

初中物理學提要

(增訂本)

劉遂生編



中華書局出版

目 錄

第一章	緒論	1
第二章	液體	5
第三章	氣體	9
第四章	物質的彈性	13
第五章	運動和力	15
第六章	簡單機械	22
第七章	熱和熱的傳播	29
第八章	溫度和脹縮	31
第九章	熱量和三態的變化	36
第十章	聲波和樂音	40
第十一章	光的直進和反射	45
第十二章	光的折射和色散	51
第十三章	光學儀器	57
第十四章	磁體	62
第十五章	雷電	65
第十六章	電流和電池	71
第十七章	電流的效應	76
第十八章	電磁感應及其應用	82

索 引.....	87
----------	----

第一章 緒論

1. 物理學 (physics) 的定義

物理學係研究物態的變化以及能力的科學。

2. 物理學的內容

物理學的內容有物性(properties of matter)、力學(mechanics)、熱學(heat)、聲學(sound)、光學(light) 以及電磁學(electricity and magnetism)。

3. 物質的三態(three states of matter)

物質的三態係固態(solid)、液態(liquid) 和氣態(gas)。每種物質，俱因溫度的變更，而有物態的變化。例如水在常溫時為液態，在 0°C .時結為固態的冰，達 100°C .時則化為氣態的蒸汽。

4. 物理學上的單位(physical units)

物理學上的單位有基本單位(fundamental unit) 與導出單位(derived unit)兩種。

甲. 基本單位

(1) 長度 (length) 的單位用米，亦稱公尺。概以十進：

1千米 (公里) = 1000米。

1分米 (公寸) = 0.1米。

1厘米(公分) = 0.01米。

1毫米(公釐) = 0.001米。

(2) **質量**(mass)的單位用千克,亦稱公斤。亦以十進:

1千克(公斤) = 1000克。

1克(公分) = 1000毫克(公絲)。

(3) **時間**(time)的單位用平均太陽日。

1日 = 24時。

1時 = 60分。

1分 = 60秒。

用厘米(centimeter)、克(gram)、秒(second)為基本單位者,叫做厘米克秒制(C. G. S. system)。

乙. 導出單位

從基本單位誘導出來的單位,叫做導出單位。例如面積和體積的單位,都是長度的導出單位,密度是質量與長度的導出單位。

5. 重量(weight)和力(force)

(1) **重量** 物體所受地球引力(重力)的大小,通常叫做重量。

(2) **力** 凡推引物體的作用,均稱為力。

i. **力的三要素** 力的三要素為大小、方向和施力點。

ii. **壓力**(pressure)與**張力**(tension) 凡兩力在同一直線上,作用彼此相向時,叫做壓力;彼此相背時,叫做張力。

iii. 壓力 (total pressure) 和壓力強度 (intensity of pressure) 物體全面積上所受到垂直於這個面的壓力, 叫做壓力; 單位面積上所受到的壓力, 叫做壓力的強度 (通常簡稱壓強)。

求壓力強度的公式:

$$P = \frac{F}{A}$$

P: 壓力的強度, F: 壓力, A: 面積。

即 [壓力的強度] (克重/平方厘米)

$$= \frac{[\text{壓力}]}{[\text{面積}]} (\text{克重}) / (\text{平方厘米})。$$

6. 質量和重量

含於物體中物質之量, 叫做質量。質量不隨地方而有變更; 但重量因各處的重力不同, 因之稍有差異。

7. 密度 (density) 和比重 (specific gravity)

(1) 密度 物質在單位體積內所含的質量, 叫做密度。水的密度為 1 克/立方厘米, 鉛的密度為 11.36 克/立方厘米。

求密度的公式:

$$D = \frac{M}{V}$$

D: 密度, M: 質量, V: 體積。

即 [密度] (克/立方厘米) = $\frac{[\text{質量}]}{[\text{體積}]}$ (克)/(立方厘米)。

(地)

