



中 華 文 庫

初 中 第 一 集

物 理 學 表 解

盧 壽 錢 編

中 華 書 局 印 行

24



物理學表解目次

| | |
|---|---|
| 一 緒論 | 1 |
| 物質的三態 物理學應用的單位 重量 力 質量和重量的區別 密度 比重 | |
| 二 水 | 2 |
| <u>巴斯噶</u> 原理 液體內部的壓力 水準器 連通器 <u>阿基米得</u> 原理 物體的浮沉 比重的測定 | |
| 分子 分子力 表面張力 毛細現象 | |
| 三 空氣 | 4 |
| 氣體的比重和壓力 氣壓 <u>托里拆利</u> 實驗 一氣壓 氣壓計 <u>波義耳</u> 定律 流體壓力計 虹吸 | |
| 唧筒 | |
| 四 彈力 | 6 |
| 彈性 應力 <u>虎克</u> 定律 | |
| 五 運動和力 | 7 |
| 運動和靜止 慣性定律 速度 運動定律 力的合成 力的分解 反作用定律 運動三定律 | |

向心力 離心力 力偶 力矩和轉動 平行力的合力 力的平衡 萬有引力定律 重心 穩度
重力加速度 自由落體 拋射體 擺的振動 空氣和水的抵抗

六 簡單機械.....11

槓桿 機械利益 滑輪 工作 工作原理 斜面 能量不滅的原理 摩擦

七 熱和三態變化.....13

熱的來源 熱的傳播 溫度和溫度計 膨脹 比熱 三態變化 濕度 露點 熱的工作

八 樂音和樂器.....17

音波 樂音三要素 音的共振 弦樂 管樂 板樂 留聲機

九 光的直進和反射.....18

光 光的直進 影 照度 光度 光的反射 平面鏡 球面鏡 球面鏡所成的像 光波
光的速度

一〇 光的折射和色散.....22

光的折射 全反射 稜鏡 透鏡 透鏡所成的像 光的色散 虹 光譜的種類 光譜各部
的作用 物體的色

| | | |
|----|---|----|
| 一一 | 光學器械 | 25 |
| | 照相機 幻燈 眼鏡 顯微鏡 望遠鏡 | |
| 一二 | 磁鐵 | 26 |
| | 磁鐵 庫侖定律 磁感應 磁場 地磁氣 羅盤 | |
| 一三 | 電 | 21 |
| | 摩擦生電 庫侖定律 金箔驗電器 電感應 起電盤 起電機 蓄電器 放電 空中電氣 | |
| 一四 | 電流和電池 | 30 |
| | 電流 電池 歐姆定律 電阻的組合 電池的連結法 | |
| 一五 | 電流的效應 | 31 |
| | 電氣分解 蓄電池 電流的磁氣作用 電流計 焦耳定律 電能 電功率 電燈 | |
| 一六 | 城市用電 | 33 |
| | 感應電流 發電機 變壓器 電話機 真空放電 X射線 放射性 檢波器 無線電報 無線電話 有聲電影 | |

物理學表解

一 緒論

物質的三態 { 固體——有一定形狀和體積。
液體——有一定體積，但無一定形狀。
氣體——無一定形狀和體積。 } 流體

物理學應用的單位 { 長度——單位用米，又叫做公尺或呎。
質量——單位為千克，又叫做公斤。
時間 { 單位為平均太陽日。一日又分時、分、秒，為平均太陽日的86400(24×60×60)
分之一。用米、釐、克、秒為基本單位的系統，叫做釐米克秒單位或C.G.S.單位。

重量——通常所稱重量，就是物體所受重力的大小。

緒
論

力 { 推引一切物體的作用，都叫做力。
力的三要素——一、大小。二、方向。三、着力點。
力的圖示——即用一直線表示力的要素。
力的重力單位——即在單位質量上所作用的力。
壓力——即兩力彼此相向。

張力——即兩力彼此相背。

全壓力——即物體全面積上所受的壓力。

壓力的強度——即單位面積上所受的壓力。

力的平衡——即物體靜止時所受的壓力。

質量和重量的區別——質量離開地球，不拘在何處都有一定，但重量則隨地變更而有大小不同。

密度 { 物質的單位體積內所含質量，叫做該物質的密度。假定物體的體積為 V ，質量為 m ，密度為 d ，就得下式：

$$d = \frac{m}{V}, \therefore m = Vd$$

比重——某物質的重量，和同體積在溫度攝氏四度時，水的重量相比，叫做該物質的比重。

二 水

巴斯噶原理——液體在密閉器內，一部分所受的壓力，可向各方傳達到各部，其強度不變，這叫做巴斯噶原理。

液體內部的壓力——液體內同一水平面上各點的壓力，各方向都相等。

水準器 { 是一彎曲玻璃管所做成，中間裝酒精或醚，封口時故留一小泡於管內，下裝一木台，可檢驗平面的平
 否，視管內小泡便知。(如為水平則小泡適在正中。)

