

單元一：實驗安全、測量

- 1-1-實驗安全
- 1-2-長度與質量的測量
- 1-3-物質的密度

單元二：物質的世界

- 2-1-認識物質與物質的變化
- 2-2-水溶液
- 2-3-空氣

單元三：波動與聲音

- 3-1-波的傳播與特性
- 3-2-聲波的傳遞
- 3-3-聲波的反射
- 3-4-多變的聲音

單元四：光

- 4-1-光的傳播
- 4-2-光的反射與面鏡
- 4-3-光的折射與透鏡
- 4-4-光學儀器
- 4-5-光與顏色

單元五：溫度與熱

- 5-1-溫度與溫度計
- 5-2-熱量
- 5-3-比熱
- 5-4-物質受熱後的狀態變化
- 5-5-熱的傳播方式

單元六：物質的奧秘

- 6-1-常見的物質
- 6-2-元素符號與週期表
- 6-3-原子結構與原子說
- 6-4-化合物與化學式

6-5 物質變化的粒子觀點

單元七：

107 學年度

本校 107 學年度各年級教科書使用狀況。

- 說明：本校 107 學年度各年級各領域教科書使用情形。

福科國中 107 學年度教科書選用版本

年級 科別	一年級	二年級	三年級
國文	康軒	翰林	康軒
英語	佳音(翰林)	康軒	康軒
數學	翰林	南一	康軒
自然與生活科技	康軒	康軒	康軒
社會	康軒	翰林	翰林
綜合活動	康軒	翰林	康軒
藝術與人文	康軒	康軒	康軒
健康與體育	康軒	康軒	康軒

**註：原則上二、三年級均沿用原來各科版本。

1070702 整理更新

CH01 基本量測

Wen的筆記

單元一：實驗安全、測量

1-1-實驗安全

1-2-長度與質量的測量

1-3-物質的密度

1-1 長度與體積的測量

「單位」

單位 (Units) : SI 單位

物理量	單位	單位符號
時間 (time)	秒 (second)	s
長度 (length)	公尺 (meter)	m
質量 (mass)	公斤 (kilogram)	kg

國際單位制 (SI 單位制) : 1960 年第 11 屆國際度量衡會議制訂了一套國際單位系統，簡稱 **SI 單位制**。至今，SI 單位共有 7 個。(有個概念即可~)

物理量	單位	單位符號
時間 (time)	秒 (second)	s
長度 (length)	公尺 (meter)	m
質量 (mass)	公斤 (kilogram)	kg
電流 (current)	安培 (Ampere)	A
溫度 (temperature)	克氏溫度 (Kelvin)	K
光度 (light)	燭光 (candela)	cd
物質量 (amount of substance)	莫耳 (mole)	mol

長度 length

長度		代號
公里 (kilometer)	10^3 m	km
公引 (hectometer)		hm
公丈 (decameter)		dam
公尺 (meter)	1m	m
公寸 (decimeter)		dm
公分 (centimeter)	10^{-2} m	cm
公釐 (millimeter)	10^{-3} m	mm
(micrometer)	10^{-6} m	$\mu \text{ m}$

長度		代號
奈米 (nanometer)	10^{-9} m	nm
埃 (angstrom)	10^{-10} m	Å

補充：單位次幕與符號（看看就好...有個概念即可）

次幕	字首	符號	次幕	字首	符號
10^{-18}	atto	a	10^1	deka	da
10^{-15}	femto	f	10^2	hecto	h
10^{-12}	pico	p	10^3	kilo	k
10^{-9}	nano	n	10^6	mega	M
10^{-6}	micro	μ	10^9	giga	G
10^{-3}	milli	m	10^{12}	tera	T
10^{-2}	centi	c	10^{15}	peta	P
10^{-1}	deci	d	10^{18}	exa	E

完整測量結果 = 數值 + 單位

測量值 = 準確值 + 估計值 + 單位

數值 = 準確值 + 估計值

準確值：測量儀器的最小單位

估計值：不足最小單位的部分

最小單位的下一位數

只會有一位數

適度反應出測量的精確度

測量時會有「誤差」，所以要取平均值。

$$\text{平均值} = \frac{\text{每次測量結果的總和}}{\text{測量次數}}$$

舉例：測量 5 次，每次測量結果分別是 1、2、2、3、3

$$\text{所以平均值為} \frac{1+2+2+3+3}{5} = 2.2$$

面積 area

規則物體：長、寬、高、半徑、...

長方形：長*寬

不規則物體：排水法...物體完全沈入水中
 不適合用可溶化於水中的物體，例如：鹽、糖、...

體積 volume

體積	容積
立方公尺 m^3	千升 kL
立方公寸 dm^3	公升 L
立方公分 cm^3	毫升 mL

$$1m^3 = 10^3 L$$

$$1cm^3 = 1mL = 1c.c.$$

$$1L = 10^3 mL$$

體積與容積單位可以互換

1-2 質量與密度

1889 年以前，定義為 4^0C 時，一公升的水的質量，稱為 1 公斤。
 1889 年國際度量衡會議中採用鉑銱合金製成的圓柱，作為公斤的標準。
 目前新竹工業技術研究院的量測發展中心有一複製品。

單位原子質量 (Unified atomic mass unit, u)

定義：碳-12 的原子質量定義為 $12u$ ，因此可推得 $1u = 1.66053886 \times 10^{-27} kg$

質子質量 ~ 1836 電子質量
 (原子質量 >> 電子質量)

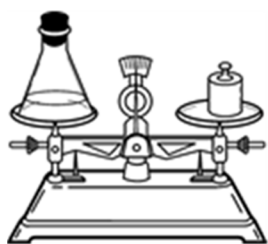
$$\text{電子靜止質量 } m_e = 9.11 \times 10^{-31} kg$$

$$\text{質子靜止質量 } m_p = 1.6726 \times 10^{-27} kg$$

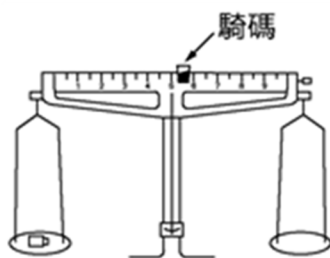
質量 mass, SI 單位

質量單位		代號
公噸 (Ton)	$10^3 kg$	t
公擔 (Quintal)		q
公衡 (Myriagram)		Mag
公斤 (kilogram)	1kg	Kg
公兩 (Hectogram)		Hg
公錢 (Decagram)		Dag
公克 (gram)	$10^{-3} kg$	g
公銖 (Decigram)		dg
公毫 (Centigram)		cg
公絲 (Milligram)		mg

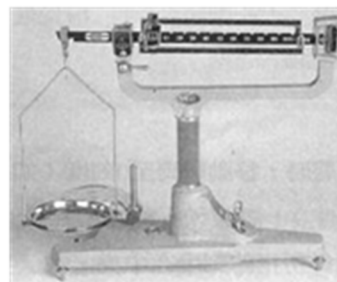
質量的測量工具：



(A)



(B)



(C)

(A) 上皿天平

(B) 有騎碼，等臂天平

(C) 三梁天平

天平使用方法：

1-歸零校正

2-左 = 右

待測物的質量 = 砝碼的總質量 + 騎碼的總質量

騎碼：騎碼是內建於天平上的移撥式砝碼，架在橫梁上可移動刻度。

使用天平注意事項：

1-「物左；碼右」：待測物放在左邊，砝碼放在右邊。

2-砝碼盒內有多種小砝碼，內有砝碼夾，禁止用手直接碰觸拿取（怕生鏽）。

3-秤量粉末狀化學藥品時，應使用秤量紙，且秤量紙應一併歸零。

重量 weight：在地球上，質量=重量，1kg（1 公斤）=1kgw（1 公斤重）

公斤重-習慣上口語所說的體重幾公斤，指的是公斤重

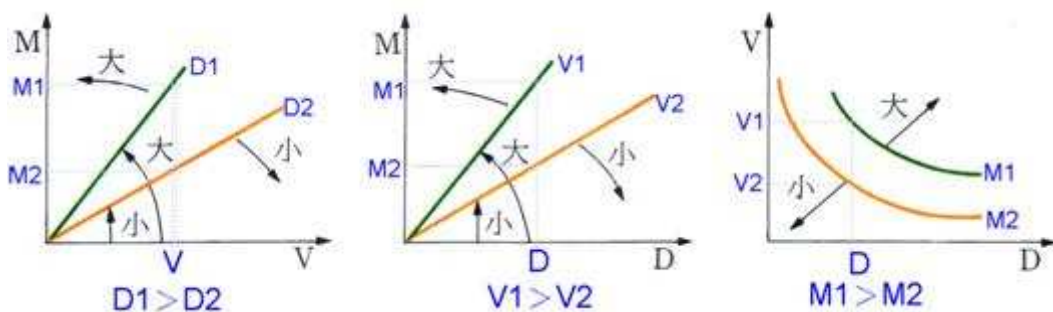
質量不因地點改變，重量會因地點改變

物體在地球上質量為 6 公斤，重量為 6 公斤重，

移到在月球上質量為 6 公斤，重量為 1 公斤重。（月球重力為地球的 1/6）

密度 density

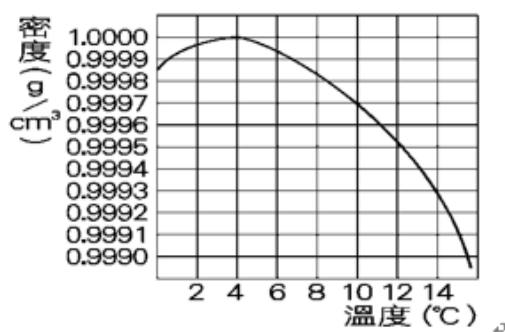
單位體積的質量，密度 $D = \frac{\text{質量 } M}{\text{體積 } V}$ （密度單位：g/cm³ 或 kg/m³）



密度小的會浮起來，密度大的會沈下去

冰的密度比水小（所以冰塊會浮）

4°C 時的水密度為 1g/cm^3 。（水的密度會因溫度而改變。）



比重： $\frac{D_{\text{物體}}}{D_{\text{水}}}$ ，物體密度 / 水密度（比重沒有單位，只有數值）

（一般 $D_{\text{水}} = 1\text{g/cm}^3$ ）

常溫常壓下（25C，1atm）

物質	單位：g/cm ³	備註
氫氣	0.00009	
空氣	0.0012	
二氧化碳	0.00198	
冰	0.92	比水小
水	1	
鋁 Al	2.7	
地殼	2.8	
鋅 Zn	7.14	
鐵 Fe	7.87	
銅 Cu	8.96	
銀 Ag	10.49	
水銀（汞）Hg	13.53	
金 Au	19.30	

CH02 物質的世界

Wen的筆記

單元二：物質的世界

2-1-認識物質與物質的變化

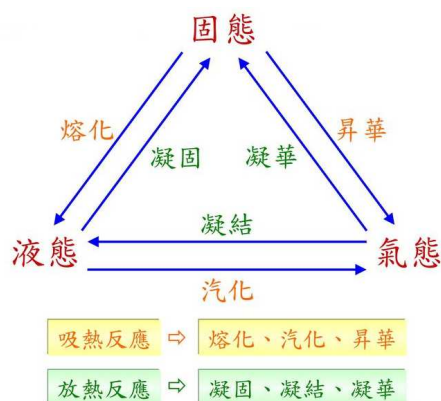
2-2-水溶液

2-3-空氣

2-1 物質

三相態-固體 Solid、液體 liquid、氣體 gas

	固體	液體	氣體
體積	固定	固定	不固定
形狀	固定	隨容器而變	隨容器而變
可壓縮	不可	不可	可



補充 1：火是「電漿」態

既不是固體，也不是液體、氣體，另成一狀態，稱為電漿。

補充 2：液晶是介於液體與固體之間的狀態。

物理變化

本質不變

冰變水

糖溶於水

化學變化

本質改變，形成新物質

鐵生鏽，紙張燃燒、鮮奶變酸壞掉

物理性質

顏色、熔點、沸點、密度、硬度、反射、折射...

