

職業訓練基本教材
(基訓 1002)

職訓理化

原著者：日本勞工部職業訓練局
職業訓練教材研究會

編譯者：科技圖書股份有限公司編譯部

發行者 科技圖書股份有限公司

職業訓練基本教材
(基訓 1002)

職 訓 理 化

原著者：日本勞工部職業訓練局
職業訓練教材研究會

編譯者：科技圖書股份有限公司編譯部

發行者 科技圖書股份有限公司

職業訓練基本教材編印緣起

本公司鑒於目前國中畢業生大量結業，高中、高職、五專等學校收容名額有限，勢必大量辦理職業訓練，以資容納。故自上年初已出版各種「階梯制」訓練技術員工用的指導書多種，以供目前加速進行訓練技術員工之需要。自出版以來，各方以其文淺圖顯，易讀易學，爭相購讀，因而鼓勵吾們加速完成六十大冊的「階梯制」訓練指導書的宏願。現因大都國中畢業生在校未經接受職業訓練的初步基本訓練，欲直接採用「階梯制」訓練指導書來訓練技術員工，尚有若干困難。特由本公司編輯部搜集各方新資料，編印一套基本教材，作為職業訓練的第一步。關於科技部分，一共編印六種。計劃在348小時內，全部修畢，再行參加專業訓練，則其收效更宏。茲將基本教材內容及授課時間錄下，以供選擇採用。

編 號	書 名	訓練時數
基訓 1001	職訓 數學	64 小時
基訓 1002	職訓 理化	64 小時
基訓 1003	識 圖	30 小時
基訓 1004	識 電	30 小時
基訓 1005	經營概念	16 小時
基訓 1006	金工操作	144 小時

關於以上各書內容，均經嚴格編審，內容淺顯易學，絕不採用陳舊材料充數。

科技圖書公司謹啓

目 次

第一章 物 性

第一節 總 論	1
1.1 物體和物質	1
1.2 量的測定單位	1
1.3 質量，重量，重力	2
1.4 鉛直線，水平面	3
1.5 密度，比重	3
1.6 分子和分子現象	4
第二節 固 體	4
2.1 固 體	4
2.2 彈 性	4
第三節 液 體	6
3.1 自由表面	6
3.2 巴斯噶原理	6
3.3 液體的深度和壓力	7
3.4 連通管	7
3.5 阿基米得原理和比重的 測定	8
3.6 表面張力	9
3.7 毛細現象	9
3.8 擴散，滲透	10
第四節 氣 體	10
4.1 氣 體	10
4.2 大氣的壓力	10
4.3 氣體的壓力	12
4.4 虹 吸	12

4.5 水 泵	12
4.6 空氣泵	13

第二章 熱

第一節 溫度和熱	14
1.1 溫度，熱，溫度計	14
1.2 熱量，比熱，熱容量	15
1.3 膨 脹	18
第二節 熱的傳播	19
2.1 傳 導	19
2.2 對 流	20
2.3 輻 射	20
第三節 物態的變化	21
3.1 熔解，凝固	21
3.2 汽化，汽化熱	22
3.3 飽和蒸氣	22
3.4 沸 騰	23
3.5 大氣中的水蒸氣，濕氣 ，濕度計	23

第三章 聲

第一節 振動，波動	26
1.1 振動，單擺	26
1.2 波 動	26
1.3 橫 波	27

1.4	縱波	27
1.5	水波	27
第二節	聲波	28
2.1	發聲體	28
2.2	聲波	28
2.3	聲波的速度	28
2.4	回聲	28
2.5	響度	28
2.6	音調	28
2.7	共鳴	28
2.8	音色	30
2.9	聲波的干涉	30
2.10	響聲	31
第三節	聲的利用	31
3.1	留聲機	31
3.2	樂器	32