連通器——用幾個容器連通起來，放入同一液體，各器內液體的表面，均在同一水面上。

阿基米得原理 { 液體有浮力，物體在液體內所減輕的重量，等於被他所排開的液體的重量 這叫做阿基米得原理。

物體的浮沉

〔由阿基米德原理，得下三種關係：

1. 物體重量比浮力大時，必沉下。
2. 物體重量和浮力相等時，物體隨處可靜止。
3. 物體重量比浮力小時，必浮上。

固體

1. 比水重的固體，不溶於水，其比重測定為：

物體在空氣中的重 = W

物體在水中的重 = w

和物體同體積的水重 = $W - w$

$$\text{比重} = \frac{W}{W - w}$$

2. 比水輕的固體，不溶於水時

物體在空氣中的重 = W

物體繫以錘入水中，單稱錘的重 = W_1

物體和錘共入水中的重 = W_2

空氣中物體的重和在水中重的差 = $W_1 - W_2$

$$\text{比重} = \frac{W}{W_1 - W_2}$$

1. 用比重瓶測之。

瓶的重 = W

比重的測定

液體

- 瓶內充滿液體時的重 = W_1 ,
- 瓶內充滿水時的重 = W_2 ,
- 比重 = $\frac{W_1 - W}{W_2 - W}$

2. 用浮秤測之最便。

分子 { 任一物體分至極細成爲微粒，其性質和原物質仍相同，這叫做分子。(由分子再分出的物質，其性質有和分子不同的叫做原子。

分子力 { 一分子對其周圍各分子有吸引力，叫做分子力。同類分子間的引力，叫做凝集力；異類分子間的引力，叫做附着力。

表面張力 { 液體各部互相吸引，其面積縮至極小時的力，叫做表面張力。水銀的表面張力最大，次爲水，再次爲石油。

毛細現象 { 用微管插入液體管內，內外的液面，應在同一水平面；但管徑越小，管外液面的差，越是顯著，這叫做毛細現象。

例 { 水能濕潤管壁，在管內必上升。
水銀不能濕潤管壁，在管內必下降。

三 空氣

〔一般氣體皆有重量，氣體的重量和等體積空氣的重量相比，這是氣體的比重。因氣

氣體的比重和壓力 { 體的凝集力很微，在容器內常生擴散狀態，結果就生壓力。壓力的方向和器壁成垂直，與液體相似。

氣壓 { 1. 空氣及於地上 體的壓力，叫做氣壓。
2. 表示有氣壓的實驗法 { 馬德堡半球，
塞住盛水玻璃管的一方，他方水不流出。
用紙蓋好盛水的玻璃圓筒，倒持之水不溢出。
放水入試驗管倒立水中，管中水不下降。

托里坿利實驗 { 用長約一米的玻璃管，封閉一端 滿裝水銀，倒立於水銀槽內，管內的水銀降下少許，管內外水銀面的差約為76釐米，用米尺量其實數，這個測定為托里坿利實驗。

一氣壓 { 每單位面積所受的氣壓約為一仟克，用這個數目定為氣壓的單位，叫做一氣壓。因水銀的比重為一三.六故。
 $1\text{氣壓} = 76 \times 13.6 = 10336 \text{ 克平方釐米}$

氣壓計 { 依托坿利實驗的原理，製成一精密機器，可測氣壓，這叫做氣壓計。如氣壓高則天晴，氣壓低則天雨，如氣壓計有急劇變化時，則有暴風雨。

波義耳定律 { 定律——溫度一定時，一定質量的氣體的壓力，和其體積成反比例。
{ 壓力P 時的體積 = V
{ 壓力P' 時的體積 = V'

$$\frac{P}{P'} = \frac{V'}{V} \therefore PV = P'V'$$

證明 { 即氣體的壓力，和其時體積的積常相等，而為一定。即
 壓力 × 體積 = 常數

若氣體的體積改變時，密度亦隨之而變，因體積和密度成反比，故一定溫度時，氣體的
 密度和其施於器壁的壓力成正比。

流體壓力計 { 用一彎曲玻璃管，管的兩臂間附一標尺，管內裝水銀或酒精，從當時氣壓的大小，和液面相差
 的高度，就可測得氣體的壓力。

虹吸 { 一彎曲玻璃管，管內盛水，一端稍短放在高處盛水器內。一端稍長，放入低處另一容器內。水就源源從
 高處流下，此是利用氣壓的關係製成虹吸。

唧筒 { 抽取唧筒——用圓筒和一活塞做成，吸井水時用之。
 抽水唧筒 { 壓力唧筒——和上稍同
 消防唧筒——由兩個壓力唧筒組成。
 空氣唧筒 { 抽氣機——抽出空氣時用之。
 壓縮唧筒——和上作用相反。

四 彈力

彈性 { 彈性體——即富於彈性的物體，除去外力後，隨時可恢復原狀。
彈力——即物體內部所呈恢復原狀的力。
彈性限度——即彈性的範圍。

應力 { 彈性體受外力作用時，所生抵抗的彈力，叫做應力。
應力——即受張力作用的力。
壓縮力——即受壓力作用的應力。

最大應力 { 抗斷強度——即外力過大至於破斷時的抵抗力。
抗張強度——即對張力的抵抗力。
抗壓強度——即對壓力的抵抗力。

虎克定律 { 定律——在彈性限度內物體的應變，和作用的外力成正比例。
實驗——將螺絲彈簧的上端固定，下加砝碼增加重量至二倍，彈簧的延長，亦增加二倍。

五 運動和力

運動和靜止 { 凡物體對於所定的標準體變更其位置的叫做運動。
不變位置的叫做靜止

慣性定律 { 物體常保持其運動，或靜止的性質，叫做慣性。
一切物體不受外力作用，靜止的永遠靜止，運動的永遠向上一直線的方向運動，這叫做慣性定律。

速度

速——指一物體在單位時間內距離改變的數值。

速度——同時指速和方向的量。

等速運動——即速度在任何時間都相同的。

變速運動——和上相反

等加速度——即變速運動的物體，每單位時間內所生速度的變化。

假定 t 秒末的速度= V 加速度= a

$$a = \frac{V}{t} \text{ 或 } V = at \text{ 若其距離為 } S \text{ 其平均速度為 } \frac{V+0}{2}$$

$\therefore S = \left(\frac{V+0}{2}\right)t$ 代入上式得 $S = \frac{1}{2} at^2$ ，即等加速運動所經過的距離和其時間的平方成正例。

運動定律——物體的速度和其質量的乘積，和外力成正比例。

力的合成

1. 同方向的二力，作用於物體的同一點所合成的力，為兩力的和。
2. 方向相反時為兩力的差。
3. 有二力作用於物體的一點，表示力的二直線為二邊，畫成平行四邊形，并畫通過其點的對角線 這對角線就表示二力的合力。
4. 有多力作用於一質點時，最初求得任意兩力的合力，再求得此合力和第三力的合力，最後可得一個總力。

力的分解

用表示一個力的直線，為對角線，造成任意的平行四邊形，則其二邊為分力的方向和大小，這叫做力的分解。

反作用定律 { 甲物體加力於乙物體 同時乙物體以力還加於甲物體,前者爲作用,後者爲反作用。
一切作用,必有大小相等方向相反的反作用,這叫做反作用定律。

運動三定律 { 慣性作用,
運動定律。(統如上述)
反作用定律。

向心力 { 用線繫石於一端,手執其他一端作圓運動時,覺手須用力引石,這個力叫做向心力。假如;
物體的質量 = m 圓運動的速度 = V
圓的半徑 = r 向心力 = F
 $F = m \frac{V^2}{r}$