(2) 比重 某物質單位體積 (1 立方厘米) 的重量 (以克重為單位), 叫做該物質的比重。例如水的比重是 1 克重/立方厘米; 鐵的

比重是7.8克重/立方厘米。

求比重的公式：

$$d = \frac{W}{V}$$

d: 比重, W: 重量, V: 體積。

即 [比重](克重/立方厘米) = $\frac{[\text{重量}]}{[\text{體積}]}$ (克重)/(立方厘米)。

(3) 密度與比重的區別 密度係物質在單位體積內所含的質量，其單位為‘克/立方厘米’；比重是物質在單位體積內所含的重量，以‘克重/立方厘米’為其單位。

第二章 液體

1. 液體傳遞壓力的性質

(1) **帕斯卡定律** (Pascal's law) 密閉器內盛液體，加壓強於其一部分時，可以不變其大小，傳遞至各部分。其方向與液體之表面均成直角。此種關係，叫做帕斯卡定律。

(2) **水壓機** (hydraulic press) 係利用帕斯卡定律的機器，可以用小力發生大壓力。壓紙、榨油，應用甚廣。

2. 液體內部的壓強

液體內部的任一點，均有相等的上壓強、下壓強和旁壓強。壓強的大小，與深度成正比。

求壓強大小的公式：

$$P = hd。$$

P: 壓強, h: 深度, d: 比重。

即 [壓強] (克重/平方厘米)

$$= [\text{深度}] (\text{厘米}) \times [\text{比重}] (\text{克重/立方厘米})$$

3. 水平面 (level surface) 和連通器 (communicating vessel)

(1) **水平面** 用線懸物下垂，則線靜止方向，必依重力的方向，叫做鉛垂線；與此線成直角的平面，就叫做水平面。

液體極易流動，各部分均受重力作用，因之其面必呈水平。
檢驗平面是否水平，常用水準器 (level tester)。

(2) **連通器** 數個連通的器具叫做連通器。注水於一器內，水必流入其他器內，至各器均呈同一水平面而止。是因各容器下部的壓強相等，深度自應相等。

自來水即係人工利用連通器的原理的裝置。泉水和噴泉，係天然的連通器。

4. 液體的浮力(buoyancy of liquid)

物體在液體中所減輕的重量之上壓力，叫做浮力。減輕重量的大小，等於該物體所排開的液體重量。此種關係，叫做阿基米德定律(Archimedes' law)。

阿基米德定律可用公式表之：

$$W - W' = B = Vd.$$

W ：物體在空氣中的重量， W' ：物體在液體中的重量，

B ：浮力， V ：物體的體積， d ：液體的比重。

即 $[\text{減輕的重量}] = [\text{浮力}] = [\text{和物體同體積的液重}]。$

5. 物體的浮沉

由阿基米德定律，可推知物體浮沉與其重量之關係：

(1) **沉(sinking)** 物體重量比其排開同體積的液重為大，即重力大於浮力時則沉。

(2) **浮(floating)** 物體重量比同體積的液體為小，即重力小於浮力時則浮。能浮物體，叫做浮體(floating body)。凡屬浮體，必排開與其重量相等之液體。

(3) **不沉不浮(neutral)** 物體重量和同體積的液重相等，即

重力等於浮力時，則呈不沉不浮之現象。

6. 比重的測定

(1) 有規則固體比重的測定法 將物體的重量求出，除以等體積的水重便得。

(2) 不規則固體比重的測定法 可依阿基米德定律求之：

$$[\text{物體的比重}] = \frac{[\text{物體的重量}]}{[\text{物體在水中減輕的重量}]}$$

如物體比水輕時，可懸鐵錘，迫使入水，以測其同容積之水重，即物體在水中減輕的重量，便可算出。

(3) 液體的比重的測定法 通常用比重瓶(specific bottle)或比重計(hydrometer)測定。

7. 分子(molecule)和分子力(molecular force)

(1) 定義 任何物質，均可分割成目不可見的微粒，而性質不變。如是之微粒，叫做分子。分子在極短的距離內，有互相吸引的作用，叫做分子力。

(2) 分子力的種類

i. 內聚力(cohesion) 同類分子間的引力，叫做內聚力。

ii. 附着力(adhesion) 異類分子間的引力，叫做附着力。

8. 表面張力(surface tension)