第四章 光

第一節	光度，照度	33
1.1	光的性質	33
1.2	發光體	33
1.3	光源和影	33
1.4	日蝕和月蝕	33
1.5	照度，光度	34
1.6	照明裝置	35
第二節	光的反射	35
2.1	光的反射和反射定律	35
2.2	亂反射	35
2.3	平面鏡	36
2.4	球面鏡	36
2.5	光的折射	37
2.6	全反射	38

2.7	三稜鏡	39
2.8	光的色散	39
2.9	透鏡	40
2.10	照相機	41
2.11	眼的構造	42
2.12	放大鏡，顯微鏡，望遠鏡	42
第三節	物體的顏色	44
3.1	物體的顏色	44
3.2	光譜的種類	44
3.3	補色，原色	45
3.4	螢光，磷光	45
第四節	光的本性	46
4.1	薄膜的顏色	46
4.2	光的繞射	46
4.3	偏光，複折射	46

第五章 力 學

第一節	力	48
1.1	力的圖示	48
1.2	力的合成和分解	48
1.3	平行力的合力	49
1.4	力偶	50
1.5	力矩	50
1.6	重心	50
1.7	物體的穩度	51
1.8	浮力的平衡	51
第二節	運動定律	52
2.1	運動，速度	52
2.2	加速度	52
2.3	運動定律	52
2.4	重力加速度	54

第三節 各種運動	54
3.1 落 體	54
3.2 上拋運動	55
3.3 斜拋運動	55
3.4 圓運動	56
3.5 旋轉運動	56
3.6 萬有引力	57
第四節 運動的阻力	57
4.1 摩 擦	57
4.2 流體的阻力	58
4.3 黏 性	58
第五節 簡單機械	60
5.1 槓 桿	60
5.2 滑 輪	61
5.3 輪 軸	61
5.4 斜 面	61
5.5 劈	62
5.6 螺 旋	62
第六節 功和能	62
6.1 功	62
6.2 功 率	63
6.3 功的原理	63
6.4 能	64
6.5 功和熱	65
6.6 能量不滅定律	65

第六章 材料強弱

第一節 材料的強弱	67
1.1 荷 重	67
1.2 應 力	67
1.3 應 變	68
1.4 彈性係數	68

1.5 應力集中	69
1.6 容許應力和安全因數	70
1.7 梁載荷重	70
1.8 支座的反力	71
1.9 梁的剪力和彎矩	71
1.10 梁的彎應力	72
第二節 材料試驗	73
2.1 硬度試驗	73
2.2 伸長試驗	75
2.3 衝擊試驗	76
2.4 其他試驗	77

第七章 磁和電

第一節 磁	79
1.1 磁 鐵	79
1.2 磁極的相互作用	79
1.3 磁感應	79
1.4 磁 場	80
1.5 地 磁	80
第二節 靜 電	81
2.1 帶 電	81
2.2 兩種電	81
2.3 靜電感應	82
2.4 驗電器	82
2.5 起電盤, 起電機	83
2.6 電容器	84
2.7 電的分布, 雷電	84
第三節 電 流	85
3.1 電 流	85
3.2 電位差, 電壓	85
3.3 電 池	85
第四節 電流的熱效應	86

4.1	電阻	86
4.2	電流的熱效應	87
4.3	電熱器	88
4.4	導線的聯結法	88
4.5	電池的內電阻	88
第五節	電流的磁效應	88
5.1	電流的磁效應	89
5.2	電磁鐵	91
第六節	電流的化學作用	91
6.1	電解	91
6.2	蓄電池	92
6.3	電鍍	92
第七節	電磁感應	92
7.1	應電流	92
7.2	應電流的方向	93
7.3	自感應，相互感應	93
7.4	感應圈	94
7.5	直流電和交流電	94
7.6	發電機	94
7.7	電動機	95
7.8	變壓器	96
7.9	輸電	96
7.10	電力的測定	96
7.11	電鍍	97
第八節	真空放電	97
8.1	真空放電	97
8.2	陰極射線	98
8.3	X射線	98
8.4	放射性物質	99
第九節	物質的構造	100
9.1	原子	100
9.2	同位素	100
9.3	原子核	100
9.4	原子核的分裂	101