離心力——由反作用定律,知向心力的反作用,必有一力和其方向相反而相等,這叫做離心力。

力偶——作用於一物體的平行力,其大小相等,方向相反時 這兩個力爲合力又叫做力偶。

運
動
和
力

力矩和轉動 { 取米尺一根,支其中點爲軸,用重百克的法碼 W_1 ,懸於左方距 F 四十釐米處,由 F 至四十釐米
的距離爲 d_1 ,其右方用重二百克的法碼 W_2 ,懸於距 F 二十釐米處,由 F 至二十釐米處距離爲
 d_2 , W_1 和 d_1 的乘積,必等於 W_2 和 d_2 的乘積, d_1 和 d_2 的垂直距離,叫做力臂。力和力臂的乘積,
叫做力矩。力矩能使物體以軸爲中心而轉動,如米尺不轉動,則力矩必相等。故
 $W_1 d_1 = W_2 d_2$ 或 $\frac{W_1}{W_2} = \frac{d_2}{d_1}$

(1. 大小等於二平行力的和。

平行力的合力 { 2. 方向和二平行力方向相同。
3. 二平行力的作用點連接成線，依二力的反比分之所得中點為合力的着力點。
由上三定則，可計算得同方向二平行力的合力，如求第三個力的合力，可順次推之。

力的平衡 { 以一力作用於靜止的物體，物體必起運動，若同時以數力作用於一物體，有時不起運動，這叫力的平衡。

萬有引力定律 { 宇宙間任何兩物體，在其相連直線上，互生引力作用，其大小和兩質量的乘積為正比例，和其距離的平方為反比例，此為牛頓所發現的萬有引力定律，

重心 { 作用於物體各部的重力，其方向都為垂直，這種平行的合力，不問物體如何位置，常通過一定點，這就是物體的重心。

穩度 { 推倒靜止物體的難易程度，叫做穩度。
1. 穩平衡——即重心位置最低，穩度最大。
2. 不穩平衡——重心位置很高，隨立隨倒，穩度最小。
3. 中立平衡——重心不高不低，任推至何處都安定。

重力加速度——物體從高處下墜，繼續受重力作用，自生一種加速度，這叫做重力速度，其數值以 g 代之。

自由落體 { 物體由靜止的位置墜下，初速為零時，稱為自由墜體。若無空氣抵抗，不問物體的種類和墜體重量的大小，應以同一加速度而落下，依實測知其加速度為 980 秒秒釐米。

拋射體 { 物體以 V 速度斜拋時，其方向應以速度為等速度運動，且同時受重力作用，不絕向下方移動，故其物體
一方為等速度運動，同時為落下運動，所通過的路徑，必為曲線，這曲線名拋物線，這個物體名拋射體。

擺的振動 { 1. 定律——伽利略見掛燈擺動，發現擺的定律。
2. 振動——用銅線繫一小球，上端固定，球向兩方來往擺動。
3. 週期——擺的來往一次所需時間。
4. 振幅——向兩方運動所示弧形的距離。
5. 等時性——振幅和擺長的平方根成正例，利用此理節制時鐘的快慢。

空氣和水的抵抗 { 空氣和水都有抵抗力，擺在空中振動，船在水中運動，都受抵抗力影響，稍減其速度。由
實驗知其抵抗的大小和運動方向成直角的廣截，面積及速度的平方成正比例。

六 簡單機械

槓桿 { 1. 槓桿——為依一定點可以自由轉動的棒。
2. 支點——即定點。
3. 重點——抵抗力的着力點。
4. 力點——主力的着力點。
5. 力臂——即支點和力的着力點間的距離。
6. 原理——槓桿兩端的重量，和離支點的距離成比例。

7. 公式——設支點為F, 兩物體的重量為 W_1 和 W_2 , 其兩端為A和B, 則:

$$W_1 \times AF = W_2 \times BF \quad \therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{BF}{AF}$$

8. 種類 {
- 第一槓桿——支點在中間, 如剪子, 鉗子等。
 - 第二槓桿——重點在中間, 如鋤草刀。
 - 第三槓桿——力點在中間, 如縫衣機的踏板。

9. 應用——秤是應用槓桿原理所成。

機械利益——物理上以抵抗力和主力的比, 稱為機械利益。

滑輪

定滑輪——即周圍有槽的小輪, 裝在固定地方的。

動滑輪——把定滑輪裝在所拉物體上的。

複滑輪——定滑輪和動滑輪併用的。

輪 軸 {

- 為一大滑輪連於軸上, 輪邊和軸俱繫一繩, 其繞轉方向相反, 輪的半徑比軸的半徑, 愈大愈
- 省力。

工作——即用力作用於物體, 使生運動, 是為力對於物體做工作。

測法——工作的大小以物體沿力的作用方向, 經過距離 S, 和作用力 F 的乘積表出。

$$\text{工作} = W \quad W = F \times S$$

工作

單位 {

- 一爾格——以一達因的力加於物體, 使移動一釐米為一爾格, 叫做工作的絕對單位。
- 一焦耳——為一爾格的百萬倍, 叫做實用單位。

〔瓦特——每秒可做一焦耳的工作。〕

工率——即每單位時間所做的工作，假定時間所做W工作則工率P為：

$$P = \frac{W}{t}$$

（工率又稱工程，工程上的單位用馬力）

工作原

理 { 機械的摩擦，不生關係時，則施於機械上的工作，常和機械所完成的工作相等，這就叫做工作原
理。假如主力所經的距離為S，抵抗力R，所經的距離為S'，則ES=RS ∴ E=R $\frac{S'}{S}$

斜面

{ 斜面即和水平面成斜角的平面，斜面愈長，機械利率愈大。
螺旋——是利用斜面和槓桿連合成。
劈——是兩個斜面合成，如：刀、斧、針、釘等類，

能量不滅的原理——能量不問如何變更，都不能稍減和創生，這叫做能量不滅的原理，物理學上極為重視。

摩擦

{ 最大摩擦——即凡靜止物體在他物體上，其摩擦力有一定極限之謂。
摩擦係數——兩物體間的最大摩擦F和其重量W的比率為一常數，可以U表之，
$$U = \frac{F}{W} \quad \text{或} \quad F = UW$$

