中學物理書葦

第一編　物性學

第一章　物質

物體與物質（Body and matter）

凡佔有一定之空間，由吾人感覺，可以辨別其存在者，統曰物體；組成物體之實質，卽曰物質。

物質三態（Three States of matter）

物質因其狀態之不同，可分爲三種；卽；

(a) **固體**（Solid）有一定體積及形狀之物體，曰固體。如石，木等。

(b) **液體**（Liquid）有一定體積，無一定形狀，隨容器而變其形狀之物體，曰液體，如水，油等類。

(c) **氣體**（Gas）凡無一定體積及形狀，能瀰漫容器之物體，曰氣體。如空氣，水蒸汽等。

流體（Fluid）液體與氣體併稱爲流體。

物理學（Physics）

物理學爲研究物性，力，運動，熱，音，光，電，磁等項之科學。

單位（Unit）

研究物理學須測定各種量，故必須先決定同種類之一定量爲標準；此標準量稱爲單位。

基本單位及誘導單位（Fundamental units and Derived units）

基本單位是長度，質量，時間和溫度四單位（亦稱C.G.S.單位）。

誘導單位是由基本單位組合誘導而出，如面積，體積等。

(1) 長度單位(Units of length) 長之單位用粁 (meter)，亦稱公尺，其百分之一爲糎(centimeter)，粁之千倍爲粁亦稱公里(Kilometer)，我國現行市尺爲$\frac{1}{3}$粁。

(2) 質量單位 (Units of mass) 質量之單位稱爲瓩 (Kilogram)，亦稱公斤；其千分之一爲克 (Gram) 亦稱公分，我國現行市斤爲$\frac{1}{2}$公斤。

(4°C時純水每立方糎之重等於1克。)

(3) 時間單位 (Units of time) 時間單位用平均太陽日而定，即太陽經過子午線相連二次時間稱爲一日。太陽日有長有短，取其平均數定爲太陽平均日，一日二十四分之一爲時，時之六十分之一爲分，分之六十分之一爲秒 (Second)。

(4) 溫度單位 (Units of temperature) 物體冷熱程度稱爲溫度。溫度計由玻管中貯水銀，外刻各種度數；有華氏溫度計，攝氏溫度計及列氏溫度計三種單位爲度。

密度(Density)

各種物質，單位體積內所含之質量，謂之密度。

用 V 表物體體積，M 表其質量，D 表密度，則可得其關係如下：

$$D = \frac{M}{V}(\text{密度}) = \frac{\text{質量 (克)}}{\text{體積(立方糎)}}$$

本人曾經研讀本書全部

或　$M = DV$

或　$V = \frac{M}{D}$

比重(Specific gravity)

任何物質之密度，對於同體積純水在4°C時密度之比，稱爲比重。重要物質比重如：

水銀	13.6	玻璃	2.4－4.5
銀	10.5	海水	1.026
金	19.3	空氣	.001293
金剛石	3.5	冰	0.97
酒精	0.79	牛乳	1.03
煤油	0.8	銅	8.9

純水1立方糎(c.c.)卽等於1克(g.)，故其比重適爲1，在C.G.S. 單位時，則任何物質之密度與比重數值，完全相等。因爲；

$$\text{比重} = \frac{\text{某物質重量(克)}}{\text{同體積水之體(c.c.)}} = \frac{\text{某物密度}}{\text{水之密度}}$$

$$= \frac{\text{某物密度}}{1} = \text{密度}$$

重力（Gravity）

地球具有吸引地面一切物體之作用；此作用稱爲重力。

重量（Weight）

物體重量，由於作用此物體重力大小而定；重力大者，重量亦大，在同一地點，物體重量與其質量成正比。

力（Force）

凡推引物體之作用則稱爲力，兩力相向者謂之壓力(Pressure)；兩力相反者謂之張力(Tension)。

壓力強度 (Intensity of Pressure)