(1) 定義 液體表面有收縮至最小面積的力量，叫做液體的表面張力。水銀的表面張力最大，水次之，煤油等更次之。

(2) 表面張力的實例 水蟲能自由行走於水面上；鐵針雖

重於水，但細心放在水面上，可以浮而不沉。均係表面張力的作用。

9. 毛細現象(capillary phenomena)

(1) 定義 普通管內外的液面，應在同一水平面；但管徑愈細，管內外液面相差愈顯。此種現象，叫做毛細現象。呈此現象的原因，係由於表面張力和分子力的作用。凡能濡濕器壁的液體如水等，在管內均上升，面呈凹形；不能濡濕器壁的液體如水銀等，在管內都下降，面呈凸形。

(2) 毛細現象的定律 管內外液面高度之差，與管之半徑成反比。亦稱久伶定律(Jurin's law)

(3) 毛細現象的實例 燈芯吸油、毛筆含墨、吸水紙吸墨水等，均係毛細現象的實例。

第三章 氣體

1. 氣體的比重和壓力

(1) 一切氣體，均有重量，輕重各不相同。

(2) 通常測定氣體的比重，以空氣為標準，故氣體的比重為氣體的重量和等體積空氣重量之比。

(3) 氣體分子運動極速，與器壁衝撞，便生壓力。壓力的方向，常與器壁成直角，和液體同。氣體亦依從帕斯卡和阿基米德定律。

(4) 氣體既有重量，當然亦有重力作用，下層氣體壓力比上層為大，但不若液體之甚，故在容器內的氣體，高度相差不大，壓力相差極微，通常略去不計。

2. 大氣的壓強(atmospheric pressure)

(1) 距地球表面向上 200 公里的空氣柱之壓力，叫做大氣壓強，或簡稱大氣壓。

(2) 人在大氣內不覺有大氣壓強的壓迫者，係因身體內外各部同時均有大氣壓的作用，恰成平衡之故。

(3) 托里拆利(Torricelli)曾經測得大氣的壓強，等於 76 厘米的水銀柱高，稱為標準大氣壓(standard atmospheric pressure)。

(4) 每平方厘米面積的大氣壓強，約為 1 千克重，定為大氣壓的單位，叫做一大氣壓。

(5) 一切氣體氣壓的大小，可用(a)若干克重/平方厘米；(b)若干大氣壓；或(c)水銀柱高若干厘米來表示。

3. 氣壓計(barometer)及其應用

甲. 氣壓計的種類 依托里拆利實驗原理製成，用以測量大氣的壓強。

氣壓計的種類有 (a) 水銀氣壓計(mercury barometer); (b) 無液氣壓計(aneroid barometer)。

乙. 氣壓計的用途

(1) 氣壓計可以預測天氣的變化。氣壓高時，天氣晴朗；氣壓低降，將有風雨之兆。

(2) 氣壓計可測高度。大概離海面 12 米，水銀柱即低降約 1 毫米，因之可測山高以及飛機的高度。

4. 氣體的體積密度和壓力的關係，波義耳—馬略特定律：

(1) 在一定溫度時，一切氣體的體積與壓力成反比。是為波義耳—馬略特定律(Boyle-Mariotte's law)。

$$P_1:P_2 = V_2:V_1, \text{ 或 } P_1V_1 = P_2V_2 = \text{常數}。$$

V_1 : 氣體的體積, P_1 : 氣體的壓力, V_2 : 變更後氣體的體積, P_2 : 變更後氣體的壓力。

即 $[\text{壓力} \times \text{體積}] = \text{常數}。$

例 某氣體壓力在 72 厘米時，佔 620 立方厘米。問在 76 厘米時，體積應為若干？

(解) $P_1 = 72 \text{ 厘米}, \quad V_1 = 620 \text{ 立方厘米};$

$P_2 = 76 \text{ 厘米}, \quad V_2 = ?$

依公式得 $72 \times 620 = 76 \times V_2。$

(天)