化學性質

需用化學方式才能量測各項性質

可燃性、活性、腐蝕性...

純物質-只有一種物質

有固定的 沸點、熔點、密度、比熱

混合物-2 種或 2 種以上的純物質混合而成

沒有固定溶點沸點

2-2 水溶液

溶液 = 溶劑 + 溶質

量多 - 溶劑

量少 - 溶質

以水當溶劑的液體，稱為水溶液...食鹽水

以其他液體當溶劑的液體，稱為非水溶液...碘酒（以酒精為溶劑）

濃度：溶液中，溶質的比例

$$\text{重量百分濃度}(\%) = \frac{\text{溶質質量}}{\text{溶液質量}} \times 100\% = \frac{\text{溶質質量}}{\text{溶質質量} + \text{溶劑質量}} \times 100\%$$

$$\text{體積百分濃度}(\%) = \frac{\text{溶質體積}}{\text{溶液體積}} \times 100\%$$

一般講的濃度指的是重量百分濃度

在地球上，質量百分濃度 = 重量百分濃度

擴散現象...濃度高，擴散到濃度低

飽和溶液

定溫、定壓下，定量的溶劑可以溶解的溶質有一定的量，溶質超過此一定量時，溶質不再溶化，而是沈澱，該溶液稱為飽和溶液。

把糖加到水裡，攪拌，糖會溶解到水中。

把超過溶解量的糖加到水裡，糖會沈澱，不再溶解，此時稱為飽和溶液。

溶解度：定溫、定壓下，定量的溶劑可以溶解的溶質的最大量。

飽和溶液的濃度可以以溶解度表示。

如：20°C 100g 的水最多可溶 37g 的食鹽 (NaCl)，溶解度為 37g/100g 水。

未飽和溶液

影響溶解度的因素

1-溫度

2-壓力

對固體而言，溫度是影響溶解度的主因

對氣體而言，溫度、壓力是影響溶解度的主因

2-3 空氣的組成

空氣的成分不是固定的，隨著高度的改變、氣壓的改變，空氣的組成比例也會改變。



氮氣 (N₂)

一般會說氮氣佔空氣的 4/5，但實際約 78%。

液態氮，-196C

氧氣 (O₂)

一般會說氧氣佔空氣的 1/5，但實際約 21%。

用排水集氣法收集

難溶於水

助燃性

氬氣 (Ar)

乾燥空氣中含量第三多的氣體，約 1%。

其他：約佔 0.1%。

惰性氣體

氦 (He) 密度小，氣球
 氖 (Ne) 霓虹燈 (neon sign)
 氬 (Ar)
 氪 (Kr)
 氙 (Xe)
 氡 (Rn)

二氧化碳 (CO_2) 密度比空氣大
 排水集氣法、向上集氣法
 光和作用

臭氧 (O_3) 大氣層

甲烷 (CH_4)

氫氣 (H_2)

一氧化二氮 (N_2O)

一氧化碳 (CO)

水蒸氣.....

排水集氣法：難溶於水的

向上集氣法：密度比空氣重

向下集氣法：密度比空氣輕



化學式中，會以符號表示其狀態。

固體 solid (s)：固態的冰 $H_2O_{(s)}$

液體 liquid (l)：水 $H_2O_{(l)}$

氣體 gas (g)：水蒸氣 $H_2O_{(g)}$

水溶液 aqueous (aq)：鹽酸 $HCl_{(aq)}$

CH03 波

Wen的筆記

單元三：波動與聲音

3-1-波的傳播與特性

3-2-聲波的傳遞

3-3-聲波的反射

3-4-多變的聲音

3-1 波動

物質受外力擾動時，在原位置做上下（或左右）的運動

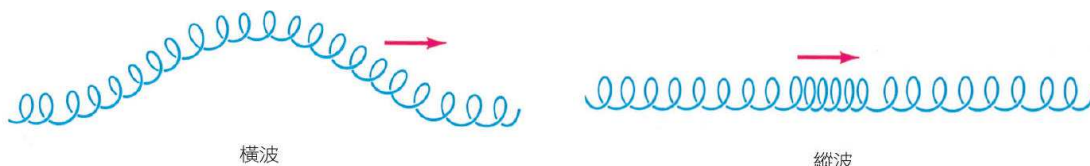
只傳送能量、不傳送物質

力學波（機械波）：藉由介質（水、空氣、固體）傳遞的波。

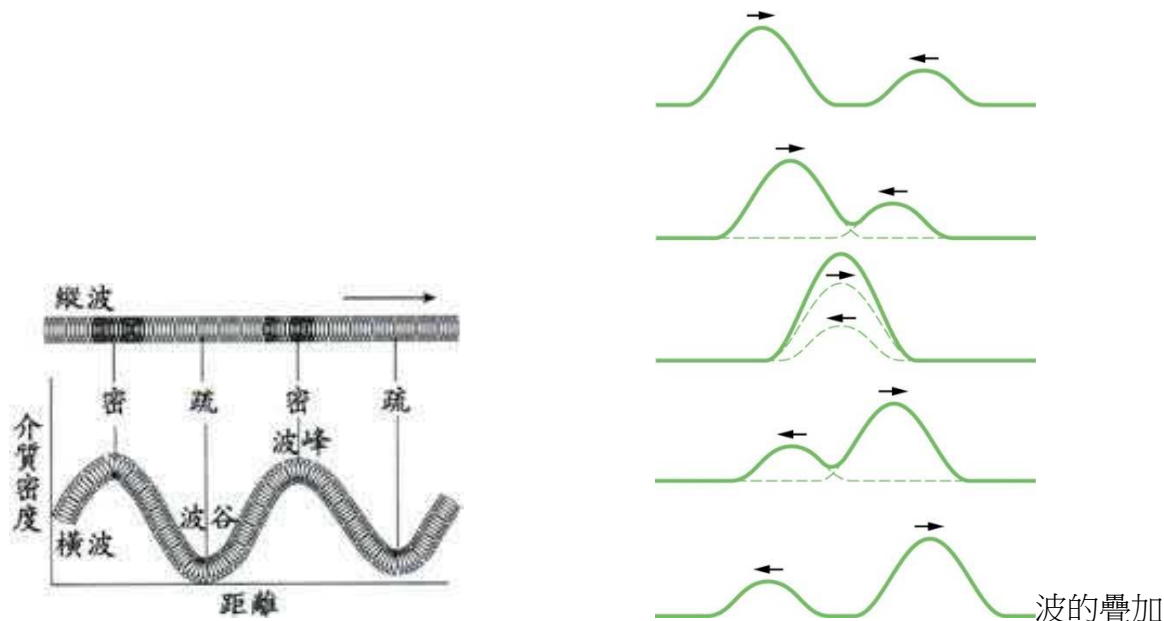
非力學波：光波、電磁波

橫波（高低波）與 縱波（疏密波）

橫波：介質中質點振動方向與波傳播方向垂直。又稱高低波。



縱波：介質中質點振動方向與波傳播方向平行。又稱疏密波。



3-2 波的特性

波源 (source) (振源) - 產生波的位置

波峰、波谷 (peak) - 偏離平衡位置最高的點稱為波峰，最低的點稱為波谷。

波長 (wavelength) - 一個完整週期波的長度

相鄰兩波峰的距離

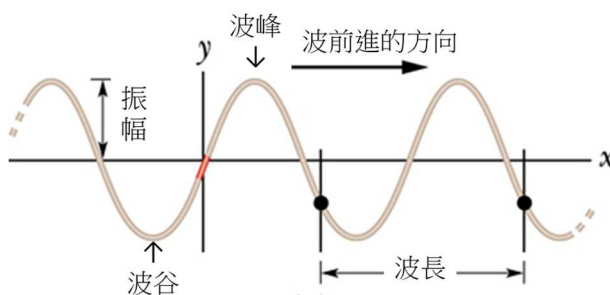
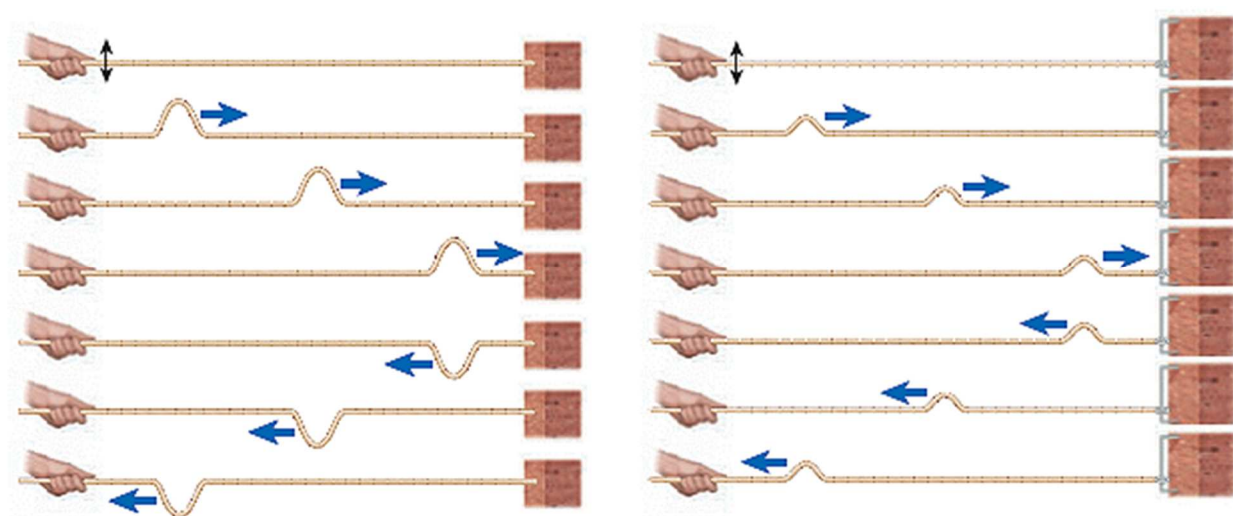
相鄰兩波谷的距離