種類——分滑動摩擦和滾動摩擦二種。
機械效率——各種機械有相當的摩擦，以機械完成的工作，和總工作相比的百分數，就叫做機械效率。

七 熱和三態變化

熱的來源 { 太陽
地球——火山和溫泉。
燃料——柴, 炭, 油類。
發電和摩擦——是能量的變換, 並非物質。

熱的傳播 { 傳導——由此方傳到彼方, 金屬為導體, 木片、玻璃、空氣、水等為非導體。
對流——水由下部加熱, 下部密度小而上升, 上部冷水降下而交換之, 成對流現象。
輻射——火爐四周, 皆有熱線射出, 并不依物質為媒介。

溫度和溫度計 { 物體冷熱不同, 表示冷熱的程度, 叫做溫度, 欲精確測定溫度高低, 須用溫度計。
溫度計 { 1. 攝氏計——玻璃內充水銀, 定零度為冰點, 百度為沸點, 以 C 代之。
2. 華氏計 { 構造與攝氏相似, 但刻度以三十二為冰點, 二百十二度為沸點, 以 F 代之。
3. 換算公式 $C = \frac{5}{9}(F - 32)$
 $F = \frac{9}{5}(C + 32)$

固體 { 直線膨脹——即長度的伸長。
體積膨脹——即體積的增加。
線脹係數——每上升一度所生變化, 和原來長度的比。
體脹係數——每上升一度所生變化, 和原來體積的比。

(體脹係數約為線脹係數的三倍。)

膨脹

液體

液體膨脹係數

某溫度時液體的體積為 V ，其時的密度為 d ，熱至 t 度時的體積和密度各為 V' 、 d' 。

其膨脹係數為 C ，則 $V' = V(1 + Ct)$

$$\therefore \frac{V'}{V} = 1 + Ct$$

但液體的體積，和密度為反比，故

$$\frac{V'}{V} = \frac{d}{d'} \therefore \frac{d}{d'} = 1 + Ct$$

$$\text{即 } C = \frac{d - d'}{d't}$$

水的膨脹——水在溫度 4°C 時密度為最大，由是溫度上升，則漸膨脹。

絕對溫度——即攝氏零下 273°C 的溫度。

氣體

查理定律——一定質量氣體的體積，其壓力不變，和絕對溫度成正比例。

給呂薩克定律——在一定壓力下，一定質量氣體的體積，和其絕對溫度成正比例。

絕對零度——絕對溫度為零時的溫度。

比熱

熱的單位——卡路里(卡)。

比熱——凡一克質量的任何物質，其溫度升降 1°C 所收入或放出熱量的卡數，為該物質的比熱。

測定 通用混合法。

熔解——由固體變成液體為熔解，開始熔解時的溫度，稱熔解點。

凝固——由液體冷至相當低溫度成固體，開始凝固時的溫度稱凝固點。

三態變化

氣化——由液體熱化氣體。

蒸發——在常溫時逐漸氣化。

凝結——蒸氣受冷變為液體。

飽和蒸氣 { 液體和蒸氣接觸處，液體分子逸出的數目，和蒸氣分子回入液體的數目相等時的蒸氣。

沸騰——液體熱至全部，成氣泡上升的現象，其時溫度稱為沸點

氣化熱——一克液體變成同溫度的氣體所需的熱量。

濕度

{ 表示大氣濕的程度，叫做濕度。

{ 測定——多用乾濕球濕度計。

露點

{ 大氣中的水蒸氣達到飽和狀態時的溫度，就是露點 溫度在露點以下，則水蒸氣一部液化，遂成為下列數種：

1. 露——溫度在露點下。

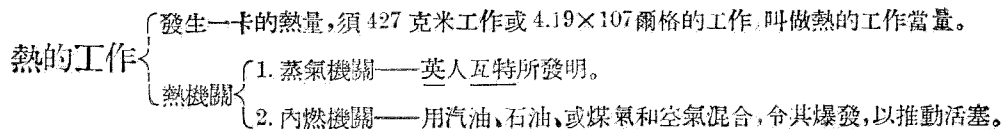
2. 霜——露點在冰點下。

3. 霧——空中多量水蒸氣，和空氣接觸到露點下所凝集。

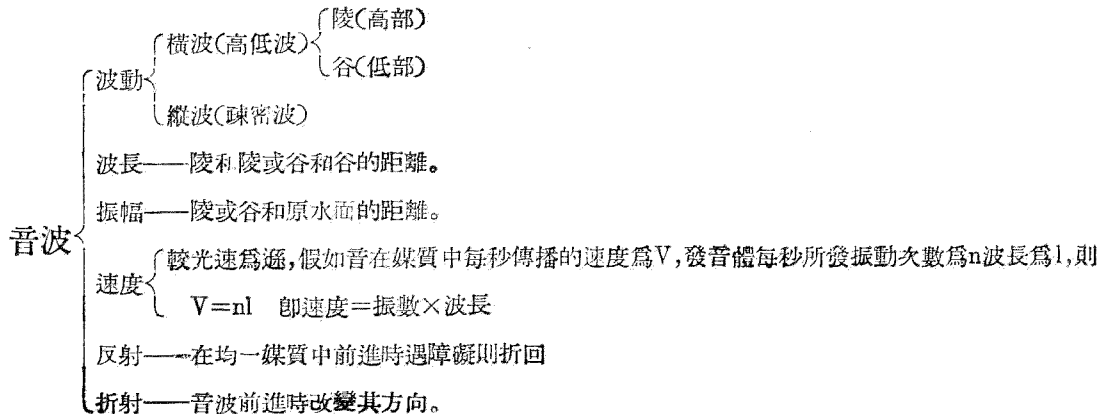
4. 雲 { 熱空氣驟遇冷，空氣達露點下。
地面空氣上升至冷處達飽和狀態。 } (成因二種)

5. 雨——空中多量水蒸氣，受重力作用而下降。

6. 雪——空中水蒸氣在冰點下凝結，就成雪。
 7. 雹——夏季天氣劇變，空中水氣凝結，下降爲雹。



八 樂音和樂器



〔音強——是音的強弱，視發音體振幅大小而定。〕

樂音三要素 { 音調——是音的高低，和發音體每秒的振數有關。
 { 音色——用不同樂器，奏出同樣音調和音強的音，所生實際的差別。

音的共振——直接的音波和反射的音波相同，使音加強，就是共振，用空氣柱亦生此現象。

弦樂 { 種類——胡琴，琵琶，提琴，曼陀鈴等
 { 定律 { 1. 弦的振數，和其張力的平方根為正比例。
 { 2. 弦的振數，和弦的長度為反比例。
 { 3. 弦的振數，和弦的單位長度質量的平方根為反比例。

