

遵照香港教育司署中學課程綱要編撰

新編 中學物理學

第二冊

原著者：伍效威 張炳榮

改編者：張炳榮 李湛生

宏豐圖書公司

遵照香港教育司署中學課程綱要編撰

新編 中學物理學

第二冊

原著者：伍效威 張炳榮

改編者：張炳榮 李湛生



宏豐圖書公司

新編中學物理學

第二冊

一九七三年六月版

8 795-263 30

原著者：伍效威 張炳榮 改編者：張炳榮 李湛生

宏豐圖書公司出版

香港七姊妹道十八號地下

電話：5-783336

世界書局總經售

香港德輔道中一四四號

電話：5-632397

九龍亞皆老街一〇五號

電話：3-941025

宇宙印務有限公司印刷

版權所有*翻印必究

序 言

本書編撰之目的，在供香港中文中學各級學生作教科書之用。由於香港教育司署最新頒佈之1974年中學會考物理課程範圍，除增訂若干項如用水波槽 (ripple tank) 引述波之反射，折射及干涉等性質，電磁波及電磁波譜，原子結構，陰極射線及原子核之放射現象等新課程外，並定於1974年會考開始採用國際單位制。表面觀之，全部課程似更動不大，但因所採之單位制不同，本書之計算問題，便須隨之而要有大幅度之改變，尤以熱學部份為甚。此為本書改編之主因。

本書係按下列各原則修訂：

(1) 全書採用之單位以國際單位為主；「厘米、克、秒制」為輔。所採之單位縮寫符號，亦以國際間普遍採用及教育司署頒佈者為標準。

(2) 練習題適量分插於每一小節之後，以避免於一長章節後，累積習題太多，學生應付不易。其最近數年中英文中學會考及倫敦大學初級考試試題，則分類附於每一基本單元（如熱、力、聲、光、磁、電等）之末，以供參考，或作總複習之用。

(3) 每一小節之末，適量編入「討論問題」數則，以供堂上研討之用。討論問題之選材，注重矯正學生易犯之錯誤及引導學生對基本概念作深切了解。

(4) 利用圖線輔助解題；常用之圖解題式，亦儘量引入。

(5) 實驗方法之敘述，儘量加插實驗進行時之照片，使學生實驗時，減少疑難。

(6) 多項選擇題 (Multiple choice) 已為近代考試普遍採用。

本書按香港會考及英美大學入學試試題慣用之題式，於每一單元之末，編入此類習題數十則，以供練習。取材以測驗學生之基本概念為主。

本書之改編蒙原著者伍效威博士審閱全稿；張挾攀博士詳加校訂及貢獻寶貴之意見良多，謹此致謝。

編者

1973年6月

常用單位 縮寫表

千米 (<i>kilometre</i>)	<i>km</i>	長度的單位
米 (<i>metre</i>)	<i>m</i>	長度的單位
厘米 (<i>centimetre</i>)	<i>cm</i>	長度的單位
毫米 (<i>millimetre</i>)	<i>mm</i>	長度的單位
千克 (<i>kilogramme</i>)	<i>kg</i>	質量的單位
克 (<i>gramme</i>)	<i>g</i>	質量的單位
仟克重 (即仟克力, <i>kilogramme force</i>)	<i>kgf</i>	力的單位
克重 (即克力, <i>gramme force</i>)	<i>gf</i>	力的單位
牛頓 (<i>newton</i>)	<i>N</i>	力的單位
達因 (<i>dyne</i>)	<i>Dyn</i>	力的單位
秒 (<i>second</i>)	<i>s</i>	時間的單位
焦耳 (<i>joule</i>)	<i>J</i>	功和能量的單位
爾格 (<i>erg</i>)	<i>erg</i>	功和能量的單位
瓦特 (<i>watt</i>)	<i>W</i>	功率的單位
仟瓦 (<i>kilowatt</i>)	<i>kW</i>	功率的單位
仟瓦小時 (<i>kilowatt hour</i>)	<i>kWh</i>	功和能量的單位
厘米水銀柱高 (<i>centimetre of mercury</i>)	<i>cmHg</i>	壓力的單位
毫米水銀柱高 (<i>millimetre of mercury</i>)	<i>mmHg</i>	壓力的單位
攝氏度數 (<i>degree Celsius</i>)	$^{\circ}\text{C}$	溫度的單位
凱氏度數 (<i>degree Kelvin</i>)	$^{\circ}\text{K}$	溫度的單位
赫茲 (<i>hertz</i>)	<i>Hz</i>	頻率的單位
庫倫 (<i>coulomb</i>)	<i>C</i>	電量的單位
安培 (<i>ampere</i>)	<i>A</i>	電流的單位
伏特 (<i>volt</i>)	<i>V</i>	電壓的單位
歐姆 (<i>ohm</i>)	Ω	電阻的單位
仟歐姆 (<i>kilohm</i>)	<i>k\Omega</i>	電阻的單位