相鄰兩對應位置的距離

振幅 (amplitude) - 平衡位置到波峰 (或波谷) 的距離

週期 (period) - 一個完整週期波的時間

頻率 (frequency) - 每秒振動的次數，單位 1/s、Hz (赫茲)



波速：波在不同介質中，波速會不一樣

在 Δt 時間內移動了 Δx ，波速 (wave speed) $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

波速 = 頻率 * 波長

波的反射

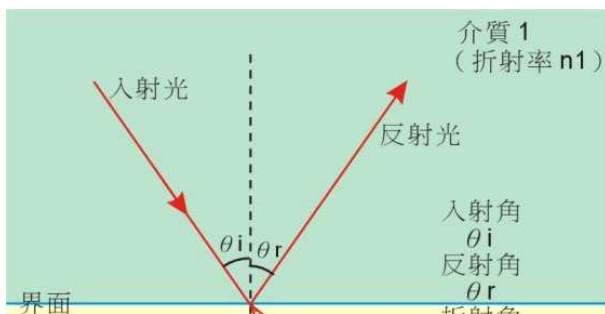
法線 (下圖垂直虛線) 垂直界面的假想線，Normal (一般會用符號 N 表示)

界面：不同介質的交界面

入射線：入射波前進的方向

反射線：反射波前進的方向

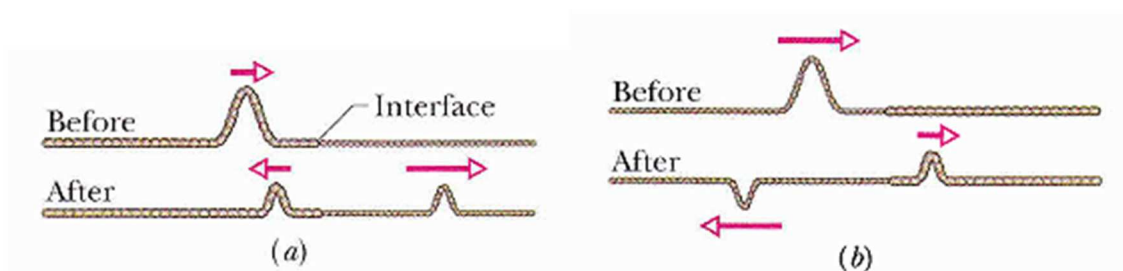
入射角：法線 與 入射線的夾角
 反射角：法線 與 反射線的夾角
 入射角 = 反射角（反射定律）



波的折射

波的前進方向發生改變

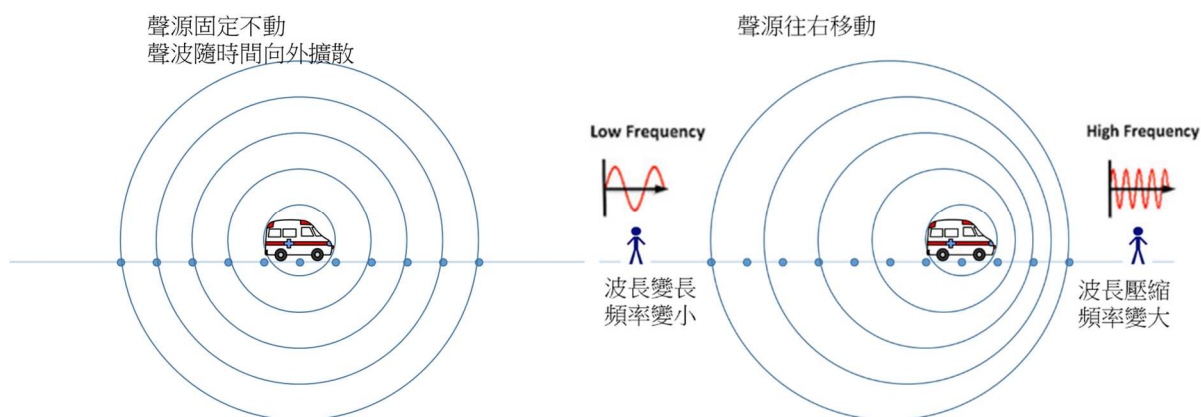
重繩（密介質）、輕繩（疏介質）的反射與折射



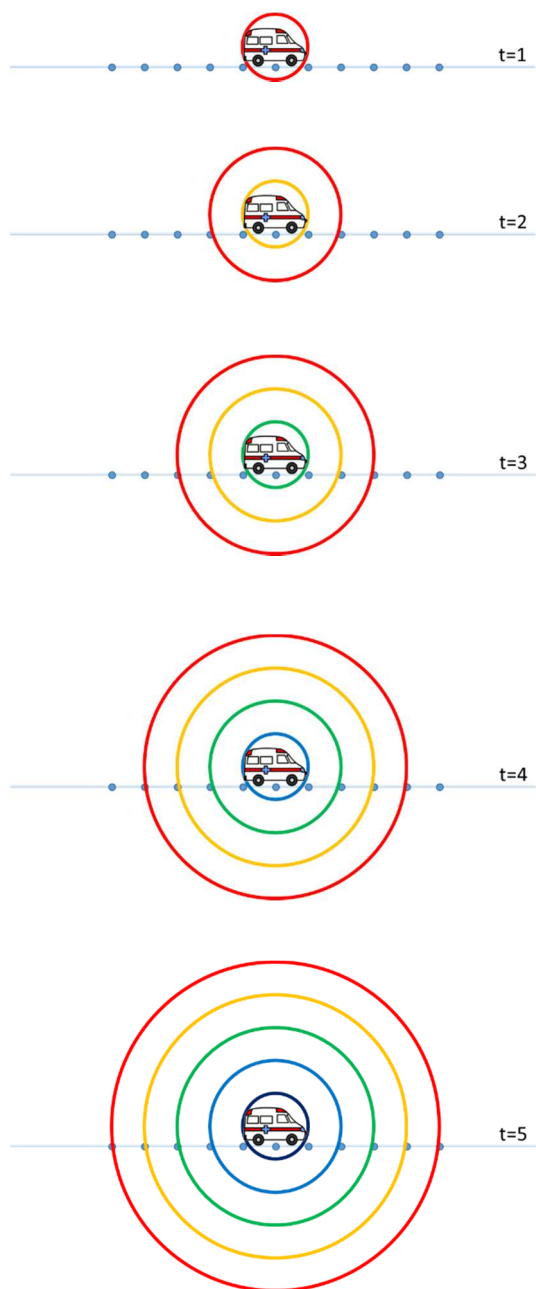
都卜勒效應（Doppler effect）

救護車、消防車

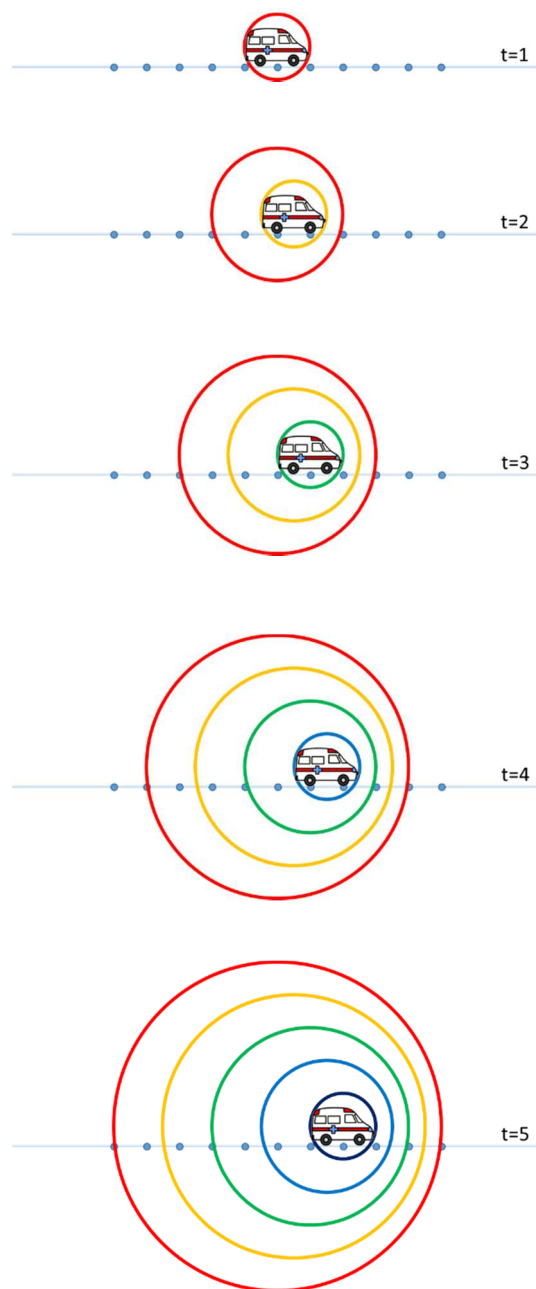
接近頻率越大（聲音越尖銳），遠離頻率越小



聲源固定不動



聲源等速向右移動



3-3 聲波

振動產生聲音

聲波是縱波（疏密波）

聲音要靠介質（空氣、固體、...）才能傳遞

人耳聽到的頻率 20Hz~2 萬 Hz

每個人略有差異，年紀也會有差

聲速，聲音傳遞的速率

因介質不同，聲速也會不同，但頻率不會變

聲速（在室溫 20°C）			
介質	聲速（m/s）	介質	聲速（m/s）
純水	1490	松木	3320
海水	1520	銅	3810
玻璃	5500	鋼	5200
空氣	343	鉛	1190