管樂 { 種類 { 開管——如簫笛等。
 { 閉管——如警笛
 { 定律 { 1. 振數和管長成反比例。
 { 2. 閉管的管長，為其原音波長的 $\frac{1}{4}$ ，開管為其波長的 $\frac{1}{2}$ 。

板樂——如鑼，及鼓為板振動。

留聲機 { 利用空氣振動發音的原理，遂成留聲機。即以唱片放在轉盤上旋轉，發音盒的針，觸於盤上溝紋，前
 { 後振動引起薄片的同樣振動，和原音無異，并用共振箱，使音擴大。

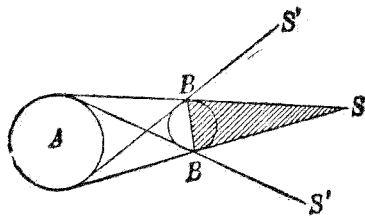
九 光的直進和反射

{ 光源——自身發光的物體，以為太陽最著，光所通過的路為光線。

光 { 暗體——即不發光的物體。
 { 透明體——使光能通過的物體。
 { 不透明體——不使光線通過的物體。

光的直進 { 在組織一樣的媒質內，光以一直線進行。叫做光的直進。
 { 例 { 1. 暗室微隙照入日光其進路為直線。
 { 2. 日光從雲隙射出，亦見其直進。
 { 3. 暗室穿一小孔，外面景物照入成倒立像。

影 { 置不透明體於光的通路上，其背後生暗黑部分，就叫做影。
 { 種類 { 本影(核影) A 為光線，B 為不透明體，
 { 光為 B 所遮則生影，全無光處的影叫做本影。
 { 半影——一部分受光的影即 SB 的部分，叫做半影。



月蝕——A 為太陽，B 為地球，月入於本影內為全蝕，在半影內，為部分蝕。

日蝕 { A 為太陽，B 為月，在本影中地球上的觀察者見為全蝕。在半影內的人見為部分蝕。若地球在 S 外
 { 方，則僅見太陽邊緣，是為金環蝕。

照度 { 單位面積，在單位時間內所受光量，叫做照度。
 { 定律——被照體的照度和光源距離的單方成正比例。
 { 光源所發光量的強度，叫做光度。

光度 { 定律——兩光源的光度，和紙屏相隔距離的平方成正比例。
 單位——用燭光為單位。
 光度計——即比較光度的裝置，為本生氏所發明。

光的反射 { 定律 { 1. 反射線入射和入射點的垂線，都在同一平面內，且各在垂線的一邊。
 2. 入射角和反射角相等。
 漫射——不平滑的面上，有種種方向，光線射入，亦向種種方向而反射，叫做亂反射。
 反射光的量 { 1. 因物質的種類而異；銀的面上為最大。
 2. 投射角愈大，反射光亦愈大。

平面鏡 { 物體的像——成一虛像，其形狀大小和原物體相同。
 定律——像在平面鏡背後，對稱的位置，其大小等於原物體。

{ 凹的球面鏡，叫做凹鏡，球的中央和鏡的中心所結成直線為鏡的軸，送平行光線於軸上，光線
 反射後集於軸上一定點，叫做焦點，由焦點至鏡的中央的距離，叫做焦點距離。
 公式
 光源和鏡面的距離 = a
 像和鏡面的距離 = b
 球的半徑 = r
 焦點距離 = f

球面鏡

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$$

凸的球面鏡叫做凸鏡，用平行光線 平行送至鏡軸，反射光線多發散，但向反面延長，交於鏡背一定點，則其光如由一點所發出，此點叫做焦點。

公式

從光源到鏡的距離 = a

半徑 = r

從像到鏡 = b

$$\frac{1}{b} - \frac{1}{a} = \frac{2}{r}$$

凸鏡

球面鏡所成的像——因物體的位置不同，而成像有大小、倒正、虛實等差別，如下表：

| 像的位置 | | 物的性質 | | | |
|------|--------|------|----|----|------|
| | | 虛實 | 前後 | 倒正 | 和實物比 |
| 凹鏡 | 球心外 | 實 | 前 | 倒 | 小 |
| | 球心和焦點中 | 實 | 前 | 倒 | 大 |
| | 球心 | 實 | 前 | 倒 | 相等 |
| | 焦點內 | 虛 | 後 | 正 | 大 |
| 凸鏡 | | 虛 | 後 | 正 | 小 |

光波 { 光由波動而生，依振動數的多少，故波長有大小，遂生幅射線的重類，而光色亦有區別，紅外線波長最大，次序至紫的部分，波長漸小，紫外線波長更小。

光的速度 { 在空氣或真空內速度最大，每秒可繞行地球周圍七周半，在水中的速度為空氣中的 $\frac{3}{4}$ ，在玻璃中為空氣中的 $\frac{2}{3}$ 。

一〇 光的折射和色散

光的折射 { 光由疎的媒質，透入密的媒質時，折射線向界面的垂線而偏折，折射角比入射角小，反之則折射線常離垂線而偏折，折射角比入射角大。

史奈爾定律 { 1. 入射線，折線和垂線，在同一平面內，各在垂線的一邊。
2. 光線在兩媒質內速度的比值，其數常一定，叫做屈折率。

全反射 { 光線由密入疎，其折射角大於臨界角時，光線不再折射至空氣中，全部反射入水中這叫做全反射。
臨界角——全反射開始時的入射角，即折射角為九十度的入射角，叫做臨界角。

稜鏡 { 側面互相傾斜時，所成的透明體 叫做稜鏡。
稜鏡角 即兩面所成的夾角。
直角稜鏡——即稜鏡角為直角的，潛望鏡用此製成。
折射——光線經過稜鏡，起兩次的折射，常離稜鏡角偏折。
(兩側面為球面或平面的透明體，叫做透鏡。

透鏡

種類

- 1. 雙凸透鏡
 - 2. 平凸透鏡
 - 3. 凸凹透鏡
 - 4. 雙凹透鏡
 - 5. 平凹透鏡
 - 6. 凹凸透鏡
- 總稱凸透鏡或會聚透鏡。
- 總稱凹透鏡或發散透鏡。