9.5	宇宙射線	101
9.6	結語	101

第八章 化學的基礎

第一節	化學是何種學問	102
第二節	化合和分解	103
第三節	分子和原子	104
第四節	分子量和原子量	105
第五節	分子式和化學方程式	105
第六節	酸類，鹼類，鹽類	107
第七節	重要的酸和鹼	108

第九章 材料化學

第一節	矽和其化合物	111
第二節	玻璃，陶瓷器，水泥，石膏	111
第三節	金屬	113
第四節	顏料和塗料	115

第十章 碳化合物的化學

第一節	碳及其簡單化合物	118
第二節	碳氫化合物	119
第三節	酒精	121
第四節	甲醛和丙酮	121
第五節	羧酸	122
第六節	酯	122
第七節	乙醚	122
第八節	油脂	123
第九節	碳水化合物	124
第十節	蛋白質	125
第十一節	染料	126
第十二節	樹脂	128

第一章 物 性

第一節 總 論

1.1 物體和物質

凡佔有空間的一部分，由吾人的感覺可以辨別其存在的東西，稱為物質。物質的一團，稱為物體。因此所謂物體，就是由物的形狀和大小而命名的名詞。物質則由構成物體的材料而命名的名詞。

例如桌子、衣櫥、柱子等都是物體，而其構成材料木材則為物質；構成玻璃杯、窗玻璃的物質是玻璃。若僅說水，是為物質，但若說一滴水或 1 cc 的水則為物體。

1.2 量的測定單位

物理學上的測定，以長度、質量和時間三種最基本，所以它們的單位，稱為基本單位。實際上採用由厘米 (cm)、克 (g)、秒 (sec) 聯合而成的 C. G. S. 基本單位制。其他的量都可由這些單位導出或組合而成，故稱為導出單位。例如面積的單位 1 平方釐米 (1 cm²)，體積的單位 1 立方釐米 (1 cm³)，速度每秒/釐米 (1 cm/sec) 等，均為導出單位。

1 cm 相當於刻在米原器上二標線間的距離的 $\frac{1}{100}$ ，1 g 相當於仟克 (公
斤) 原器的質量的 $\frac{1}{1000}$ 。1 sec 是平均太陽日的 $\frac{1}{24 \times 60}$ ，即等於 $\frac{1}{86400}$ 。

副尺 用 1 mm 刻度的尺量長度時，mm 的零數只好用目測，但若有副尺，則更細的地方也能正確的測量。副尺是沿本尺滑動的小尺，其刻度為將本尺的 (n-1) 的刻度等分為 n 而成。所以副尺的刻度為 $\frac{n-1}{n} = 1 - \frac{1}{n}$ ，而較本尺短 $\frac{1}{n}$ 。圖