單位面積所受之壓力，稱爲壓力強度；簡稱壓力。全面積所受之壓力，稱爲全壓力。

設以 P 表壓力強度，F 表全壓力，A 表全面積，則得：

$$P = \frac{F}{A}\text{(壓力)} = \frac{\text{(全壓力)(克)}}{\text{(全面積)(平方糎)}}$$

習　題

1. 何謂密度及比重？
2. 何謂基本單位？每種單位若何決定？
3. 有長 15 糎，濶 3.5 糎，厚 4 糎之木塊，其質量爲 35.0 克，試求其密度？
4. 1 兩之銀塊，求體積幾何？
5. 某玻管長 70 糎，內徑 0.8 糎；滿貯以水銀，求水銀之重幾何？
6. 有球半徑 12 糎，質 250 克，試求其密度？
7. 某物體重 45 市斤，密度 15 倍於水，求體積若何？
8. 1 立方公尺金，1 立方公尺水銀何者較重？
9. 有比重 0.6 木塊一方，體積 1234 c.c. 使其沉入水下須用力？

第二章　固體

彈性及彈性體 (Elasticity and elastic body)

凡物體受外力作用，變改其形態；除去所受外力，仍恢復原狀之性質，稱爲彈性。具此種性質之物體，稱爲彈性體。

彈力（Elastic force）

能使物質恢復原狀之力，稱爲彈力。物質彈力最强者爲鋼，最弱者爲黏性物體。

彈性極限（Limit of elasticity）

彈性體所有之彈性均有一定之限制，若作用外力在限制以內，則除去外力，立能恢復原狀，假設所受作用外力超過此限制，雖除去外力，亦不能復其舊態，此限制稱爲彈性極限。

虎克定律（Hookes' law）

在彈性極限內，以小力於短時間內作用於一物體，其變形與作用外力成正比。

變形種類有伸長，彎曲，扭轉等，每種變形和力之關係，均依虎克定律。

彈性率（Modulus of elasticity）

作用外力與變形之比，等於一常數，此常數稱爲此物之彈性率，其關係如下：

$$E = \frac{S}{\delta}$$

E 表彈性率
S 表作用外力
δ 表變形

習　題

1. 何謂彈性，彈性率，彈性極限？試述之。
2. 何謂虎克定律？
3. 有一彈簧長 35 糎，若在其下端懸 245 克之物，則引長 18

糎，若懸一 350 克之物，問延成若干長？

第三章 液體

液體壓力（Liquid pressure）

液體內部亦有壓力，此種壓力由於重力而生；故愈至下面，壓力愈大，卽液體內部壓力，與深度成正比。

設大氣壓力不計，於密度 D 之液體，在深度 H 處所受之壓力爲：

$$P=HD$$

「壓力强度（克平方糎）」=「深度（糎）」×「密度（克立方糎）」

在液體內某深度時之壓力，有上壓，下壓，及側壓，彼此大小均相一致。

巴斯加原理（Pascal's law）

在封閉器具內，液體一部受壓力時，卽傳至各部，大小無增減。水壓機等器械，卽依此構成。

液體表面

靜止液體，因所受之壓力各部相等，故常成一水平狀態。

水平面（Horizontal plan）

爲和鉛直線成直角之平面。若用繩縛鉛錘，使沉於水底，則線在鉛錘靜止不動時，與水平面交成直角。

連通器（Communicating vessel）

液體內部壓力因重力作用而生，在液體內同一深度，各點所有壓力均相等，與器皿形狀無關；故連通器內注入一種液體時，各管內之表面必在同一水平面。若將兩種不同之液體盛入器內，由接觸

面至液面之高度與密度成反比。D,D' 爲兩種液體密度,H,H' 爲兩種液體之高度,故關係如:

$$H : H' = D' : D$$

日常利用連通管者,如自來水,盛水壺類均是。

阿基米得原理 (Archimedes' principle)

一切物體在液體內,必減輕其重量,所減去者,必等於該物體所排開液體之重量。此關係曰阿基米得原理。由是得公式如下:

$$W - W' = B = VD$$

「減輕重量＝浮力＝物體同體之液體重」

W 爲在空氣中重量。

W' 爲在水中重量。

B 爲浮力。

VD 爲與物體同體積之液重。

浮力 (Buoyant force)