軸——即通過中心的直線

焦點——沿軸進行光線的集合點。

焦點距離——焦點和光學中心的距離，簡稱焦距。

透鏡所成的像 像的倒正大小虛實，視焦距而定，如下表：

| 透鏡 | 像的位置 | 像的性質 | 虛實 | 倒正 | 前後 | 和實物比 |
|-----|----------|------|----|----|----|------|
| 凸透鏡 | 二倍焦距外 | | 實 | 倒 | 後 | 小 |
| | 焦距和二倍焦距內 | | 實 | 倒 | 後 | 大 |
| | 二倍焦距上 | | 實 | 倒 | 後 | 大 |
| 凹透鏡 | 焦距內 | | 虛 | 正 | 前 | 相等 |
| | | | 虛 | 正 | 前 | 小 |

光的色散 { 色散——太陽從密隙射至稜鏡，經折射後光的方向稍變，且散布一種美麗色帶，是為光的色散。
 太陽光譜——由光的色散，所生各色的次序為紅、橙、黃、綠、青、藍、紫是太陽所成的光譜。
 牛頓色板——太陽光本為七色合成，迅速旋轉入人眼中成白色，牛頓應用此理造成七色板。

虹 { 成因——太陽光射至空中水滴，經反射和折射遂成虹。
 位置——多現於太陽反對的方向。
 種類——有正副二種，副的色較淡。

光譜的種類 { 分光器——以光源投射於稜鏡，使光分散，作成光譜，再用望遠鏡擴大視之。
 連續光譜 { 白熾固體所發的光用分光器視之，見有由紅至紫的單光，連續排成色系，叫做連續光譜。
 續光譜。
 一般固體液體所發的光，多為連續光譜。
 明線光譜 { 氣體或熱蒸氣所發的光，用分光器視之，其大部分為暗黑，各處現有明線，這叫做明線光譜。
 吸收光譜 { 日光的光譜，用分光器視之，見其中有許多黑線，叫做吸收光譜，并附以 A B C D E F G H 等名稱。

光線——太陽光譜中，最光明的是黃色，漸至兩端紅紫部分，其光強漸減，
 紅外線 { 熱的作用，從黃色部漸近於紅色部，其強漸增，紅以外尚可推想而得，是紅色以外，人眼所不能見的一種線，叫做紅外線，又稱熱線。

光譜各部的作用 { 紫外線 { 化學作用，以紫色部爲最強，向紅的方面則其強漸減，在紅的部分，殆全無作用，但紫以外的部分，尙可認爲有作用，這叫做紫外線，又稱化學線。
 輻射線——即以上一光線，紅外線，紫外線的總稱。

物體的色 { 餘色——合太陽色系中的二色，可成白色，叫做餘色。
 原色——紅、綠、紫，三色叫做原色。
 不透明體的色——物體雖不透明，經日光照射選擇吸收剩餘的光，反射而出特有的色。
 半透明體的色——各種不同的顏色相重，由選擇吸收的關係，或稍暗或完全暗黑。
 無色透明——白光無吸收作用，故無色透明。
 光澤——出其表面反射而生光澤。
 粉末的色——冰或玻璃碎成粉，爲白色。
 繪具的色——以紅、黃、青，三色，適當混合，可成各色，三色版即應用此理。

— 光學器械

照相機 { 構造——主要部分爲暗箱，箱前裝一凸靈視，箱後插入毛玻璃，中有伸縮自由的暗筒。
 照法——生倒像於玻璃板上，用感光性銀鹽的乾片映成底片，再用感光紙在太陽中晒之，即成照片。

幻燈——用靈視將光線聚射於中間畫片上，通過後，再經凸靈視射至白幕，即見擴大的像。

{ 近眼——即水晶體彎曲度過大。

- 眼 { 遠眼——即水晶體太扁平。
眼鏡——可以矯正近眼或遠眼的缺點，近眼用凹靈視，遠眼用凸靈視。
- 顯微鏡 { 構造 { 用一直立金屬圓筒，上下兩頭各用一凸靈視裝於檯上，檯下有凹面鏡，可將中間玻片所夾微小物體，反射至上面，從人眼中看出。
作用 { 以物體置於對靈視的焦點外時，可得大的實像，把此實像 却使入於接眼靈視的焦點內，由接眼靈視更擴大，而得大的虛像。
- 望遠鏡 { 種類 { 天文望遠鏡 { 用伸縮自如的一組長圓筒，兩端裝凸靈視，對物的焦距很長，對目的焦距很短，遠方物體經對物鏡成所實像，恰在對目鏡焦距以內，得一擴大虛像。(倒)
伽利略的望遠鏡 { 對物鏡用凸靈視，對目鏡用凹靈視。兩靈視中間嵌入兩個直角稜鏡，物體 (稜鏡望遠鏡) 成正立的像，兩鏡間金屬圓筒距離可縮短，便於攜帶。
倍率——圓筒愈長，倍率愈大。

一二 磁鐵

- 磁鐵 { 磁性——如磁鐵礦有吸引鐵的性質，叫做磁性。帶磁性的物質為磁石。
磁鐵 { 棒磁石
蹄形磁石
磁針

磁極 { 磁石兩端，磁性較強部分，即磁極，一指南為指南極(S)，一指北為指北極(N) 同名的極相斥，異名的極相引。

磁氣量——兩極的磁氣量，其大互相等，磁氣的總和常等於零，又在其極的磁氣量，叫做磁極的強。

庫侖定律——兩極間的力，和兩極的磁性強度為正比例，和兩極距離的平方為反比例。

磁感應 { 感應——以軟鐵接近磁石，無論接觸與否，均可變成磁石。
永久磁石——以鋼鐵使生感應，雖取去磁石，磁性不失，叫做永久磁石。
暫時磁石——軟鐵生感應，取去磁石後，磁性即消失，叫做暫時磁石。

磁場——磁石附近有磁力，通過的部分，叫做磁場，每單位面積內通過磁力線的多寡，叫做磁場的強度。

地磁氣 { 地球為一大磁石，地球的北極附近有負極，南極附近有正極，磁針所以指南北者，即受地磁氣的作用。
磁傾角——磁針在垂直面內，所指方向和水平面所成的角。
磁偏角——磁針在水平面內所指方向，和地球的子午線所成的角。
水平磁力——磁針指地球磁力的方向，各地點磁力的水平分力。
地磁的三要素——即以上磁傾角、磁偏角、水平磁力三種。