目 錄

序言

常用單位縮寫表

15 密度和比重

15-1 密度	1
15-2 密度的測定	4
15-3 比重	5
15-4 比重的測定	7
本章摘要	19

16 靜止液體的壓力

16-1 壓力和液體壓力	21
16-2 靜止液體內部的壓力（一）	24
16-3 靜止液體內部的壓力（二）	27
16-4 靜止液體內部的壓力（三）	30
16-5 液體壓力的傳遞	34
16-6 液體密度的測定	36
本章摘要	39

17 幾種利用大氣壓力的器械

17-1 唧筒	41
17-2 虹吸管	43
17-3 開管流體壓力計	45
本章摘要	47

18 分子運動

18-1 原子和分子	49
18-2 分子運動論	49
18-3 分子直徑的量度	52
本章摘要	54

19 分子現象

19-1 分子間的相互作用力	55
19-2 分子運動和物質三態	57
19-3 氣體、液體和固體中的擴散現象	58
19-4 滲透現象	60
19-5 表面張力	61

19-6 毛細現象	63
本章摘要	66
20 空氣的濕度	
20-1 大氣中的水氣	67
20-2 濕度與露點	68
20-3 濕度計	71
20-4 濕度與氣象	73
本章摘要	74
21 熱量和熱容量	
21-1 熱量	75
21-2 熱容量	76
21-3 混合量熱原理	78
本章摘要	80
22 比熱	
22-1 比熱	81
22-2 比熱的測定	83
本章摘要	87
23 光度學	
23-1 發光強度和照度	89
23-2 發光強度與照度的關係	90
23-3 光度計	91
本章摘要	95
24 光的反射	
24-1 在兩種媒質的境界面上的光現象	97
24-2 光的反射和反射定律	98
24-3 單向反射和漫射	99
24-4 平面鏡所成的像	100
24-5 平面鏡成像的作圖法	102
24-6 平面鏡的多次反射	103
24-7 平面鏡的旋轉	105
24-8 平面鏡的應用	105
本章摘要	107

25 磁體	
25-1 磁體和磁的性質·····	109
25-2 磁感應·····	112
25-3 磁分子說及磁疇學說·····	114
本章摘要·····	117
26 靜電淺說	
26-1 摩擦起電·····	119
26-2 正電和負電·····	120
26-3 電的性質及其發現·····	121
26-4 導體與絕緣體·····	122
本章摘要·····	123
27 原子和電子	
27-1 原子的結構·····	125
27-2 物體帶電現象的解釋·····	127
本章摘要·····	128

15

密度和比重

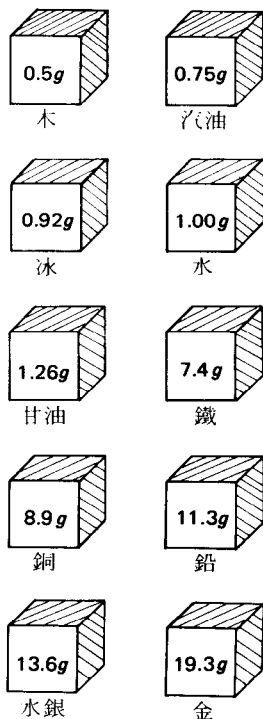


圖 15-1

15-1 密度

密度 將一塊體積是一立方厘米的固體，浸入水裏，根據阿基米德原理，水就會對這物體有一克重的向上浮力。假如這塊固體是鐵，因為每一立方厘米的鐵塊重 7.8 克，比浮力大，鐵就會沉下；假如這塊固體是木，每一立方厘米的木塊大約重 0.5 克，比浮力小，所以木塊就上浮。由此可知，同一體積而不同類的物質所含的質量，是不相同的。圖 15-1 中所列的是常見的幾種物質，每一立方厘米體積中所含的質量（圖中每一立方體的體積都為一立方厘米）：

同一體積的物質，為什麼它的質量有大有小？是不是因為物質的密集程度有大有小？在物理學上，表明物體內部所含的物質的疏密程度，通常用「物質單位體積* 內所含的質量」表之，這就叫做密度(density)**。