1.1 的 AB 之長度可讀出 3.75 釐米。

2 職訓理化

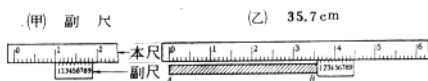


圖 1-1

利用副尺測量微細尺度的有測徑器，可用以測量圓筒的外徑和內徑等。又測定物體的厚度，球的外徑等的測徑器，則稱為游標尺。見圖 1.2。

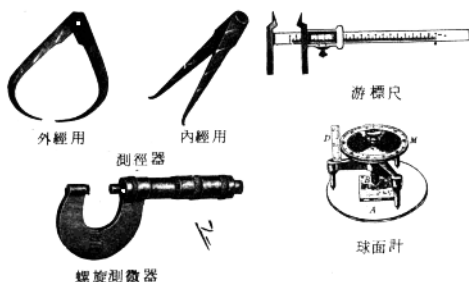


圖 1-2

此外尚有測微器（螺旋測微計），而測定球面的曲率半徑的球面計，就是測微器的應用。

1.3 質量，重量，重力

自然界為物質的集團，物體的實質，稱為物質，物體內所含物質的量，稱為質量。度量質量使用天秤或桿秤，而以公克（g）、千克（Kg，亦稱公斤）等單位表示。

地面上的物體都被地球所吸引，這種引力稱為重力。物體所受重力的大小，稱為重量。

由實驗知道：在地球上同一地點，物體的重量與其質量成正比。

嚴格地說，質量（絕對量）不因地而有差異，但重量則因地點不同而有極小的差異。這是因為重力的大小有差異之故。（地球自轉的速度以赤道最大，兩極最小，因此離心力就有差異。又因萬有引力和距離的平方成反比之故。）

把作用於單位質量的物體的重力，作為測量力的單位，稱為重力單位。例如作用於質量1克的物質的重力為力的單位，就稱為1克力或1克重。

1.4 鉛直線，水平面

以線懸一鉛錘，線就由於重力而向地球中心的方向靜止。像這種表示重力方向的線，稱為鉛直線，或稱垂直線。

木匠作測錘，用來檢查柱子是否垂直，是常見的事。

與垂直線成直角的平面，稱為水平面。檢查平面是否水平，常利用水準器。

(見圖1-3)

海面每100米即有約3秒的彎曲度，所以嚴格地說並非水平面，但若取狹小的範圍，則可視為平面。(1度=60分，1分=60秒)



水準器

1.5 密度，比重

物質單位體積內所含的質量，稱為該物質的密度。用 v 表物體的體積(cm^3)， m 表其質量(g)，則其密度 d ，可以下式表出：

$$d = \frac{m}{v} (\text{g}/\text{cm}^3)$$

即為該物質1立方釐米的質量。

任何物質的密度和攝氏4度水的密度(4°C 水的密度為 $1\text{ g}/\text{cm}^3$)的比，稱為比重。

可以說任何物質的質量，除以同體積攝氏4度水的質量的值，即為其比重。

4°C 的水 1 cm^3 的質量為 1 g ，故依照C.G.S.單位，密度和比重完全同數值。只是密度有(g/cm^3)單位，而比重則無單位。各種重要物質的比重如下表所示：

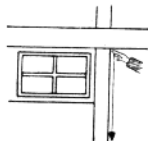


圖 1-3

比重表(未記溫度者表示 20°C 時)

金	19.3	鋁	2.69	水(4°C)	1.000
水銀(0°C)	13.395	砂	2.6	水(0°C)	0.917
銅	8.93	玻璃	2.5	杉	0.40
鐵	7.83	海冰	1.01~1.05	軟木	0.22~0.26

[例題] 1. 長50 cm，寬15 cm，厚4 cm的木片的質量為 1.5 Kg ，試求

4 職訓理化

木片的密度。

$$[\text{解}] \quad d = \frac{1500}{50 \times 15 \times 4} = 0.5 \text{ g/cm}^3$$

1.6 分子和分子現象

把物質分割至不能再分割而仍具有該物質的特性之最小微粒，稱為分子。構成物質的分子間有空隙，且有互相吸引的力，此力稱為分子力。但僅在一定距離以內分子才能作用。同種分子間的分子力，稱為內聚力，異種分子間的分子力，稱為附着力。將玻璃棒插入水中，由於附着力玻璃棒就會濕，但插入水銀中，因水銀的內聚力強，故不附著於玻璃棒。鉛筆心的石墨是把石墨粉加以強壓，使分子間的空隙減小以增加其內聚力而製成的。

[註]：物質有固體、液體和氣體三種。因固體分子間的空隙小，分子的運動被拘束，故分子力強，因而對變形的抵抗力強大。液體分子間的距離較固體大，分子的運動亦較自由，分子力亦不甚強，故可自由變形。氣體分子的運動最自由，且能碰撞器壁而給與壓力，分子力亦最弱，所以不加力也易擴散。

