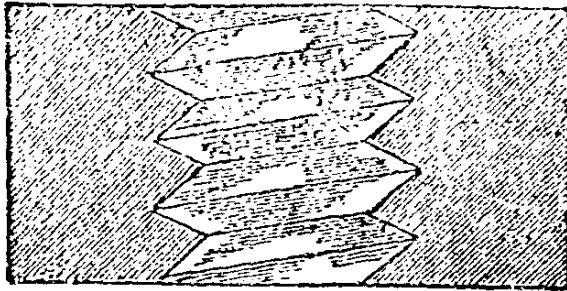


第二百六十四圖

登山者不行於一直線之路，而行於紆曲之路（圖264），使身體緩緩昇高，得免過勞，

即斜面之作用也。

第十節 螺旋

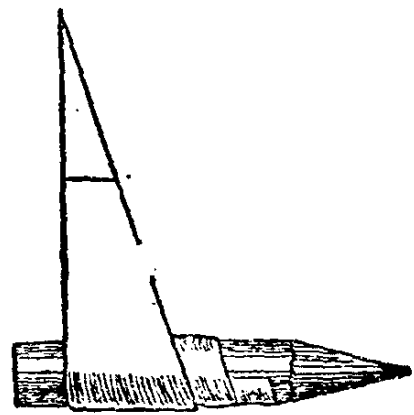


第二百六十五圖

螺旋(Screw)為常見之物,中實者曰雄螺旋(Male Screw),中空者曰雌螺旋(Female Screw),二者配合以生

功用,相隣兩層螺紋間之距離,曰螺距(Pitch.)

設以紙作斜面卷於圓柱上,則斜邊在圓柱周圍繞成螺紋,故螺旋可即視為斜面之變相。用螺旋時,以水平力將重物進行一螺距,猶如以平行於 cc' (圖 267)底之力使物體上昇 Ac' 之高,故螺旋

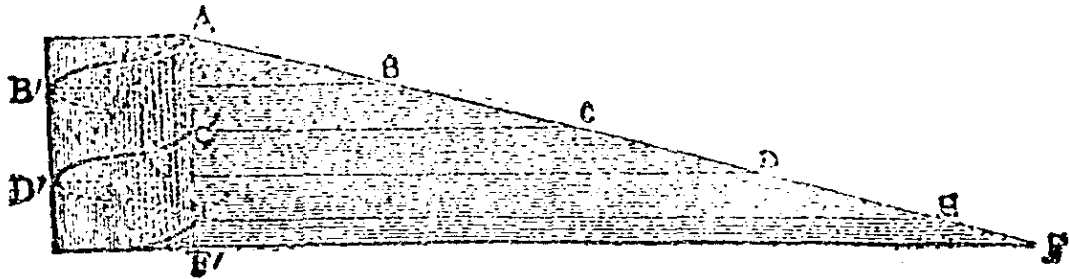


第二百六十六圖

上力與重之關係,若斜面上平行於底之力與重之關係相同,由斜面定理

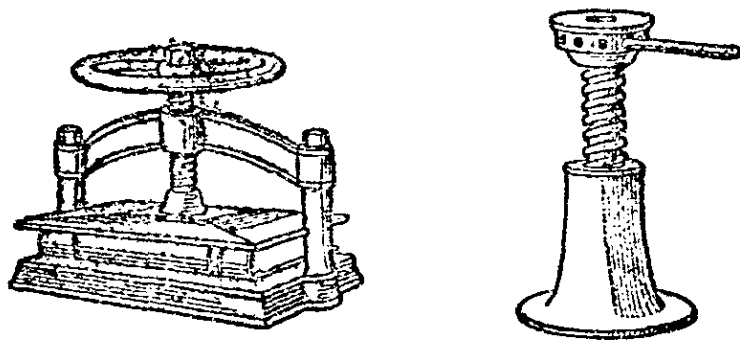
$$\text{得 } \frac{\text{力}}{\text{重}} = \frac{\text{螺距}}{\text{螺周}}$$