聲速 $v = 331 + 0.6T$ （單位：m/s）（T：攝氏溫度）

聲音從介質 1 傳到介質 2，頻率不變，波速改變

20 度 C，無風、乾燥空氣，聲速為 $331 + 0.6 \times 20 = 343$ m/s

一般聲速約在 340m/s

光速 3×10^8 m/s = 300,000,000 m/s

打雷時會先看到閃電，之後才聽到雷聲。

3-4 聲波反射 超音波

回聲

何謂回聲

聲波遇到障礙物被反射回來的聲音，叫做回聲。

在山裡大喊，會有回聲。

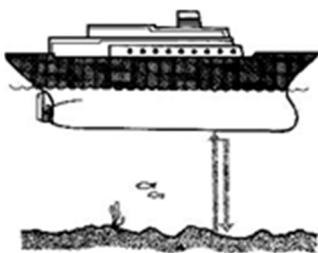
如何消除回聲

音樂教室、歌劇院 - 牆面加裝布幔、多孔吸音板、牆壁凹凸不平、不對稱的牆面、天花板傾斜

應用

醫生聽診器

聲納（Sonar）-聲音的導航與測距（Sound Navigation and Ranging）



人耳聽到的頻率 20Hz~2 萬 Hz

跟年紀有關，年紀越大，越聽不到高頻聲音
 年輕人可以聽到 1.8 萬 Hz~2 萬 Hz

頻率超過 2 萬 Hz 的波動稱為超音波（超聲波）

頻率低過 20Hz 的波動稱為聲下波（次聲波）

3-5 聲音的特色

樂音：規則振動引起的聲音

響度 – 響亮的程度，振幅
 音調 – 頻率
 音色 – 聲音的波形

噪音：令人不舒服的，都是噪音

音調與頻率

樂曲有不同音階
 不同音階，頻率不一樣

音名	中央 C	D	E	F	G	A	B	高音 C
唱名	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
頻率	262	294	330	349	392	440	494	524

男生聲帶 85-155 Hz 之間

女生聲帶 165-255 Hz 之間

響度與振幅

響度-聲音響亮的程度，單位：分貝（dB）
 振幅越大，響度越大
 振幅越大，聲音的能量越強

人耳所能聽到的最小聲音...0 分貝

每增加 10 分貝，聲音強度就增為 10 倍

共振（resonance）

共振、共鳴
 相同頻率、產生共振

所謂共振就是一個物體受到強迫振動（forced vibrations）的頻率和其自然頻率（natural frequency）相等時，所產生的現象。

一音叉放在桌面，敲擊音叉，桌面也會跟著產生振動。稱桌面受到強迫振動。

敲擊不同物體（水桶、玻璃、音叉...），該物體會以本身的頻率來振動，而產生獨特的聲音，稱該頻率為自然頻率（固有頻率）。

自然頻率是指物體可產生強迫振動的頻率所需要的最低能量，同時持續的以這個最低能量來維持此振動頻率。

自然頻率（natural frequency）是指一個系統在沒有外力或是阻尼的情形下，會傾向於振盪的頻率。

彈性體在不受外力下的振盪稱為自然振盪，其對應的頻率即為自然頻率。自然振盪和有外力下的振盪不同，若是線性系統，有外力的振盪其頻率會是外力的頻率。若外力頻率恰好等於自然頻率，其振盪的振幅會越來越大，這個稱為共振。

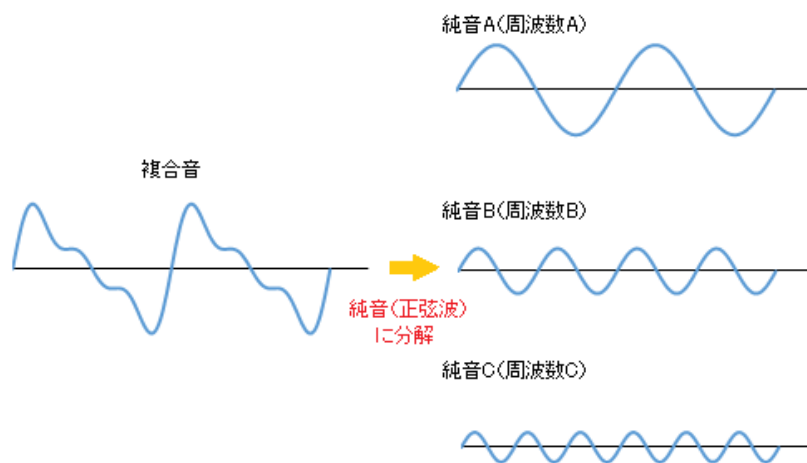
音色與波形

發音特色-音色 或 音品

不同聲音有不同波形

單音：單一頻率的聲音

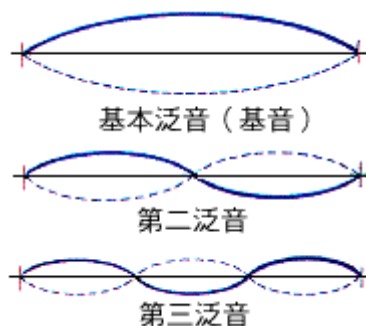
複合音：不同樂器有不同音色，主要是因為樂器的聲音是有好多不同頻率的聲音組合而成的複合音。



基音：基本頻率（或簡稱基頻、fundamental frequency），當發聲體由于振動而發出聲音

時，聲音一般可以分解為許多單純的正弦波，也就是說所有的自然聲音基本都是由許多頻率不同的正弦波組成的，其中頻率最低的正弦波即為基音，而其他頻率較高的正弦波則為泛音。

泛音：除了基音以外的任何一音。



小小兵老師名言錄：沒有學會 處理 what 和 how 以前，大概是很難學得會 why。

CH04 光

Wen的筆記

單元四：光

4-1-光的傳播

4-2-光的反射與面鏡

4-3-光的折射與透鏡

4-4-光學儀器

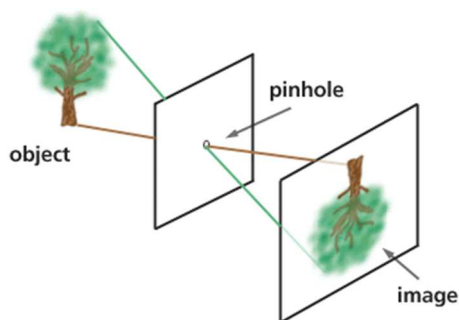
4-5-光與顏色

4-1 光的傳播、光速

光直線傳播

光有可逆性：怎麼去的就怎麼回來~

針孔成像



光的傳播不需要介質（非力學波）

（聲音需要透過介質才能傳播）

光速： $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

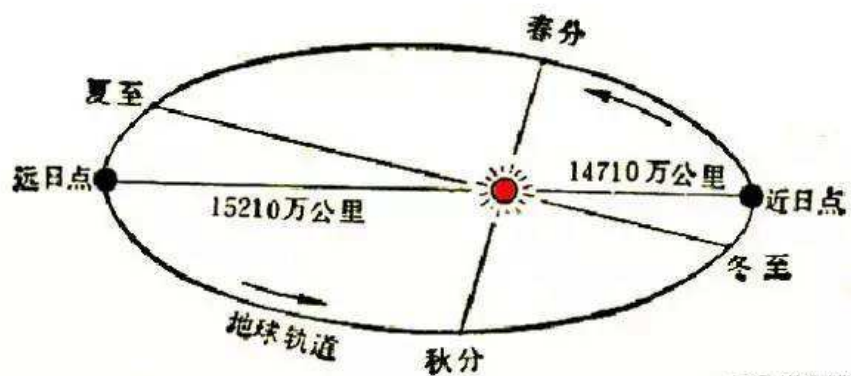
光傳播速率：真空 > 氣體 > 液體 > 固體

光年：光走一年的距離

$$3 \times 10^8 \text{ m/s} * \left(\frac{365 \text{ d}}{\text{y}} * \frac{12 \text{ h}}{\text{d}} * \frac{60 \text{ m}}{\text{h}} * \frac{60 \text{ s}}{\text{m}} \right) = 9.46 \times 10^{12} \text{ km/y}$$

一天文單位（1AU）：地球到太陽的平均距離

$$1 \text{ AU} = 1.5 \times 10^8 \text{ km}$$

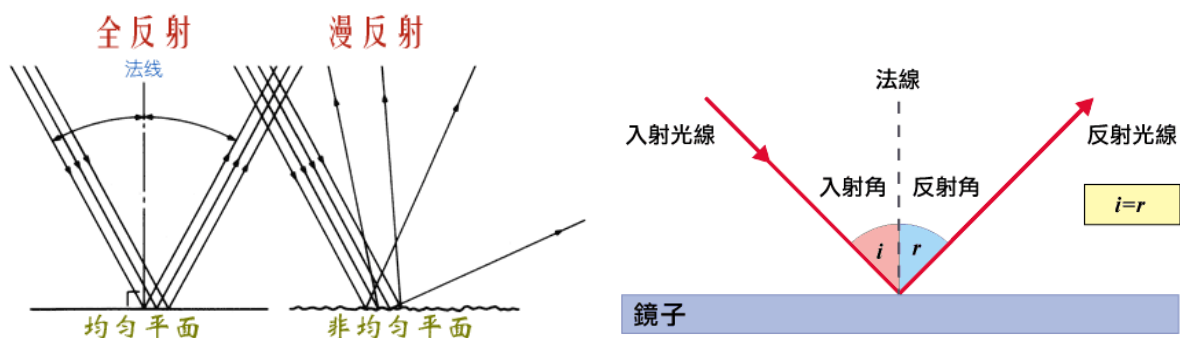


头条号 / 地理那些事

4-2 光的反射與面鏡

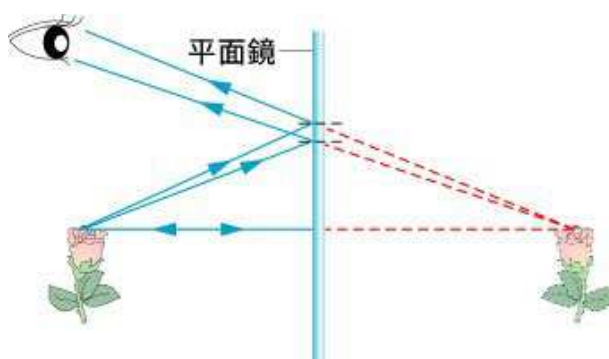
反射

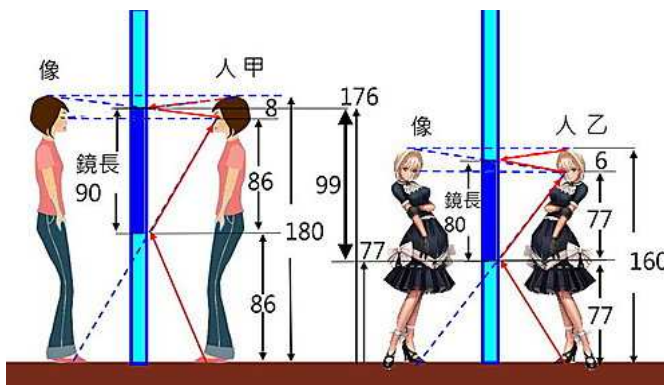
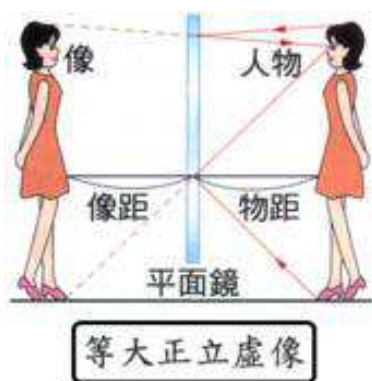
漫射