第二節 固體

2.1 固體

折斷鋼棒需要很大的力，這是因為鋼的內聚力極強的緣故。但一旦折斷的鋼棒，再接合其斷口，也不會像原來那樣能附著。若把斷口加熱使之熔解再接合，則可接成原狀。此即暗示，分子力作用的距離極小。通常固體分子排列的空隙很小，其內聚力較液體、氣體強，所以不易變其形狀或體積。若勉強使它改變，只顯示一些彈性。

[註]：不僅是固體、液體和氣體亦有彈性，但在此僅考慮固體的情形。

2.2 彈性

物體受力後其形狀或體積暫時會變化，（稱為應變）外力去後又恢復原狀。這種性質稱為彈性，具有彈性的物體，稱為彈性體。彈性體恢復原狀的力稱為彈力。

黏土、保險絲等受力即起變形，但外力去後也不能恢復原狀。此種性質稱為

塑性。彈性有一定限度，如果外力太強超出了彈性的限度，則當外力除去後，物體亦不能恢復原狀，即顯示了塑性，稱為彈性限度。由實驗得知，在彈性限度內，物體的應變和作用的力成正比。稱為虎克定律。彈簧秤、自動秤和各種彈簧等彈性體的利用極多。（見圖 1.4）



圖 1-4

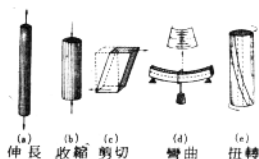


圖 1-5

(a) 彈性變形的種類：

依彈性而變形的有：(1)伸長 (2)收縮 (3)彎曲 (4)剪切 (5)扭轉。（見圖 1.5）

茲將主要材料的彈性強度，列表如下：

物 質	抗張強度 kg/cm ²	抗壓強度 kg/cm ²	抗剪強度 kg/cm ²
杉 木	400	300	52
檜 木	570	400	72
銅	6000	6000	2800
銅	2000	2500	1200
鋁	900	800	920
混 凝 土	20	300	28

由上表可知，作為建築材料，檜木較杉木為優。

(b) 對彎曲的彈性

相同的材料如將(1)和(2)的使用情形比較，即可知對於彎曲，(1)的情形較強。由實驗得知，木板的彎曲和厚度的立方成反比，故厚度為二倍時，其彎曲就減為八分之一。

棒桿彎曲時，上方收縮而下方伸長，故於上下方多用材料，則其彎曲就會減少。使用如圖 1.6 的各種形狀的材料，就是因為彎曲較小之故。

6 職訓理化

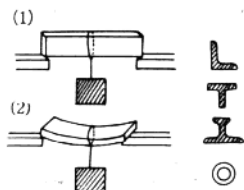


圖 1-6

喝汽水的吸管不易彎曲，但若把它壓扁就容易彎曲。

第三節 液體

3.1 自由表面

液體雖能保持一定的體積，但受外力則易改變其形狀。液體的分子力較固體弱，其分子間雖保持一定的距離，但容易變更其位置。所以若將液體盛於容器內，由於重力作用液體即起流動而接近地球中心，於是積存於底部，其表面即呈水平面。這就是自由表面。

3.2 巴斯噶原理

由實驗得知，容器內液體的一部分所受的壓力，可以傳達至液體的各部而其強度不變，且向各面垂直的方向作用。這個關係稱為巴斯噶原理。

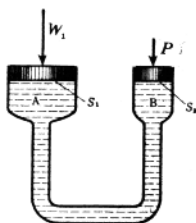
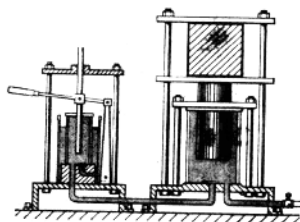