物體在液體中所以減輕之重量,因水有上托物體之力,此力曰浮力,常與排出之水相等。

物體浮沉

(A) 由阿基米得原理,得三種情形如下:

(1) 物體重量(重力),大於浮力,則物體下沉。

(2) 物體重量(重力),小於浮力,則物體上浮。

(3) 物體重量(重力),等於浮力,則物體停止在液體中任何處。

(B) 由密度亦可得三種情形:

(1) 物體密度,大於液體密度,則物體下沉。

(2) 物體密度,小於液體密度,則物體上浮。

(3) 物體密度，等於液體密度，則物體停在液體中央。

比重之測定

物體比重測定方法，大致有下列數種：

(1) 固體比重測定法：密度大於水之固體；與密度小於水之固體，方法各不相同，分述如下：

(a) 密度大於水者：用下列公式測定之：

$$D = \frac{W}{W - W'};$$

$$(\text{比重}) = \frac{(\text{物體在空氣中重量})}{(\text{物體在空氣中重}) - (\text{物體在水中重量})}$$

(b) 密度小於水者：用下列公式求之：

$$D = \frac{W}{W - W'};$$

$$(\text{比重}) = \frac{(\text{物體在空氣中之重})}{(\text{物體在空氣中之重}) - \begin{matrix}(\text{以錘縛於物體沉於水，}\\ \text{使物仍露在空氣中之重量})\end{matrix}}$$

(2) 液體比重測定法：

(a) 用比重瓶以測者：若 W 爲盛滿液體連瓶之重，W' 爲盛滿純水連瓶之重，比重瓶重 W'' 則比重爲：

$$D = \frac{W - W''\ (\text{液體重量})}{W' - W''\ (\text{純水重量})}.$$

(b) 用比重計(浮秤)者：將浮秤直接投入液體，以量其比重。

習　題

(1) 何謂阿基米得原理？有何功用？

(2) 比重之測定方法若何？

(3) 何謂連通管，其水面何以會均相一致？日常有何效用？

(4) 有一物體在空氣中重 350 克，在水中重 225 克，求此物之比重？有一球在空氣中重 150 克，比重 7.3，則此球在水中應重若干？

第四章　分子現象

物質及分子（Matter and molecule）

物質由於分子集合而成，分子爲具有物質特性之最小單位。

分子力（Molecular force）

一分子對於其周圍各分子，在極短距離內，有相互吸引之力，稱爲分子力。分子力有下列二種：

(1) 凝聚力(Cohesion)，屬於同種分子間相引吸之力，水銀不能黏於玻璃上，由於凝聚力大於附着力之故。

(2) 附着力(Adhesion)，屬於異種分子間相吸引之力，水能附着玻璃上，因附着力大於凝聚力之故。

表面張力（Surface tension）

液體表面，因分子之引力有收縮到最小面積之趨，與緊張之橡皮相同。此種縮力，曰表面張力，如水，露向點滴，均成球形，卽出於表面張力之故。各種物質之表面張力，大小不同。

微管現象（Capillary phenomenon）

微管在液體內，管內外兩液體高低，和半徑成反比。微管現象由液體附着力與表面張力作用而生。分兩種如下：

(1) 附着力大於凝聚力者：如水在微管中，上昇至一定地位，

管之中部液面略下凹。

(2) 凝聚力大於附着力者：如水銀在微管中，上昇至一定位，管之中部液面略上凸。

習題

1. 分子力者何？共有幾種？
2. 何謂表面張力？試述之。
3. 何謂微管現象？情形如何？
4. 試舉數種日常事物，由於利用微管現象構成者。
5. 有二微管，一管之直徑爲 0.3 糎，他管之徑未悉，但量得二液面高低適相差 倍，求該管之徑幾何？

第五章 氣體

氣體 (Gas)

氣體與液體相同，亦爲流體之一種，其分子間凝聚力甚小，常呈擴散狀態，氣體亦適用巴斯加及阿基米得原理。

大氣壓力 (Atmospheric pressure)