反射定律：入射角 = 反射角

平面鏡成像





實像-實際光線交會而成的成像
 虛像-

曲面鏡成像

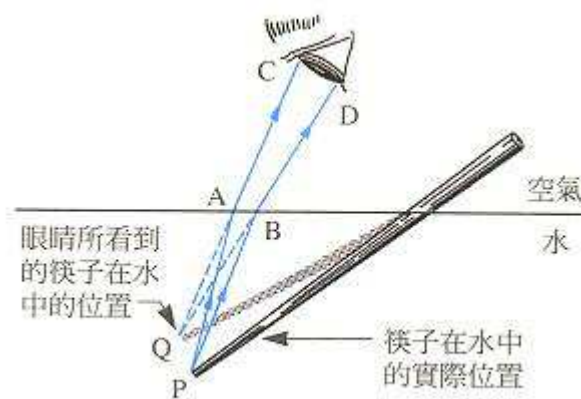
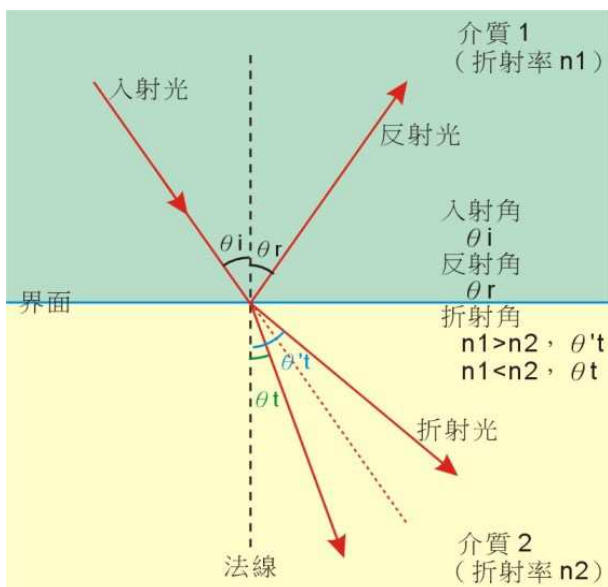
凹面鏡

凸面鏡

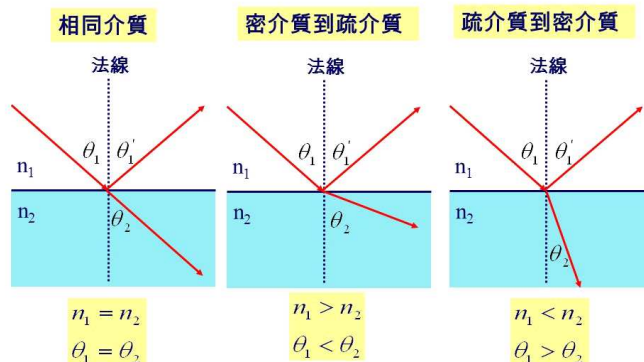
主軸-通過面鏡中心，且與面鏡垂直的直線

焦點

4-3 光的折射與透鏡

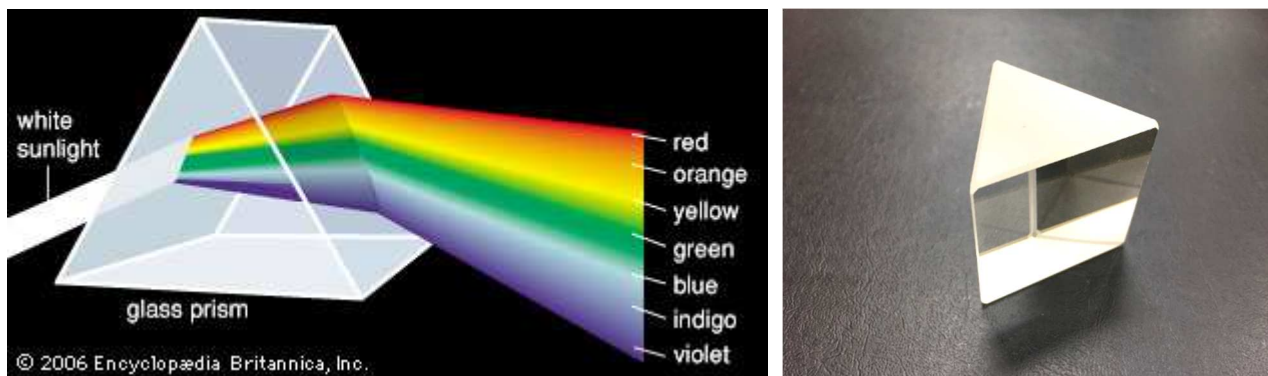


光的折射方向與介質疏密

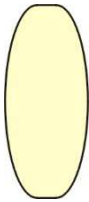

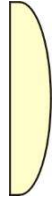





光的可逆性

三稜鏡



透鏡

凸透鏡 (convex)	凹透鏡 (concave)
中間比邊緣厚 會聚透鏡	中間比邊緣薄 發散透鏡
雙凸 (Bi-convex)	雙凹 (Bi-concave)
 $R_1 > 0$ $R_2 < 0$	 $R_1 < 0$ $R_2 > 0$
平凸 (Planar convex)	平凹 (Planar concave)
 $R_1 = \infty$ $R_2 < 0$	 $R_1 = \infty$ $R_2 > 0$

凹凸 (Meniscus convex)	凸凹 (Meniscus concave)
	
$R_1 > 0$ $R_2 > 0$	$R_1 > 0$ $R_2 > 0$

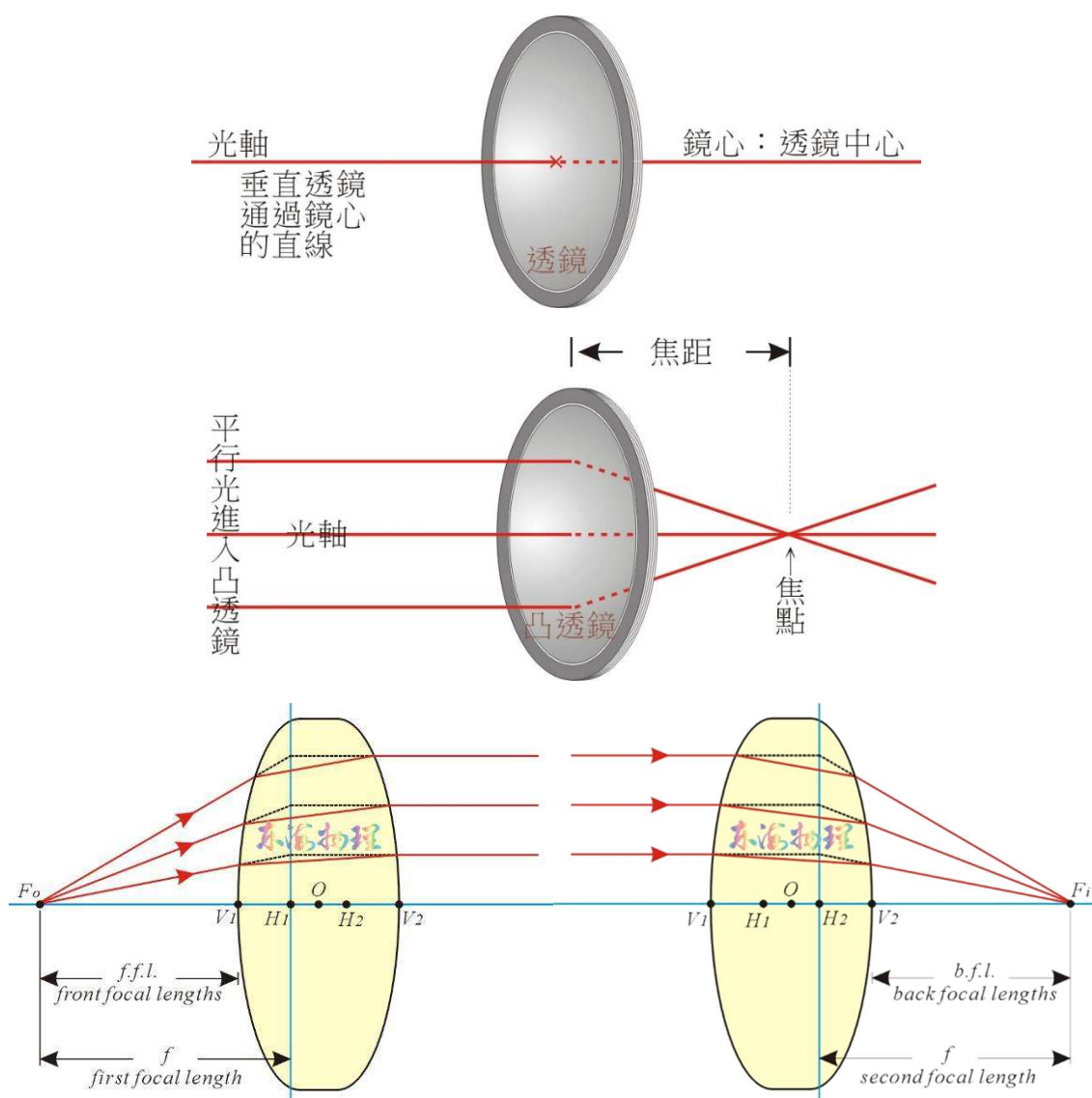
表中，透鏡左面曲率半徑為 R_1 ，右面曲率半徑為 R_2 。

一般畫圖習慣，光由左邊進入系統。

鏡心

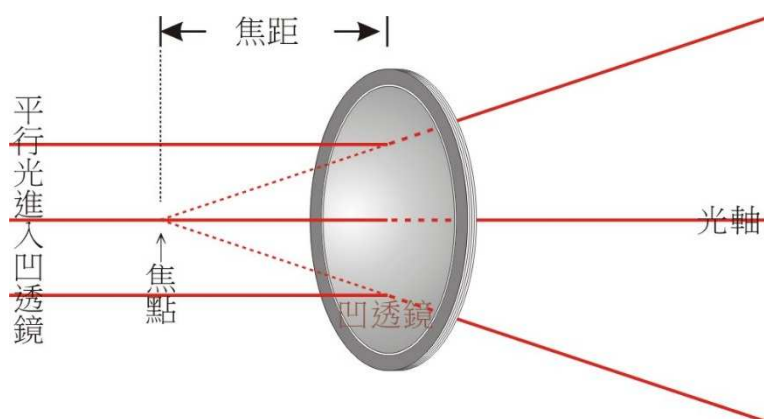
主軸 (光軸)：光學系統中，一條假想的線，入射光線若和光軸重合，光將沿光軸傳遞。