$$\therefore V_2 = 587.4 \text{ 立方厘米。}$$

(2) 在一定溫度時，氣體的密度與壓力成正比。

$$P_1:P_2=d_1:d_2, \text{ 或 } \frac{P_1}{d_1} = \frac{P_2}{d_2}$$

d_1 : 氣體的密度, P_1 : 氣體的壓力;

d_2 : 變更後氣體的密度, P_2 : 變更後氣體的壓力。

即 $\frac{\text{壓力}}{\text{密度}} = \text{常數。}$

5. 氣球(balloon)和浮力

(1) 氣球 氣球的上升，係利用空氣的浮力而製成。氣球內裝氫或氦，下懸一籃，人坐其中。氣球自身的重量，小於同體積空氣的重量，因得浮起。

(2) 浮力 物體在空氣中，亦依阿基米德定律，比在真空中為輕。其減輕的重量，必等於被排開空氣的重量。

6. 流體壓力計(manometer)和虹吸管(siphon)

(1) 流體壓力計 測量密閉於容器內的氣體的壓力，所用的器械，叫做流體壓力計。

(2) 虹吸管 虹吸管係一有長短臂的曲管。先在管中盛流體，用手指按住兩管口，然後將短管放在盛流體的容器內，放開手指，則流體即源源流出。利用虹吸管，可以將高處的流體，移到低處，而不用傾側。其作用亦係利用大氣的壓力。

7. 抽水唧筒(water pumps)

(1) 抽水唧筒的種類 利用大氣壓力，將低處之水送到

高處的器械。通稱抽水機。抽水機的種類有二：(a)吸取機 (suction pump)，將水吸上；(b)壓力機 (forced pump)，將水壓上。

(2) 抽水唧筒的用途 欲將低處之水，抽至高處，用吸取機，如汲取井水等；欲將低處之水，壓至高處，用壓力機，如救火機等。

8. 空氣唧筒 (air pump) 和壓縮唧筒 (compression pump)

(1) 空氣唧筒 欲將密閉容器內的空氣抽去，須用空氣唧筒，亦稱抽氣機。應用於罐頭抽去空氣。

(2) 壓縮唧筒 欲將空氣壓入容器內，須用壓縮唧筒，亦稱打氣筒。應用於球類打氣以及車胎充氣。

第四章 物質的彈性

1. 彈性(elasticity)

(1) **形變(strain)** 凡固體遭遇外力而發生形狀的變化，叫做形變。

(2) **彈力(elastic force)** 形變後，外力去而能恢復原狀之力，叫做彈力。

(3) **彈性** 具有彈力的性質，叫做彈性；富有彈性的物體，叫做彈性體，例如發條、彈簧等。

(4) **彈性限度(elastic limit)** 彈性體遭遇外力，如果太大，超過一定的範圍，則形狀改變，永不恢復原狀。這個彈性的範圍，叫做彈性限度。鋼鐵的彈性限度很大，金銀的彈性限度很小。

(5) **極限強度(ultimate strength)** 固體遭遇外力，超過彈性限度，生極大形變，如再加外力，終至破斷。使固體破斷時所需最小限度之力，叫做極限強度。鋼鐵的極限強度較大；磚瓦的極限強度較小。

(6) **彈性疲乏(elastic fatigue)** 彈性體彈力的保持，與外力的時間有關。若外力作用的時間過長，則雖在彈性限度以內，外力除去後，亦不易恢復原狀。此種現象，叫做彈性疲乏。例如彎竿成弓，數日以後，雖去其繩，竿不能直。

2. 彈簧秤(spring balance)

(1) **虎克定律(Hooke's law)** 物體的形變，在彈性限

度以內，和作用力成正比例。此種關係，叫做虎克定律。

(2) **彈簧秤** 彈簧秤係應用虎克定律的原理而製成。用以測量力之大小和物體的重量（非質量）等的器具。