即力與重比，若螺距與螺周比



第 二 百 六 十 七 圖

機械上用螺旋時，多於用力處加以柄或輪，如 268 圖之壓書器及舉重機，則實合



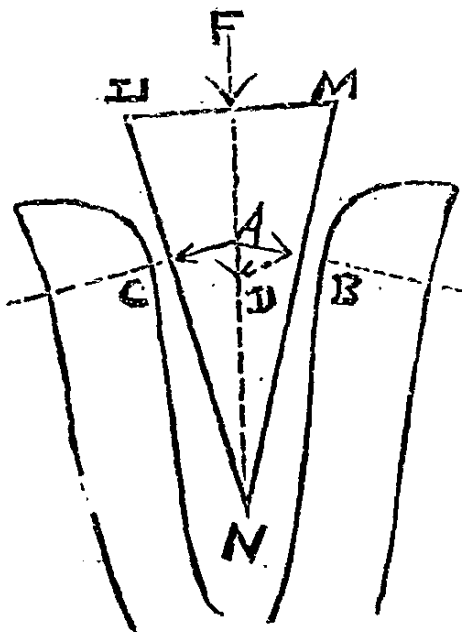
第 二 百 六 十 八 圖

輪軸螺旋而為一，其用力更省矣。

第 十 一 節 劈

尋常刀斧之屬，即為劈 (Wedge)。其尖端名曰刃，對刃之面名曰背，刃之兩邊名曰側。

如 269 圖 LMN 為劈，以垂直於底之力加於物體，於劈與物之接觸面，分解為二分



第二百六十九圖

力各與接觸面垂直，今以AD表所加之力，以AC, AB表二分力，則ACD與LNM為相似形故得

$$\frac{AC}{AD} = \frac{LN}{LM}$$

即破物之力與原力之比等於側與底之比。由是劈愈長，其底愈薄，愈覺有效力。

凡一切刃物，皆應用此理。

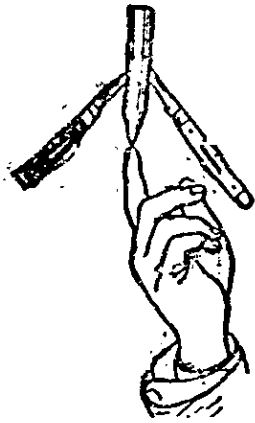
習題

1. 地球與樹上之果，互有引力，何以只見果向地面下落？
2. 一定物體，在赤道上權其重若干，漸向南北移動，重量漸增，試言其故。



第二百七十圖

3. 如圖270所示之玩具，名不倒翁，何以會不倒？
4. 以手指支鉛筆尖而直立之，為危態穩定，但若將兩



第二百七十一圖 不能省力?

小刀插筆桿之兩旁,如右圖所示,即成安態穩定,試言其故。

5. 裁縫用之剪刀,柄較短,鐵匠用之剪刀,柄較長,試言其故。

6. 試討論三類槓桿,孰能省力,孰

7. 設有槓桿,長 6 尺,其一端懸重物 6 斤,他端懸重物 12 斤,挑起時當著肩於何點?

8. 有等質之棒,長 4 尺,重 5 斤。茲支棒之一端 1 尺之處,其長方之槓桿臂,若懸 12 斤之重,則短方槓桿之端,須懸若干重,始能相均?

9. 輪之半徑為 3 尺,軸之半徑為 1 尺。問欲舉 600 斤之重,需力

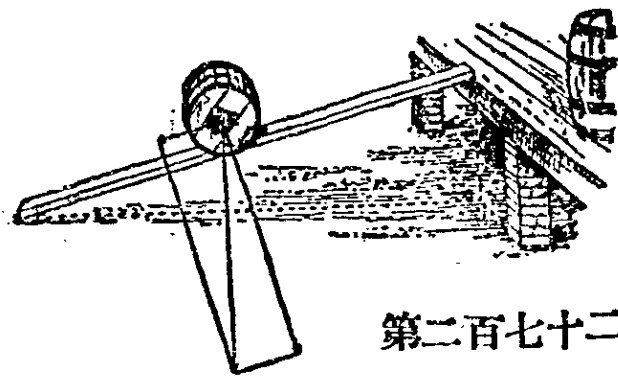
若干?