焦點



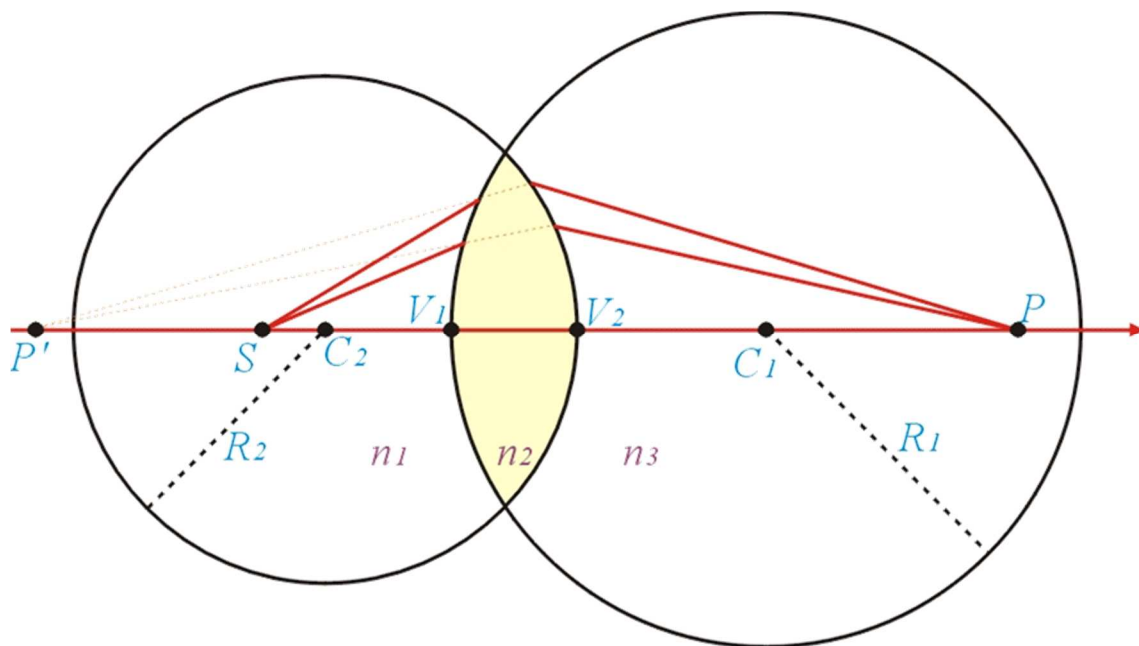


▲2瓶滿水的寶特瓶，就造成不可挽回的17萬損失。(圖/翻攝爆廢公社) ※ 凸透鏡的實例



一般市面上買到的凸透鏡為球面鏡

球面鏡的意思就是...凸透鏡的兩個面都是球面的一部份（球的半徑，就是曲率半徑）
提醒：曲率半徑有嚴格定義，這邊只是給個概念。



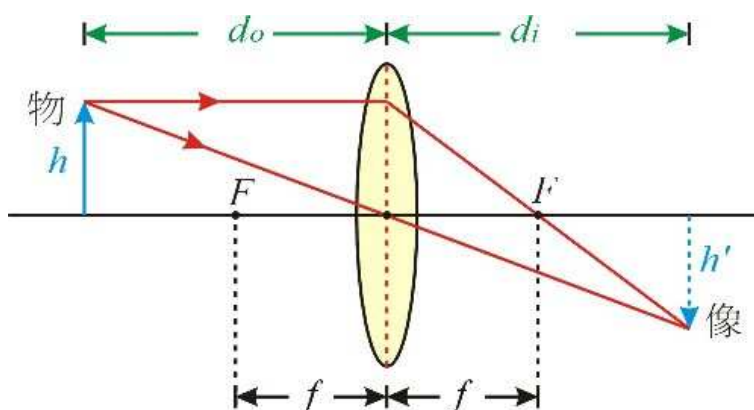
上圖是左右兩個不同曲率半徑組成的凸透鏡

透鏡成像

實像-實際光線交會而成的成像

虛像-

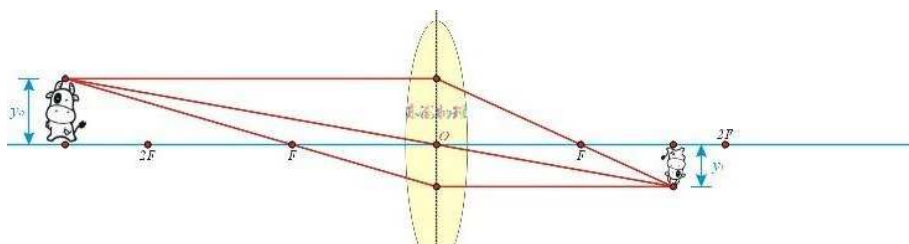
透鏡成像做圖方法



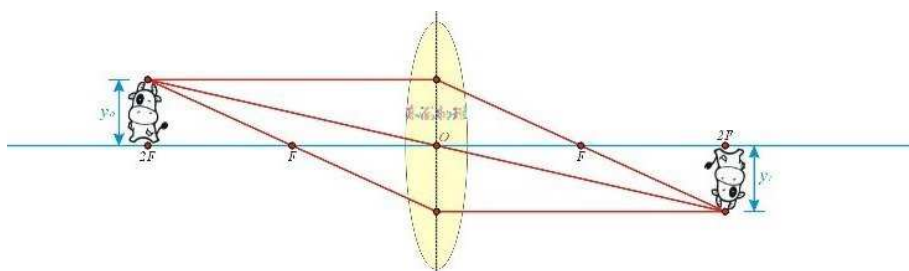
- 1-通常會畫三條線，來決定透鏡成像的位置、大小和虛實。
- 2-沿著光軸的水平線進入透鏡，出來的光線會通過焦點。
- 3-通過鏡心的線，會直接穿透。
- 4-經過焦點的光線，通過透鏡後，會平行光軸前進。

(其實，兩條線就可以確定像的位置、大小)