圖 1-7



水壓機

圖 1-8

如圖 1.7 將水盛入底部相通的二個圓筒內，若兩圓筒的活塞上（設其面積為

A, B) 所載的錘重 W 和 P 平衡時, 則:

$$\frac{W}{A} = \frac{P}{B} \quad \therefore W = \frac{A}{B} P$$

即面積 A 愈大就可用小力 P 得大力 W 。應用此理製成的水壓機, 如圖 1.8 可用以壓縮豆餅, 製造合板等。

3.3 液體的深度和壓力

液體有重量且很難壓縮, 所以下面的液體即被上面的液體壓住。如圖 1.9 在側面有幾個孔的圓筒內, 盛以水後, 則從小孔衝出的水勢, 以孔的位置最低者為最急。



圖 1-9

液體內部所受的壓力, 相當於在其上部的液體的重量。設液體的密度為 d (g/cm^3), 深度為 h (cm), 底部面積為 S (cm^2), 則液體的全壓力為 $S \cdot d \cdot hg$, 故單位面積的壓力強度為 $\frac{Sdh}{S} = dh$ (g/cm^2) 即 $d hg$ (達因/cm^2)。(此

時 g 為重力加速度, 參照第五章, 第二節, 2.4 條)

像這樣靜止的液體內的壓力強度, 和液體的密度, 深度成正比。因此液體內同一水平面上各點所受的壓力相等, 且對任何方向的壓力強度亦皆相等。

3.4 連通管

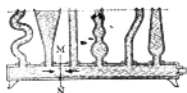


圖 1-10

若在圖 1.10 的連通管內注入水, 不論容器的形狀和液量如何, 各管內的水必達同一水平面才能靜止。若由連通管的切口 MN 面考慮, 即可了解這是因為兩側的壓力相等的緣故。水井、噴水池、自來水等都是應用連通管原理而裝置的。

將密度不同的二液體盛入 U 字管, 如圖 1.11 所示, 則液面高度即成如該圖所示。此時 A, B 的壓力強度相等, 若由此點至表面的高度為 h_1, h_2 , 其密度為 d_1, d_2 , 則有如下的關係:(見圖 8 頁)

$$h_1 d_1 = h_2 d_2 \quad \therefore h_1 : h_2 = d_2 : d_1$$

由此可知, 將兩種液體盛入 U 字管時, 由兩液體的接觸面至各液體表面的深度, 和兩液體的密度成反比。下面的例題就是利用此理, 使用 U 字管來測量液體的密度。

8 職訓理化

[例題] 2. 在U字管內盛入水和石油，由其接觸面至各液體表面的深度，水為10 cm，石油為12 cm。問石油的密度為若干？

[解] 由上式得

$$d_2 = \frac{h_1}{h_2} d_1 = \frac{10}{12} \times 1 \\ = 0.88 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

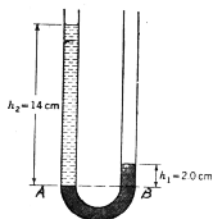


圖 1-11

3.5 阿基米得原理和比重的測定

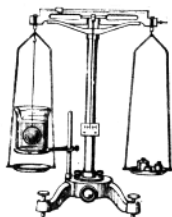


圖 1-12

如圖 1.12 將在空氣中重 W (比水重的東西) 的物體沉入水中稱之，得其重量為 W' ； $W - W'$ 為同體積的水重，故比重 d 可用 $d = \frac{W}{W - W'}$

計算出來。物體在液體中所減輕的重量，等於被其所排去的液體的重量，這個關係稱為阿基米得原理。

把物體放在液體中，有的會上浮，有的會下沉。浮力為和物體同體積的液體的重量，所以物體的比重大於液體的比重時，物即下沉，相反的

即上浮。液體的比重，可用比重瓶或比重計 (浮秤) 測定之。(見圖 1.13)

[例題] 3. 重 16 g 的木片附錘沉入水中稱得其重量為 6 g，其次將錘在水中稱之其重量為 30 g。求木片的比重。

[解] 在水中有 30 g 重的錘，同樣在水中成為 6 g，故減少 30 g - 6 g = 24 g 的重量。即為木片所受的浮力，亦即木片所排除的同體積水的重量。