密度單位 根據密度的義意，可以推知它的單位應該是「克/厘米³」或「千克/米³」等。一厘米³ 金的質量是 19.3 克；一米³ 金的質量是 19 300 千克，所以金的密度是 19.3 克/厘米³ 或 19 300 千克/米³；每厘米³ 酒精的質量是 0.8 克；每米³ 的酒精的質量是 800 千克，所以酒精的密度是 0.8 克/厘米³ 或 800 千克/米³。密度的數值是隨所採用的單位而改變的。同一物質的密度用「千克/米³」做單位時的數值是用「克/厘米³」做單位時的 1 000 倍。

常見各物質的密度，除圖 15-1 所示外，現更將另幾種物質的密度表列之如下：

*單位體積是體積單位的每一單位量，例如「一立方厘米」，「一立方米」都是單位體積。

**物質單位體積的重量叫做重度，因為重量和質量的物理意義不同但數值相等，所以重度和密度也是意義不同而數值都相同。

密度 (仟克 / 米³簡記為 kg/m^3)

鋁	2 700	石蠟	900	白金	21 370
軟木	約 250	砂	2 600	石	2 700
膠木	1 300	玻璃	2 600	銀	10 500
鋼	7 800	糖	1 600	酒精	800
橡皮	約 1 500	錫	780	甘油 (20°C)	1 260

密度公式 若知某物質的總質量為 m ，體積為 V ，
密度為 d ，依密度的定義可以推求出下列的公式：

$$\underline{\underline{d = \frac{m}{V}}}$$

或由上式可得：

$$\underline{\underline{m = V d}}$$

〔例題 1〕 有長15厘米，闊3.5厘米，厚4厘米的木塊，其
質量為85克，試求其密度。

〔解〕

$$\text{I} \quad m = 85g$$

$$\text{II} \quad m = 0.085kg$$

$$V = 15 \times 3.5 \times 4$$

$$V = 0.15 \times 0.035 \times 0.04$$

$$= 210 cm^3$$

$$= 0.000 21 m^3$$

$$\text{由公式} \quad d = \frac{m}{V}$$

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

$$= \frac{85}{210}$$

$$= \frac{0.085}{0.000 21}$$

$$= \underline{\underline{0.4 g/cm^3}}$$

$$= \underline{\underline{400 kg/m^3}}$$

答：此木塊之密度為 0.4 克/厘米³或 400 仟克/米³。

[討論問題]

重度和密度有什麼區別？

2. 常用的密度單位有哪幾種？它們間的數值有什麼關係？

3. 體積為150厘米³的汽油，其質量為102克，求汽油的密度為多少克/厘米³？多少千克/米³？

[答：0.68g/cm³，680kg/m³]

4. 木塊的體積為50厘米³，質量24.5克，求它的密度。

[答：0.49g/cm³]

5. 橡皮一塊，長為4厘米³，高及闊均為1厘米，它的質量是5.6克，求橡皮的密度是多少千克/米³。

[答：1400kg/m³]

6. 質量為5千克的水，它的體積是多少？（水的密度是1000千克/米³）。

[答：5m³]

7. 質量為1.05千克的銀塊，其體積應該是多少立方厘米？（銀的密度是10.5克/厘米³）

[答：100cm³]

8. 木尺長30厘米，闊2厘米，高 $\frac{1}{4}$ 厘米，它的質量是多少（設木的密度為500千克/米³）？

[答：7.5g]

9. 方糖每邊均為 $1\frac{1}{2}$ 厘米，它的質量是多少（設方糖的密度為1400千克/米³）

[答：4.725g]

10. 一個半徑為7厘米的鉛球，它的質量是多少？（鉛的密度是11300千克/米³，球體的體積= $\frac{4}{3}\pi$ （半徑）³）

[答：16278.78g]

15-2 密度的測定 測定某物質的密度，要完成兩項主要手續。第一、須求出物質的總質量 m ；第二、須求出物質的總體積 V 。 m 與 V 都已測定，就可由公

式 $d = \frac{m}{V}$ 推出它的密度。

固體密度的測定 我們都知道：測定質量可用天平。測定體積，如屬於規則形幾何體的固體，可以用尺、游標尺或測微器等測定它的直徑、長度和高，然後推算出它的體積。如屬於不規則形的固體，則可用第一冊已經學過的量筒法或排水罐法，求它的體積。