羅盤 { 航海者所用磁針叫做羅盤，船向正北進行，則指羅盤上的正北，若由正北轉換船的方向，則指針亦隨之而轉，故可知船的進行方向。

摩擦生電 { 帶電——物體摩擦生吸收輕物的現象，知有帶電，這物體叫做帶電體。
 { 導體 { 能傳導電氣的物體，叫做導體，如地球、金屬、人體、酸類等，不傳導電氣的，為非導體。(絕緣體)
 { 二種電氣電有正負，同名的電相推，同名的電相引，正負相消是為中和。

庫倫定律 { 定律——二個帶電體間所作用的力，和帶電體的電量為正比例，和其間距離的平方為反比例。
 { 公式 電力 = f 二帶電體的電氣量 = m, m^1
 { 其間的距離 = r $f = \frac{mm^1}{r^2}$

金箔驗電器 { 構造 { 為檢驗物體帶電與否的器械，其構造，於玻璃瓶內，用絕緣體的瓶塞，貫以金屬棒，下端垂二枚金屬箔，上端附以金屬球或板。
 { 作用 { 把帶電體觸於驗電器的球，則電氣傳於金屬的箔，箔因同名電氣斥力而放開，視箔的放開大小，可知帶電體電氣量的多少。(實用上以庫倫為單位)。

電感應 { 把帶電體持至電場附近，生電氣感應，近電一端生同名的極，遠的一端生異名的極，兩電氣量常相等，兩極中和則失帶電狀態，因感應所生電氣的量，帶電體愈近則愈大。

起電盤 { 構造——用硬橡皮墊入金屬圓盤，蓋以有絕緣柄的金屬板。
 { 作用 { 以貓皮擦硬橡皮，使生負電，然後將有柄的金屬板覆上，因感應作用，板的下面生正電，上面生負電。

(用大塊硬橡皮圓板，立於同一軸上，可向反對方面旋轉，板的外面，各貼許多小錫箔，外面更

起電機

- 構造 { 附有弓形金屬棒，棒端有金屬刷毛和板接觸，板的左右各有一對金屬櫛，連接兩球是為兩極。
- 作用 { 將圓板轉動，各個錫箔因感應作用，一部帶正電，一部帶負電，由金屬櫛傳至兩極，兩極上集電過多，遂生火花，叫做火花放電。

蓄電器
(水頓瓶)

- 構造 { 玻璃瓶內外均貼錫箔，約占 $\frac{2}{3}$ 的高，內層錫箔，由金屬鍊通至瓶口外小球。
- 作用 { 蓄電時把外層的箔連於地面，金屬球連於電源內層的箔，因感應作用，外層的箔生異種電氣，互相吸引，故瓶內可蓄多量電氣。

放電

- 傳導放電 { 等量異種的帶電體，用銅絲連結，沿導體互向反對方面流動而中和。
- 對流放電 { 於玻璃圓筒上下，用金屬板為蓋和底，放在絕緣台上，內部盛木髓球，把金屬板結於起電機兩極，迴轉起電機，木髓球即跳躍，是因球帶電，被反撥達於上板而中和，若其板得同種電氣，即落於下板而中和，再得電氣，達於上下兩板的電氣，漸漸中和成對流現象。
- 火花放電 { 帶異種電氣的二電，接近，則正負兩電氣的吸引力大，突破絕緣的空氣而中和，同時發火花和音。

空中電氣

- 空中電氣 { 大氣由種種原因，有多少帶電，大概晴天時帶正電，陰天時正負不定。
- 空中放電 { 異種電氣的雲，接近時，遂破空氣抵抗而中和，成火花放電。
- 雷和電光 { 放電時發火花和音，火花即電光，音即雷。
- 落雷 { 帶電的雲接近地面，生感應作用，雲和地的中間，達到相當電壓，起火花放電，是即落雷。

〔避雷針——屋上立金屬棒，上端附以數個尖端，下端連粗銅絲埋於地下，爲佛蘭克林所發明。〕

一四 電流和電池

電流 { 電流——在導線上繼續移動的電，叫做電流。
 方向——普通由正向負移動。
 強度——即每秒間通過導線橫斷面的電量，以安培爲單位。

電池 { 裝置——用正極和負極，放在一種或數種導電的溶液內即成，
 種類 { 1. 伏打電池，
 2. 勒克蘭歇氏電池。
 3. 乾電池。
 輪道 { 連結電池兩極，遂成輪道，或稱電路。
 電路 { 外電路………合路
 (使電路成合路或開路的器械，叫做電鑰。)
 內電路………開路

歐姆定律——導線上電流的強度，和兩端間電位的差(即電壓)成正比例，和導線的電阻成反比例。

電阻的組合 { 電阻——抵抗電的阻力叫做電阻，金屬物中以銀的電阻爲最大，鐵比銅爲大。
 單位——以長 106.3 釐米橫斷面積，1 平方毫米的水銀柱，0°C 時的電阻爲標準，叫做一歐姆。
 〔串聯——幾個金屬導線互接，放在電路內部，電流均相等。〕

組合 { 並聯——每一導線流過一部分的電流 其總電阻的倒數，和各部分電阻的倒數總常常相等。

電池的連結法 { 串聯——即各電池的正負極相結，最外兩極間的電壓，等於各電池電壓的總和。
並聯——各電池的同極相結，故兩導線間的電壓，和各個電池的電壓仍相等
混聯——即串聯和並聯並行之。

一五 電流的效應

電氣分解 { 電解 { 物質因電流起分解，叫做電解，即在水中加少量硫酸，浸入二枚白金板為兩極，通以電流，則溶液一部分解，正極發生氫，負極發生氧。
起電解的物質，稱為電解質。
法拉第定律 { 1. 經電解析出物質的質量，和通過的電量成正比例。
2. 用相等的電量析出各種物質的質量，和各物質的化學當量成正比例。