10. 如圖 272, 有重 200

磅之桶,置斜面上,

斜面上,斜面之長為 9 呎,高 3 呎,問欲以平行於

斜面之力支此桶,力之大小為何?



第二百七十二圖

初級中學 化學教科書

王鶴清編：每冊一元二角

本書特點：

1. 本書編制，以青年日常習見之事物或現象為經，以科學之系統為緯，使學生由常識進入科學之正軌，以增進其研究科學之興趣。
2. 本書內容，依據教育部最近頒布初中化學課程標準，並與王鶴清合編之高中化學互相銜接，以矯重複或過深之弊。
3. 本書注重實驗，令學生獲實際之經驗，與新舊觀念相聯絡，以養成學生研究科學之習慣。

理化界之常識

張伯謹著 每冊一元五角

本書謬蒙各界不棄未及一年第一版即行售罄此實科學界前途最可慶幸之事也除將前版刊印錯誤處完全更正外又復略事增補藉副愛讀諸君之雅意

再本書之卷下原擬繼續出版嗣因科學進步一日千里數年前所認為理想之學說者今則次第見諸實用如有聲電影電傳照像等皆一一採入詳加解釋已成之稿遂不得不增補改竄付印稽遲職是之故刻正抽暇校補半年以內當可付印附誌於此藉表歉忱

PLANE TRIGONOMETRY

AND TABLES

By

Wentworth-Smith

溫斯二氏三角學 每冊一元三角

北平文化學社印行

初 中 自 然 科 用 書

初 理 化 教 科 書

閻玉振編 上下册各八角
郵費二分半

本書係用白話文字，新式標點，學者易於領悟。原質及化合物之製法，性質，用途，分別敘述。關於試驗多令學生判斷結果，以便啟發自動。聲光力熱磁電之現象內，有最新之材料與極明之解釋。

初 礦 物 學

黃人濱編 定價大洋五角
郵費二分半

本書內容分爲(一)普通礦物之研究(二)礦物概說(三)岩石之類別(四)地殼之構造(五)地殼之變動(六)地殼之歷史。其編制礦物與地質並重，而對於礦物岩石地史等之記述力避繁冗，使學生免去硬記之苦；且以引起其興趣。名辭皆選新近最普通而極切當者，並照字填註英文，以資參考。

初 生 理 衛 生 學

李約編 定價大洋五角
郵費二分半

一 本書分十一章，先總論，次爲皮膚，肌肉，骨骼，消化器，循環器，呼吸器，排洩器，神經器，五官，最末爲結論。次序分明，材料簡賅，學者讀之，易於領會，教者教授，亦得有伸縮之自由。

二 本書解剖與生理，混合講授，使學者記憶與思想參用，免却從前重複及乾燥之弊。

三 本書所舉之衛生，力求扼要，使學者習後，可以實地應用。

四 本書於皮膚肌肉等章，附以疾病源流，及醫治方法，以備患者之參考。

五 本書所用之名詞，係採用醫學名詞審查會決定之名稱，此外如術語等亦擇近時最普通者用之。

北 平 文 化 學 社 印 行

數 學 用 書

數學遊戲

魏元雄編 每册六角
郵費三分

本書搜羅關於代數幾何等之誤謬多種

。既詳且盡，並加以數學上之解釋，如一等於二，直角等於鈍角是也，讀之若別有天地。

本書列舉中國玩具，如七巧板九連環等，並各種智慧圖形，如錯覺一貫迷陣水道等，雖不通數學者，亦可感覺其興趣。

本書搜集關於數學之故事及數學界怪人之趣史，讀之可知那些極聰明的數學家，作許多想不到的笨事，真是令人好笑。

總之此書饒有興味，誠最佳之娛樂品，大中小學生讀之，有補於正課，數學教

員參考，教授時可引起學生之興趣，有志數學者不可不人手一冊也。

算術難題分類詳解

王錦璋 每册六角

作者鑒於吾國算術教科書無良好之教本，學者不能得良好之效果，故搜羅算術難題三百餘，分廿六類，作為補充材料，半摘於數學辭書，半摘自中英文各種算術書中，解法簡單明瞭，分類方法以問題所論之事項為標準，與普通教科書之以算法為準者不同，所以使學者對於某種事項問題得以混同各種算法徹底研究，並可依類檢查便於參考。