由高厚之空氣層作用於地面之壓力，稱爲大氣壓力或簡稱氣壓。

托里拆利實驗 (Torricelli's experiment)

在 0°C時，用長一米一端封閉之玻管滿盛水銀，用手指捫閉其開端，將管倒立水銀槽內，然後放開手指，管內水銀面便漸次降下，直至較槽內水銀面高約 76 糎爲止。由管內水銀柱之重，便可測大氣壓力，因二者常相等。此作用曰托里拆利氏實驗。通常以水銀柱 76 糎之重(76×13.6=1033.6 克)爲 1 氣壓。

大氣壓力之變化

大氣壓力隨土地高低而變，愈高愈小，與海平面相差12米時，水銀柱約差1糎，又隨天氣陰晴而異，陰雨及起風時均略低，因風之成因，由於空氣從高壓向低壓流動所生之現象。

氣壓計（Barometer）

測定氣壓之儀器有：

（a）水銀氣壓計

（b）空盒氣壓計

波義耳定理（Boyle's law）

一定量之氣體，在一定溫度之下，其體積之改變與壓力成反比，若用公式表之如後：

$$\frac{P}{P'}=\frac{V'}{V}\text{或 } PV=V'P'$$

P與V爲初壓力及體積。P'與V'爲變動後之壓力與體積。

又氣體之密度與其體積爲反比例，所以氣體之密度與其所受之壓力成正比。

$$P:P'=V':V=D:D'$$

$$P:P'=D':D$$

P與D爲初壓力及密度；P'及D'爲變更後之壓力及密度。

大氣浮力（Atmospheric buoyancy）

大氣亦有浮力，亦適合阿基米得原理，故物體在空氣失去之重量，等於被排空氣之重。故在眞空中之重，應較空氣爲重，故物體體積愈大，所受之浮力亦大。

虹吸（Syphon）

虹吸爲具有長短兩脚之彎曲管，利用氣壓，及液柱之重量，不

必傾倒容器，就可將器內液體，由高處移至低處。

水唧筒（Water pump）

唧筒爲利用大氣壓力，將低處之水，送到高處之器械，通常有二種：

（1）吸取唧筒（Suction pump）

（2）壓力唧筒（Force pump）

吸取唧筒吸取水質，全賴大氣壓力，大氣壓力每平方糎約爲1033.6克，故吸取唧筒抽水，至多吸水高出水面1033.6糎，但事實上常在8米以內。

滅防唧筒（Fire pump）

由兩個壓力唧筒及一個空氣室，合組而成，水由兩方圓筒，送入空室內，利用空氣室中之空氣彈力，將水射至高處。

空氣唧筒（Air pump）

由兩唧筒構合而成，以抽去密閉器具內之空氣，俗稱抽氣機。但密閉之器具內空氣，僅能抽去一部，而不能完全抽完，其故因氣體壓力逐減，至力不能推動活瓣時，即不發生效力。

壓縮唧筒（Compression pump）

又名打氣筒，構造正與抽氣機相反。

習　題

1. 測定大氣壓力，有何器具？
2. 何謂托里拆利氏試驗？何以便可推知大氣壓力？
3. 氣體體積與壓力之關係爲何如？
4. 何謂虹吸？構造如何？
5. 以水代替水銀作托里拆利試驗，則水柱應高若干？

6. 抽氣機之構造若何？何以不能抽盡器中之空氣？

7. 潛水艇根據何理構成，試述之。

8. 有一氣體在壓力 765 粍時，體爲 380 立方糎，若欲使其體變成 350 立方糎時，則該時之壓力爲若干粍，又設原來之密度爲 1.35 則變更後密度爲若干？

a. $\frac{765}{x}=\frac{350}{380}$ $x=\frac{765\times380}{350}=820.6$ m.m.

b. $\frac{765}{820.6}=\frac{1.35}{x}$ $x=\frac{1.35\times820.6}{765}=1.448$

$F=\frac{9}{5}C+32$

$F=\frac{9}{5}(C+32)$

$x=1.8x+67.6$

$0.8x=-67.6$

$x=\frac{67.6}{0.8}$

$C=\frac{5}{9}(F-32)$ $x=\frac{5x}{9}-\frac{160}{9}$ $\frac{160}{9}=\frac{5x}{9}-x=\frac{5x-9x}{9}$