液體密度的測定 至於液體密度的測定，常利用滴定管或吸管，取一定體積的液體注入已知質量（設為 m_1 克）的容器裏，先測定液體與容器的總質量（設為 M 克），次求液體的質量（ $M - m_1$ ），然後求其密度。

滴定管 滴定管（*burette*）是一根各段大小均勻的長玻璃管。管上有刻度，通常管上每分度表示 0.1 立方厘米。管之下端有玻璃活塞，作為開關，也可以調節液體流出的快慢。（圖 15-2a, b）

滴定管可以用來測小粒固體，例如鋼珠等的體積；但其最大用處為量出一定體積的液體。用時先經漏斗注液體入管內，然後開放活塞，將玻璃管內的空氣沖出。待管內液體內氣泡昇出水平面後，記錄液體表面所在。開放活塞讓液體慢慢外流，待管內液體表面已降低，接近預定讀數時，用活塞控制，使液體自管內逐滴滴出至預定讀數為止。譬如管內液體表面最初在 7.6 立方厘米處，要量出 25 立方厘米時，可開放活塞讓液體表面降至 31 立方厘米附近再控制彈簧夾，使液體逐滴滴出至液體表面降至 32.6 處為止。讀滴定管時

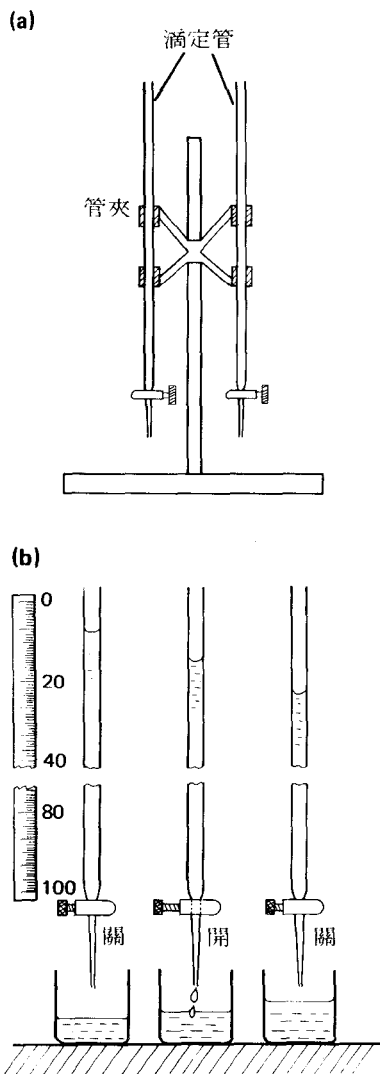


圖 15-2

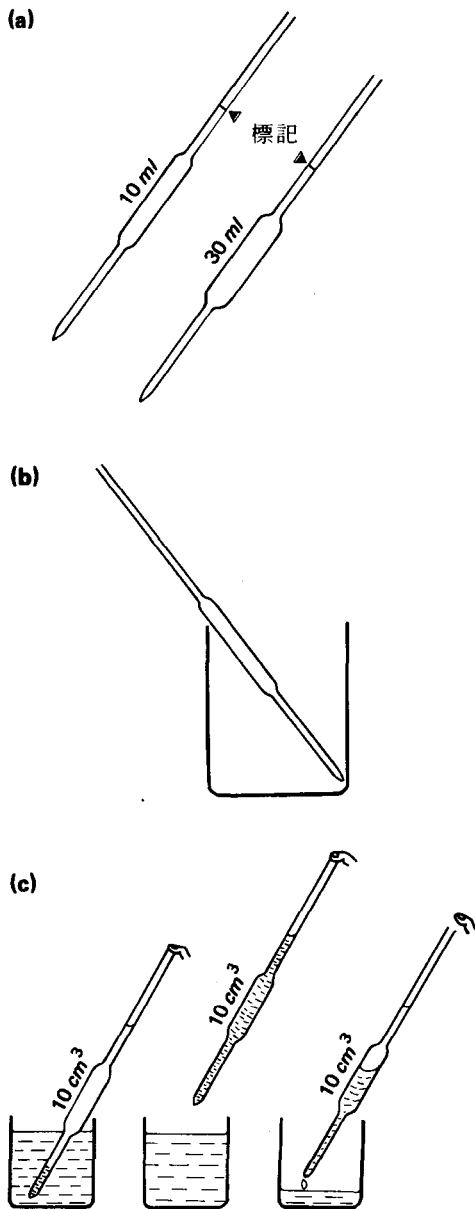


圖 15-3

和讀量筒一樣，眼睛應和液體曲面在同一水平。

吸管 吸管 (pipette) 外形如圖 15-3a。吸管上端玻璃管上有刻線作為標記，中段圓柱形部份表面注有吸管之容量，吸管下端尖銳部份內徑頗小，因此管內液體外流時不致太快。用時將管尖浸入液體內，然後以口含管頂，將液體吸入管內。待管內液體表面已昇高過管上刻度時，急速用食指緊按管頂。然後稍鬆食指，讓管內液體逐滴自管尖滴出。待液體表面恰與刻度相齊時，再緊按管頂阻止液體外流。將吸管提至容器之上空，放鬆食指，讓液體流入容器內(圖 15-3c)。最後必有液體一滴留在管內不出。此時可用食指按緊管頂，再用另一手心緊貼圓柱形部份，管內空氣受熱膨脹即可將最後一滴液體壓出。有些吸管製作時已將最後一滴液體之體積預計在內，用這種吸管便不必將最後一滴液體壓出。

[討論問題]

1. 固體密度怎樣測定？
2. 液體密度怎樣測定？
3. 滴定管的用法怎樣？
4. 吸管的用法怎樣？
5. 試述怎樣用實驗法測定鋼球、銅柱、石塊和酒精的密度。

15-3 比重

比重與密度 由物質單位體積的質量，推求其總體積的質量，或比較兩物質同體積的質量的大小，我

們都已知道可以應用密度去推算。但我們也可以用物質的比重，去代替物質的密度。某物質的重量和同體積的純水在 4°C 時的重量之比，叫做比重 (specific gravity)。