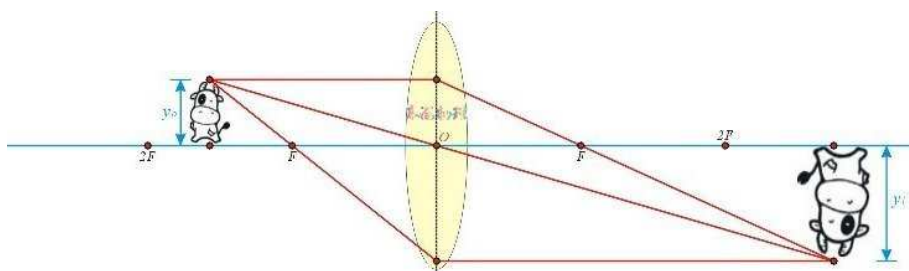
凸透鏡的成像：



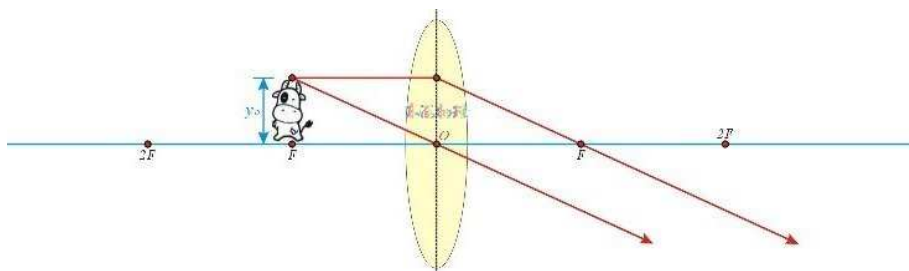
物在兩倍焦距外



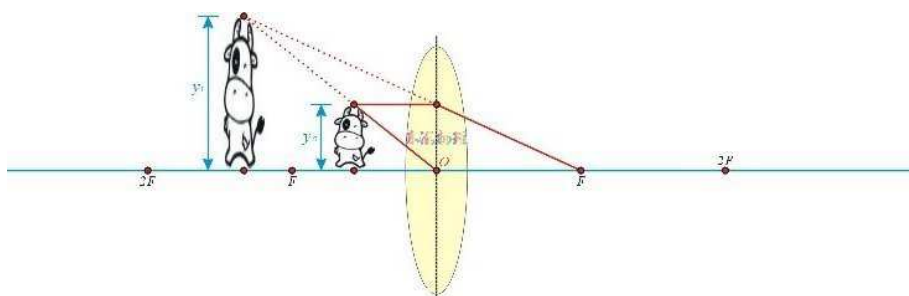
物在兩倍焦距上



物在焦距與兩倍焦距之間



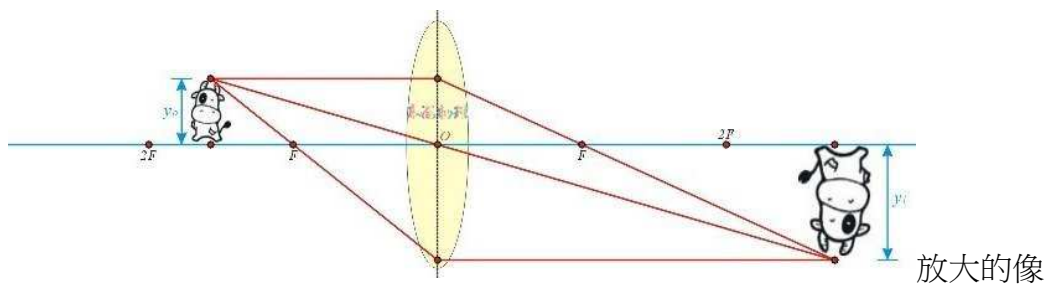
物在焦點上



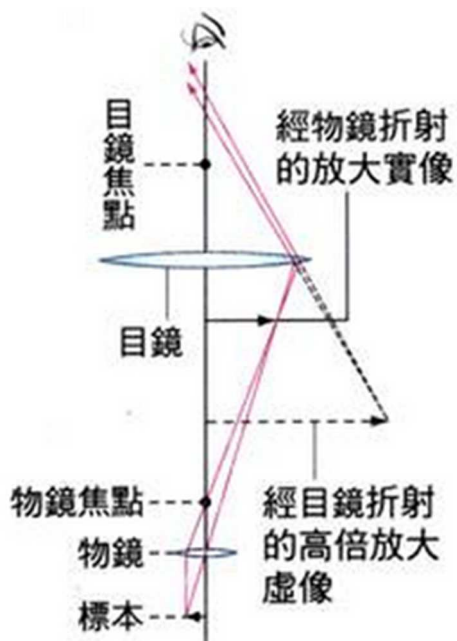
物在焦距內，虛像

4-4 光學儀器

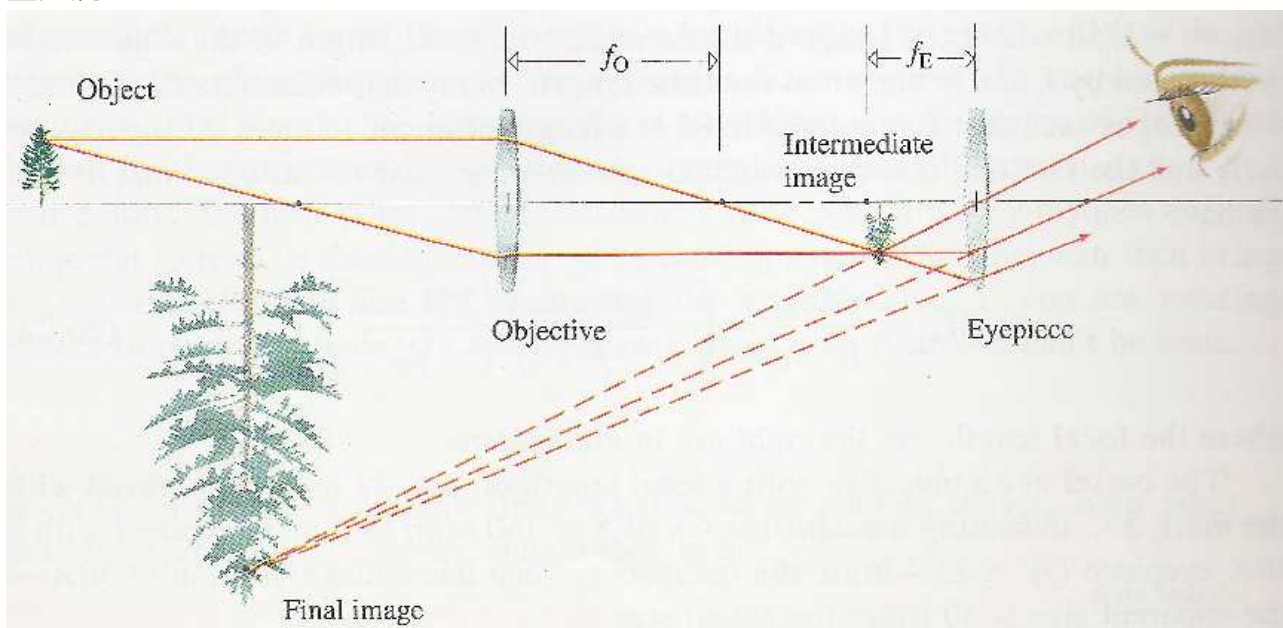
放大鏡



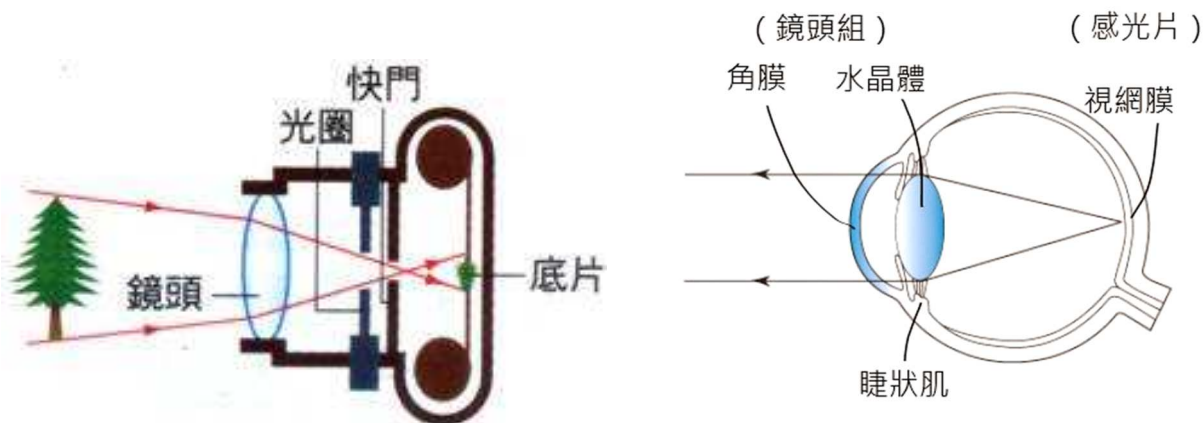
顯微鏡



望遠鏡

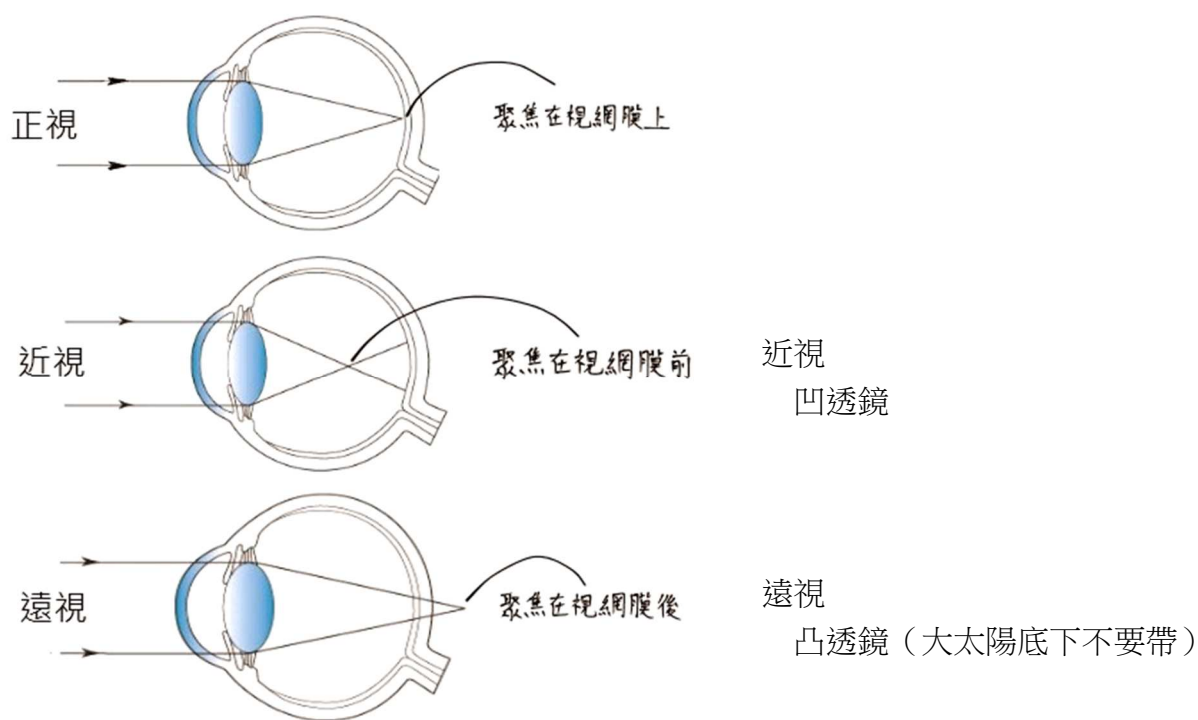


相機



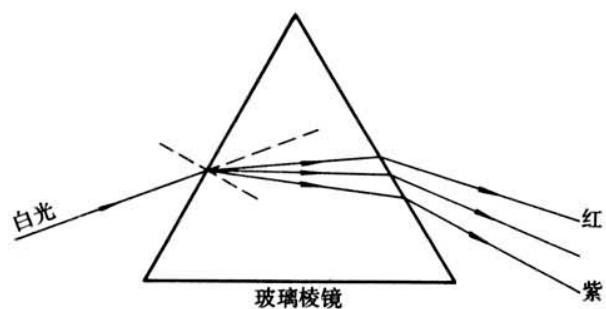
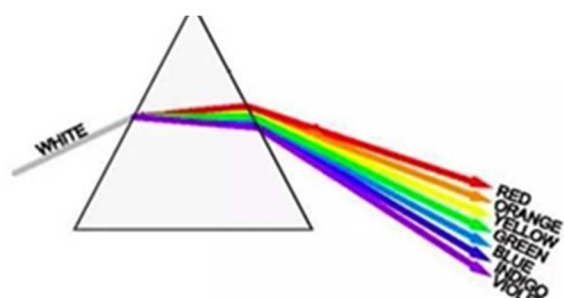
眼睛

近視、遠視、眼鏡



4-5 色光與顏色

色散-太陽光通過三稜鏡後會分成不同顏色的光，稱為色散



分出來的光...可見光（人眼可以看得見的光，稱為可見光）

	紅外光	紅	橙	黃	綠	藍	紫	紫外光
波長		700nm 長					400nm 短	
頻率		低					高	

波速 = 頻率 * 波長

各種顏色的光在三稜鏡中的折射率不同。

（也就是，不同顏色的光，在三稜鏡中，速率不一樣）

光的三原色

紅 R

綠 G

藍 B

吸收與反射

物體是什麼顏色...