北 平 文 化 學 社 印 行

初 中 教 科 用 書

初 中 動 物 學 李 約 編 定價大洋六角
郵費二分半

本書先高等動物，而次第及於下等動物。所取教材概以本國所習見者為主，務使學者得實地觀察，無聞鐘揣籥之誤。於每綱之末，必詳述其對於人生之關係，藉以喚起學者利用厚生之觀念。

初 中 植 物 學 李 約 編 定價大洋五角
郵費二分半

本書不拘守形態生理等篇界，無前後重複之弊。詳於形態及生理，而略於解剖及分類，學者學習易於發生興味。取習見之植物為例，教者易達直觀教授目的。

最 新 植 物 掛 圖 全輯四十幅定價五元

本圖係北京師範大學博物系教職員及學員共同研究之製造品，凡中等學校植物教學

應用之圖表，無不具備。繪工優美，印刷精良，圖之大小，適使全班學生觀看明瞭，誠直觀教學之利器也。

理 化 掛 圖 北京師範大學理化委員會
全套二輯十二圖郵費四角

▲ 直 觀 教 授 利 器

1 各圖多為剖面圖，凡書中之立體圖或實物，不易說明其構造者；繪成剖面圖，使閱者一目了然。

2 表之性質，注重比較統計聯絡，而多以圖形構成之；藉收直觀之效。

3 凡中等以上學校理化教學應有之說明圖表無不具備。

4 紙幅縱三十一英寸，橫二十一英寸，足使教室中全班學生觀看明瞭。

5 圖表以簡單明瞭為主，其較複雜者用二色以上之套版印之，以資分明。

北 平 文 化 學 社 印 行

大學預科及高級中學
化學教科書
 閻玉振 王鶴清 合編

本書取材，實驗與理論並重，凡關於重要原質或化合物之製法性質及用途敘述特詳。

本書與閻玉振及徐鏡江所編之初中理化教科書適相銜接，並與王鶴清所著之高中化學實驗相輔並進，俾學者易收融會貫通之效。

本書注意與礦物學相聯絡凡重要礦產，悉叙本國之產地。現代化學上新發明之事項，皆搜羅在內，俾學者得明瞭化學進步之歷程。

本書插有化學家肖像並附小傳，使讀者仰見其豐采，想見其為人，藉對於化學家所發見或發明之事實，得更深之印象。本書每章之末，附以綱要及習題，以便記憶，而資練習。
 精裝一冊定價二元五角

Fixed Physics and Chemistry
 FOR JUNIOR MIDDLE SCHOOLS AND NORMAL SCHOOLS
 The Peiping Cultural Association

中華民國十九年九月四版

初中混合理化教科書下卷

定價每冊大洋七角

編輯者

徐鏡江

校訂者

王叔明

發行者

清密社

總發行所

和平門前
 電話局四五八〇



分銷處

東安市場新華書社
 青雲閣佩文齋
 頭樓胡同金城書社
 鼓樓大街為寶書局
 天津天津書局
 天津直隸書局
 太原晉新書社
 綏遠明善堂書局
 開封豫文書莊
 奉天李鴻章書局
 吉林中華書局

長春中華書局
 南京南京書局
 上海開明書局
 上海振新書局
 蘇州新華書局
 上海光華書局
 廈門新民書局
 重慶重慶書局
 成都新華書局
 廣東中山大學
 雲南益友書報社

版權所有翻印必究

5579

(122)