蓄電池 { 正極用二氧化鉛板，負極用鉛板 同浸在稀硫酸內，就成蓄電池。鉛板面積愈大，則蓄電愈多，所以蓄電池每一極常用數片鉛板，連成一組，兩極交相排列。

電流的磁場 { 以銅絲為導線通電流時，其周圍變為磁場，其磁力線和銅絲成直角的平面內，而以銅絲為中心的同心圓。

「導線上電流通過時，附近磁針常生偏向 安培氏研究知二者方向互成直角，

電流的磁氣作用 { 電流和磁場的方向 { 如用右手執導線，姆指即為電流方向，手指為磁場方向，叫做安培的右手規則。

應用 { 1. 電鈴——是應用電磁石而成。
2. 電報——也是應用電磁石。

電流計 { 磁轉式和圈轉式電流計 { 主要部分為圈和磁石 若為定圈式，則圈內放一棒磁石 磁石的垂直方向，附一指針，電流經圈上的強度 可從指針的偏角比較即知，動圈式的圈，懸在兩極中間，此其異點。

安培計和伏特計——不用角度表示，直接刻成安培數的為安培計，伏特的為伏特計，

焦耳定律 { 電流通過導線時，其每部分所生熱量，和其電阻成正比例和電流強度的平方，並和電流通過的時間，皆成正比例。

電能 { 電也是能量一種，電流通過電路時，所做工作，依電壓，電流的強度，和時間三項的相乘積而定，即：
電能 = 電壓 × 電流的強度 × 時間 設時間的單位為秒，電壓為伏特，電流為安培，則電能的單位為焦耳，
故： 焦耳 = 伏特 × 安培 × 秒

電功率 { 電功率俗稱電力，即單位時間所做的工作，故：
電功率 = $\frac{\text{電能}}{\text{時間}}$

電燈 { 利用電流的熱效應，遂成電燈，電燈的電泡，係真空玻璃球，通以鎢絲，有兩極為出入電流的路徑，通電即發光。

〔手電燈的泡，小至 1.5 伏特，接乾電也能發光。〕

十六 城市用電

感應電流 { 電磁感應 { 用棒磁石在圈內移動，圈內所發的瞬間電流，即感應電流，磁石移動加速，感應電流亦加強 這是法拉第所發見。
楞次定律 { 磁石在圈內移動時，圈內感應電流所生磁場，必阻止其移動 而感應電流的方向可確定。
感應圈 { 為利用電磁感應發生大電壓的裝置，主要部分為一次圈二次圈，均以銅絲繞成，二次圈的卷數愈多 電磁感應愈大，兩端間的電壓也愈大。

發電機 { 交流發電機 { 城市用電，多為交流，其主要部分為圈和磁場，發電子在磁場內，每轉動半周，感應電流的方向，更換一次，就成交流。
直流發電機 { 其構造和上相同，惟轉軸上的金屬環，用整流子代之，使發電子的交通至外方電路時，變成同一方向的電流。
電動機 { 構造——和發電機同
 { 電扇——在電動子的軸上，連以螺旋推進機，轉動空氣。
 { 應用 { 電車 { 用電動機裝於車體下，在電動子的軸上，附以齒輪。電流經過架空線入電動機，由軌道流回，電車前方，有電阻箱，節制電流強度，電動子轉動，則電車即

〔前進〕

〔瓦特小時計——為記錄消費電能的表，俗稱電表。〕

變壓器

- 構造——和感應圈相似。為使交流電壓昇降的裝置，
- 應用 {
 - 昇壓機——將低壓的交流，利用為高壓的電流。
 - 降壓機——作用和上相反。

電話機

- 發話器——由鐵片受音波振動，鐵片後有一碳盒，內裝碳粒，電流由鐵片經過 粒，再由鐵片流出。
- 收話器 {
 - 為蹄形磁石，兩極前有一軟鐵片，每極上捲有多數的圈。兩圈捲的方向相反，互相串聯結，
 - 和外線連接，雙方通話時，薄片起振動，變動碳粒的接觸，而改變其電阻，他方的軟鐵片也
 - 起振動，發出音波，兩方相同。

真空放電

- 蓋斯勒管 {
 - 空氣在通常狀態，雖為電氣的非導體，但稀薄時亦能導電，檢空氣稀薄時放電狀態的管，叫做真空管。
 - 在真空管內空氣八百分之一氣壓以下使之放電，則由兩極發生微光，管內充滿鱗片狀的光層，稱此真空管為蓋斯勒管。管的顏色不同，或放入不同氣體，放電時能顯種種美麗顏色，市內年紅廣告即此。
- 克魯克斯氏管 {
 - 蓋斯勒管中氣壓，若減至千分之一毫米以內，鱗片狀的光，即不見，負極對面的管壁發生螢光，這種真空管，叫做克魯克斯氏管。

〔由克魯克斯氏管所發螢光，為負極上的負極線，和玻管壁或白金板衝突後，被面發生。〕

發生原因一種不可見的輻射線，叫做X射線。

X射線

- 性質 {
1. 螢光作用——以X線照於塗氫化銀的螢光板上，發黃綠色的螢光。
 2. 照相作用——X線能於照相性片感光。
 3. 透過作用——X發透過的度，和密度成反比例。

應用 醫術、工業等多用之。

放射性

- 發見者 {
- 柏克勒爾——發見鈾原質和其化合物，能發輻射線。
 - 居里夫人——發見鐳原質和其化合物，亦能發輻射線。

輻射線的三放射線 {

- α 線——為氦原子的運動，透過力弱。
- β 線——為電子的流動，透過力稍強。
- γ 線——和X線相似，透過力最強。

檢波器

- 電波——亦稱電磁波，傳播的速度，每秒亦如光波為三萬萬米，欲檢其存在，須用檢波器。
- 檢波器 {
- 礦石檢波器——利用礦石整流的特性製成。
 - 真空管檢波器——用三極真空管，和電泡相似。

無線電報

- 發送機 {
- 撤下電鑰，發電機的交流，由變壓器使其電壓加高，蓄電池充電，生火花放電，使電路發生電振動，從天線將電波傳出。
- 收報機 {
- 天線受着電波，即發生電振動，經過變壓器的作用，在檢波器和聽筒的電路內，亦生電振動，按發送機的電鑰，收報機的聽筒，得相當長短的音，以傳達電報號碼。

無線電話 { 和無線電報相似。
 { 主要部分 { 播音機
 { 收音機

有聲電影 { 維泰風法 { 除影片外，其有聲部分，用特殊的裝置，使音調的變化，變成電流的變化，再藉擴大器通至喇叭，可得強音。
 { 慕維通法 { 有聲部分利用一種機件，將音流的變化，變成光度的變化，同時攝取於影片上，影片開演時，又從光度的變化，復原而成音流的變化，藉放大器通至喇叭而發音。



(9281)