$$\text{即} \quad \text{比重} = \frac{\text{物質的重量}}{\text{在 4°C 時同體積純水的重量}}$$

比重是相對密度 比重有什麼特點呢？

(1) 1 厘米³的純水在 4°C 時的重量是 1 克重，而 1 厘米³ 的純水在 4°C 時的質量也是 1 克，故物質的比重數字與用「克/厘米³」作為密度的單位時，數字相同；當密度用「千克/米³」做單位時，密度的數值是比重的 1 000 倍，但比重是比值所以沒有單位的。由比重的定義，比重又可寫為：

$$\text{比重} = \frac{\text{物質的密度}}{\text{純水在 4°C 時的密度}}$$

所以比重亦叫做相對密度 (relative density)。

(2) **比重測定較易** 測定物質的比重，手續較為簡單，因而也較為容易。例如，我們利用阿基米德的原理去測定物質的比重，就可以省却事先測定物體的體積的手續。這一點將來大家學下去就會更明白。

(3) **利用水作比重的原因** 利用水作比重，還有個好處，就是水的膨脹率不高。純水在 4°C 時的密度是 1 000 千克/米³，但在一般情形下，雖然溫度不是 4°C，我們也是可以把水的密度當作 1 000 千克/米³的。因為在溫度為 30°C 時，水的實在密度是 996 千克/米³，而在 40°C 時水的實在密度也不過是 992 千克/米³。992 千克/米³或 996 千克/米³或 1 000 千克/米³，在大多數情況下，其差別可以略去不計。

不過在測定比重時，我們不能用不同的單位。我

們只能拿克和克比，仟克和仟克比，而不能拿克和仟克比。這一點相信大家也都很清楚了。

[討論問題]

1. 試列舉比重與密度的區別。

2. 設某物質的比重是 0.5，則某物質的密度是多少克/厘米³及仟克/米³？

[答：0.5 g/cm³, 500 kg/m³]

3. 石蠟的密度是 0.9 克/厘米³，酒精的密度是 800 仟克/米³，它們的比重各是多少？

[答：石蠟 0.9，酒精 0.8]

4. 某水塘的建築共用去石塊 7 000 米³，問共重多少？（設石的比重為 2.7） [答：18 900 000 kg]

5. 有一圓柱形的銅塊，高 10 厘米，底直徑為 2 厘米，問這銅塊共重多少？（設銅的比重為 8.9）

[答：279.6g]

6. 有一容器，恰能裝滿 0.1 仟克的水，問這容器可裝得酒精若干？（酒精的比重為 0.8）

[答：0.08 kg]