$=-\frac{4}{9}x$ $x=\frac{160\times9}{-4x}=-40$

$C=\frac{5}{9}x-(32.5)$

第二編　熱學

第一章　熱和傳佈

熱 (Heat)

熱非物質，僅爲一種物理量，能使物體分子活動力增加，含熱之程度曰溫度。

溫度 (Temperature)

表示冷熱之程度，曰溫度。

熱之傳佈 (Conduction of heat)

熱由溫度高處，經過物質逐漸傳至低處之現象，稱爲熱之傳導，其方法共有三種：

(A) 傳導 (Conduction)，凡熱由導體高溫部分，逐漸傳至低溫部分之現象，曰傳導。

(B) 對流 (Convection)，凡熱由非導體本身循環，漸次傳至全部之現象，曰對流。

(C) 輻射 (Radiation) 凡熱不依物質爲媒介，而由熱源直射而來之現象，曰輻射。

導體與非導體 (Conductor and non-conductor)

易於傳熱之物體，曰傳導體；如銀，銅，鐵等。不易傳熱之物體，曰非導體：如玻璃，水，空氣。液體大都爲非傳導體，空氣傳熱更難。

熱之特性

熱有反射及吸收之二特性：

(A) 反射：凡熱遇光滑或色白之平面時，即不能透入，而反射回轉，此種現象，曰反射作用。

(B) 吸收：凡熱遇粗糙或色黑之面時，即行透入，此種透入情形即吸收作用。

習　題

1. 熱之傳佈方法有幾？各若何？試述之。
2. 冬日著棉衣，何以可禦寒？
3. 冰箱中之冰塊，何以常置在上層？
4. 手觸鐵塊，覺甚冷，觸木不冷，其理爲何？
5. 熱之特性有幾？

第二章　温度和熱量

温度計 (Thermometer)

温度計爲測量物體温度高低之器械，共有三種：

(1) 攝氏温度計 (Celsius scale) 爲將水之冰點定爲 0°，沸點定作 100°，兩點之間分作 100 等分，每等分稱爲 1 度(One degree)，故又稱百度表，符號用 C 表之。

(2) 華氏温度計 (Fahrenheit scale) 將爲水之冰點定作32°，沸點定作 212°，兩點之間分作 180 等分，每一等分亦稱 1 度，通常用 F 表之。

(3) 列氏温度計 (Reaumurs scale) 爲以水之冰點作 0°，沸點作 80°，二點之間分作 80 等分，即 80°，以 R 表之。

$\frac{C}{F} = \frac{100}{180} \frac{5}{9}$ $5F = 9C$. $\therefore C = \frac{5}{9}(F-32)$

此外尙有體溫溫度計，最高最低溫度計等。

攝氏華氏二表之關係

同一溫度，用攝氏表，或用 F 氏表，可得關係如：

$$C = \frac{5}{9}(F-32)$$

$$F = \frac{9}{5}C+32$$

熱量和比熱 (Quantity of heat and specific heat)

熱量爲物體受熱後，所昇之溫度，此種量曰熱量。比熱爲 1 克物質昇高溫度 1°C，所須熱量之卡數，稱爲該物體之比熱，各重要物質之比熱如：

鉛	0.03	乾泥	0.20
銅	0.09	鐵	0.11
水	1.0	水銀	0.033
海水	0.98	鋅	0.090
冰	0.5	空氣（定壓）	0.24
石英	1.74	菜油	0.488
酒精	0.6	砂	0.19

比熱測定法

比熱可由混合法測定，將已知重量物體熱至某度，然後和溫度較低之水混合，則高溫物體放出之熱量，等於低溫水吸收之量，由此推算物質之比重如下式：

物質放出之熱量＝水吸收之熱量

卡路里 (Calorie)

以 1 克水溫度昇高攝氏 1° 時所須之熱量，定爲熱量單位，