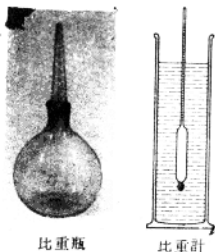


圖 1-13

$$\text{故木片的比重} = \frac{16}{24} = 0.67 \cdots \cdots \text{答}$$

3.6 表面張力

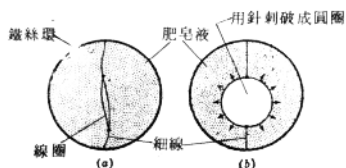


圖 1-14

表面張力為最大，水次之，石油、酒精等又次之。

葉上的露水或肥皂泡都成球形，昆蟲能浮游於水面，都是表面張力的作用。

3.7 毛細現象

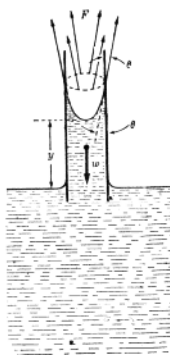


圖 1-15

如圖 1.15 將玻璃管插入水中，管內水面即漸次上昇，管愈細則上昇愈高。若插入水銀內，則管內的水銀面反而下降，管愈細則愈下降。

這種管內液面和管外液面高度不同的現象，稱為毛細現象。管和液體的附著力，大於液體的內聚力時，管內的液面高，且表面成為凹形。反之，則液面低，而表面成凸形。由實驗得知，毛細現象的液面的昇降，和管的內徑成反比。稱為朱林定律。

這種現象不僅在細管內，就是在物體內的狹窄間隙亦會發生。例如把二塊玻璃板靠近，插入水中也有此現象。海棉的吸水；吸墨紙的吸墨水，都屬於此原理。

3.8 擴散，滲透

杯中盛水，在水中滴入一滴墨水，不久水就變成墨水的顏色。又在室內放一朵百合花，全室即飄着花香。

像這樣，相接的二種液體或氣液混合的現象，稱為擴散。這是由於液體，氣體的分子活動比較活潑，分子互相混合之故。

液體（或氣體）透過如半透性的膀胱膜經擴散而混合，稱為滲透。

如圖 1.16，將玻璃漏斗用膀胱膜包住，其中盛滿硫酸銅溶液，然後浸入水中，使硫酸銅溶液表面和水面一致，不久硫酸銅液面逐漸上昇，昇至某點才停止。這是外面的水透過膀胱膜而滲透之故。這時水表面和溶液表面之差（ h ），稱為滲透壓。

植物的根吸收水分和養分，氫氣球漸漸會漏氣，都是滲透的作用。

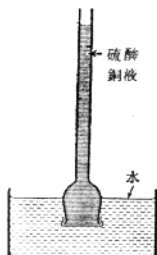


圖 1-16

第四節 氣體

4.1 氣體

無一定的形狀和體積，密封於容器內則擴散而能充滿容器的物質，稱為氣體。和靜止的液體同樣，對器壁垂直方向有壓力，並適用巴斯噶原理。

空氣 1 立方米的重量約為 1.3 kg ，氫 1 立方米約為 90 g 。因此氫氣球所受的浮力很大。

4.2 大氣的壓力

包圍地球的空氣層的厚度約為 80 km 。地面上的物體都受由空氣重量所生的壓力，稱為氣壓。

取一根長約 1 m ，一端封閉的玻璃管，注滿水銀，用指按緊管口，將管倒立於水銀槽內。放開手指，管內的水銀即行下降，降至約 0.76 m 的高度而停止。水銀柱的高度即表示氣壓。

水銀柱 0.76 m 高度的氣壓，稱為一氣壓。

又每 1 cm^3 上有 10^8 達因（ 1 達因為使 1 g 物體產生 $1 \text{ cm}/\text{秒}^2$ 加速度的力）