15-4 比重的測定 測定一種物質（固體或液體）

比重的基本原則，是根據比重的定義。由於

$$\text{比重} = \frac{\text{物質的某一體積的重量}}{\text{同體積在 } 4^{\circ}\text{C 時的純水重量}}$$

所以當進行測定一物質的比重時，先用天平或彈簧秤

測定這物質的某一體積的質量或重量，再測定和這物質同體積的 4°C 時純水的質量或重量，拿這兩個重量相比，就可以算出這種物質的比重了。

測定一物體的同體積的水重，可以用排水罐。將一已知重量的小燒杯，放在排水罐的側管的下方。當物體緩緩沉入排水罐內，與物體同體積的水，則由側管注入燒杯內，因為燒杯的重量已知，故與物質同體積的水重，就可以求出。

[討論問題]

1. 若果要求比重的物體是浮於水的，你能想出一種方法仍然利用排水罐測定這物體同體積水的重量嗎？（提示：可考慮用助沉物）

2. 根據阿基米德原理，若果一固體全部浸入水中時所減輕的重量，與這物體同體積水的重量有什麼關係？

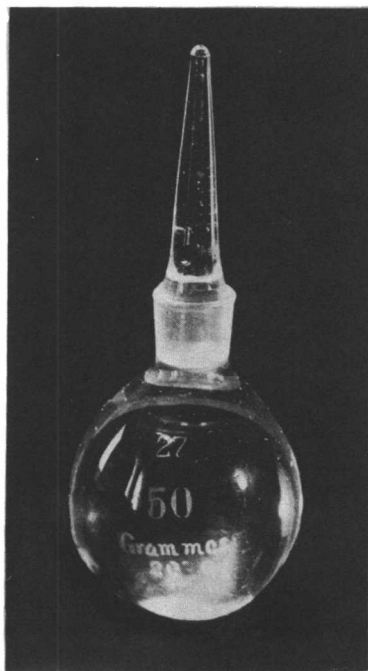


圖15-4

液體比重的測定 液體的比重測定方法，常用的有下列三種方法：

(1) **比重瓶法** 比重瓶(*specific gravity bottle*, 簡稱為 *S. G. bottle*, 亦稱為 *density bottle*)的構造如圖15-4所示，瓶塞為一中央有小孔的玻璃柱，瓶塞與瓶頸接合的部份經過磨砂，目的在使瓶塞能緊密地套在瓶頸之上；瓶頸的小孔，在使過滿的液體，得以從小孔排出瓶外，而使瓶內的液體，有固定的體積。用比重瓶測液體的比重時，先將瓶洗淨及烘乾，用天平測空瓶的質量記為 w ；然後將瓶滿盛待測的液

體後，秤其重量記為 W_1 ；將瓶內液體傾出，洗淨後再滿盛純水，秤其重量記為 W_2 則

$$\text{液體的比重} = \frac{W_1 - w}{W_2 - w}$$

〔討論問題〕

1. 研究在上述的實驗中「 $W_1 - w$ 」是表示瓶內液體的淨重；「 $W_2 - w$ 」是表示瓶內的水淨重，它們的體積是否相等？何故？
2. 當瓶滿盛液體後，若見瓶內有若干氣泡留在瓶內，應怎樣處理？何故？
3. 用手持滿盛液體的瓶時，應避免手心與瓶相貼，何故？
4. 當瓶滿盛液體後，應觀察瓶外是否有液體附着，若果有的話，要用布拭乾。何故？

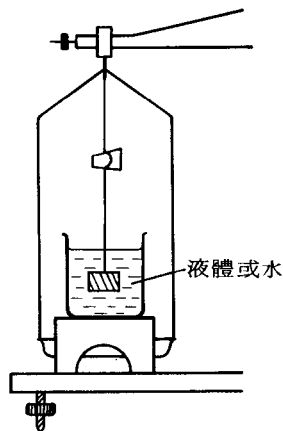


圖 15-5

(2) 應用阿基米德原理法 根據阿基米德原理，若物體全部沉入液體中時，因受液體的浮力而減輕了的重量，等於與物體同體積液體的重量。因此可測定液體的比重如下：

將待測比重的液體及純水，分別盛在兩個已乾潔的燒杯內，再選取一不會溶於液體或水，而且能沉入液體及水的固體，用天平秤它在空氣中的重量，記為 W ；然後先後把這固體分別全部浸沒在液體及水中秤之，記錄所得的重量為 W_1 及 W_2 (如圖15-5)，則：

$$\text{固體在液體中減輕的重量} = W - W_1$$

$$\text{固體在水中減輕的重量} = W - W_2$$