是因為物體表面吸收或反射什麼顏色的光有關（眼睛看到的是物體的反射光）

與照射光源也有關

CH05 溫度與熱

Wen的筆記

單元五：溫度與熱

5-1-溫度與溫度計

5-2-熱量

5-3-比熱

5-4-物質受熱後的狀態變化

5-5-熱的傳播方式

5-1 溫度、溫度計

Kelvin Scale (克氏溫度, T)

絕對 0 度 = 0K

$1^{\circ}C = 1K$

Celsius Scale (攝氏溫度, T_C)

Fahrenheit Scale (華氏溫度, T_F)

$0^{\circ}C = -273.16 K$

$T_C = T - 273.15$

$0^{\circ}C = 32^{\circ}F$

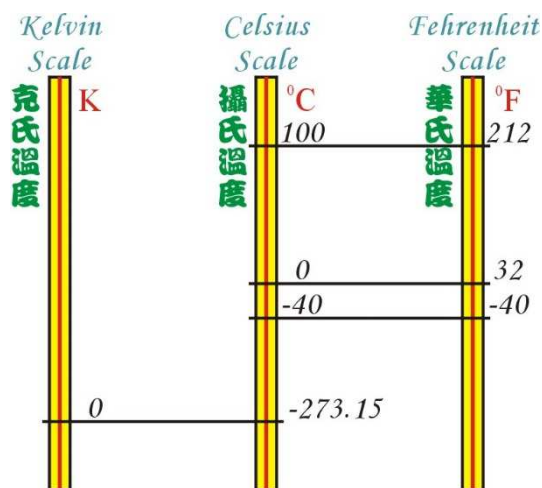
$100^{\circ}C = 212^{\circ}F$

$-40^{\circ}C = -40^{\circ}F$

$$\frac{32 - (-40)}{0 - (-40)} \left(= \frac{72}{40} = \frac{9}{5} \right) = \frac{T_F - 32}{T_C - 0} = \frac{180}{100}$$

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32^{\circ}$$

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$$



【注意】在寫攝氏溫度時會寫成 $100^{\circ}C$ ，上面的0指的是“度”，讀成“100度C”。但絕對溫度中，則不需要。只要寫為100K就好！

【補充】人體溫度約為 $37^{\circ}C$ （大約是 $98^{\circ}F$ ）

如果體溫為 $100^{\circ}F$ （ $37.7^{\circ}C$ ）就是輕微發燒了！

室溫 $25^{\circ}C$ （大約是 $77^{\circ}F$ ）

夏天溫度 $30^{\circ}C$ （大約是 $86^{\circ}F$ ）

沙漠溫度標高到 $40^{\circ}C$ （大約是 $104^{\circ}F$ ）

溫度計

酒精溫度計-會加入紅色染劑，適用 $-114C \sim 78C$

水銀溫度計-銀白色， $-37C \sim 357C$

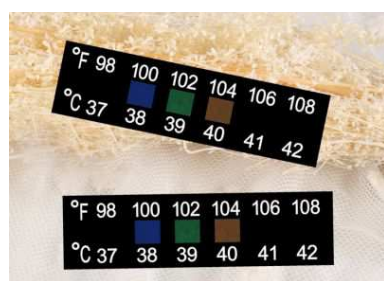


電子體溫計

金屬溫度計-工業用、氣象學使用

液晶溫度計

熱偶溫度計-科學實驗使用



體溫量測...不同量測方式，量出來的體溫不一樣

腋溫

口溫

肛溫

耳溫

有沒有發燒，不是只看量到的溫度，還要看是量那裡的體溫。

5-2 熱量、比熱

熱能

熱是一種能量，當系統與環境溫度不同時，熱會在系統與環境間轉移。

因溫度不同，而轉移的能量，稱為熱能。

熱量-熱能的多寡，叫做熱量。

熱平衡-溫度一樣

任何物體都有一個特性，稱為溫度

熱量單位-卡、千卡、焦耳

讓 1 公克的水，溫度升高 1 度，所需的熱量為 1 卡 (1cal)

(卡路里 (calorie): 1g 純水，溫度由 14.5°C 增加到 15.5°C，所需增加的熱量，稱為 1 卡

路里。)

千卡 (Kcal) 又稱為大卡，1 千卡 = 1000 卡
 (卡很小，一般日常生活多用千卡為單位)

能量的公制單位：焦耳 (J)
 1 卡 = 4.18 焦耳

比熱 (比熱容量) (Specific Heat Capacity, 符號 S)
 使 1 公克物質，升高 (或降低) 1C 所需要吸收 (或釋放) 的熱量。
 比熱單位：cal / g · °C

$$H = M \times S \times \Delta T$$

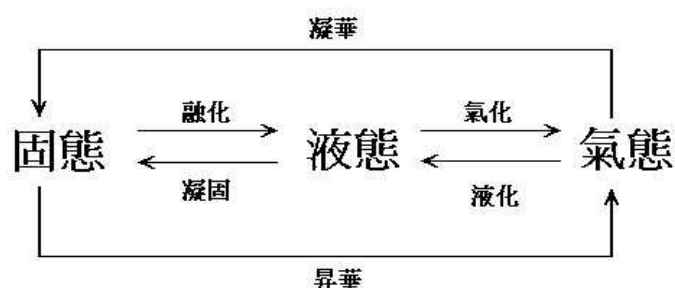
$$cal = (g)(cal / g \cdot ^\circ C)(^\circ C)$$

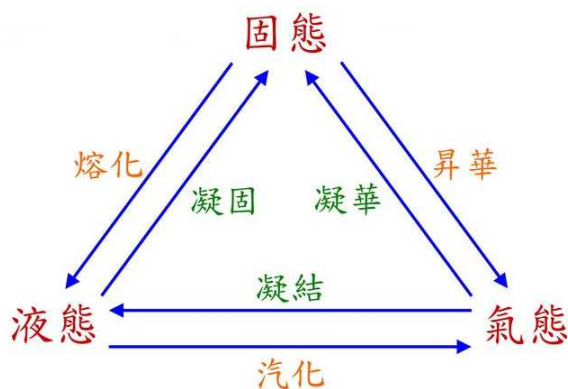
比熱小-溫度變化大
 比熱大-溫度變化小 (水的比熱大，地球有 70% 的水，可以調節地球溫度)

5-3 熱對物質的影響

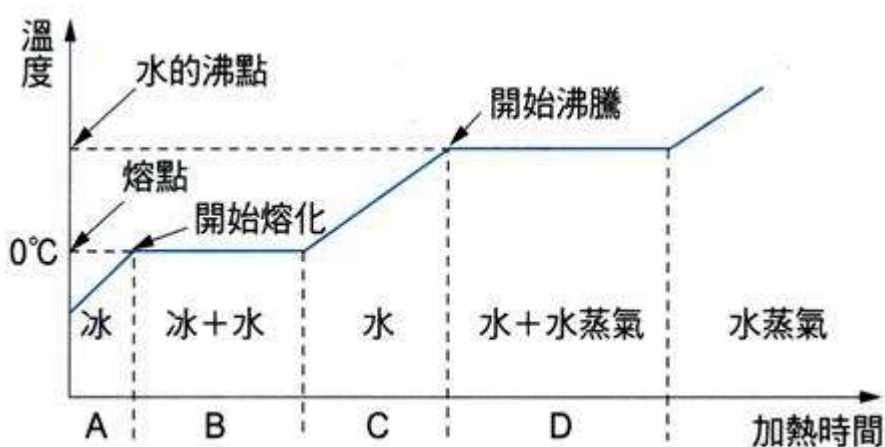
熱脹冷縮
 橋樑伸縮縫
 火車鐵軌

例外：水在 4C 時體積最小，密度最大





吸熱反應 ⇨ 熔化、汽化、昇華
 放熱反應 ⇨ 凝固、凝結、凝華



吸熱反應...環境溫度下降

- 雪融化
- 酒精昇華

放熱反應...環境溫度上升

- 暖暖包
- 燃燒木材

5-4 熱的傳播方式

傳導、對流、輻射

熱傳遞：

一般熱的傳遞有三種方式：傳導 (conduction)，對流 (convection)，輻射 (radiation)

☞ 傳導 (conduction)：

熱能從高溫向低溫部分轉移的過程，是一個分子向另一個分子傳遞震動能的結果。各種材料的熱傳導性能不同，傳導性能好的，如金屬，還包括了自由電子的移動，所以穿熱

速度快，可以做熱交換器材料；傳導性能不好的，如石棉，可以做熱絕緣材料。固體的傳熱方式主要是傳導；熱從高溫的物體傳到低溫的物體。

有接觸

固態物質傳熱的主要方式

金屬容易導熱（鍋子）

非金屬不易導熱（木頭、塑膠、保麗龍...鍋子的把手）

➡ 對流（convection）：

流體內部的分子運動，是熱傳與質傳的主要模式之一。熱對流（亦稱為對流傳熱）是三種主要熱傳方式中的其中一種（另外兩種分別是熱傳導與熱輻射），通常發生在流體內或流體和容器之間有溫度差時，因為溫度的差異會使得流體之間密度不同。質傳方面的例子如不同的鹽分密度或者是外力的施與引起密度不均，也會引起對流。在大氣中、海洋內、以及行星的地函裡，也都有對流在發生。液體和氣體的傳熱方式主要是對流。

經由液體或氣體流動

海風

陸風

➡ 輻射（radiation）：

能量以波或是次原子粒子移動的型態傳送。一般可依其能量的高低及游離物質的能力分類為游離輻射或非游離輻射。一般普遍將這個名詞用在游離輻射。游離輻射具有足夠的能量可以將原子或分子游離化，非游離輻射則否。輻射活性物質是指可放射出游離輻射之物質。游離輻射主要有三種： α 、 β 及 γ 輻射（或稱射線）。不需任何物質當媒介，而直接由熱源傳播出去的方式叫輻射。

輻射（radiate）一般意思為 emit（發射、散發、釋放，從一個點向外射出）。

不需介質

太陽能量

CH06 元素與化合物

Wen的筆記

單元六：物質的奧秘

6-1-常見的物質

6-2-元素符號與週期表

6-3-原子結構與原子說

6-4-化合物與化學式

6-5-物質變化的粒子觀點

6-1 元素 與 化合物

元素

元素週期表

化合物

兩種或兩種以上元素組成

分解反應（分解）

化合物經化學變化，產生兩種或以上的物質（元素或化合物），這樣的變化稱為分解反應。

一個物質分成兩個（或兩個以上）個物質的過程。

電解

通電使得物質分解的方法，稱為電解法。

化合反應（化合）

將兩種或以上的元素化合為一個新物質的化學變化

兩個物質，組合成一個新物質的過程。

混合：物理變化，本質不變

化合：化學變化

6-2 認識元素

自然元素：88 種，自然界存在的元素

人造元素：人為方式製造出來的

金屬元素

非金屬元素

門得列夫（俄國科學家，1834-1904），以原子序作為排序方式

重新整理編輯元素週期表

金屬元素

常溫常壓下 (25°C , 1 大氣壓), 汞是液體, 其餘都是固體
大多數都是銀灰色, 只有金、銅為黃色。

導電性、導熱性良好

延展性良好

(延性: 拉成長條狀。)

(展性: 打成薄片狀。)

非金屬元素

電與熱的不良導體

不具延展性

氣、液、固...都有, 顏色多樣

黃綠色的氯氣 (Cl)

黃色的氟 (F)

無色的氧 (O)

常溫常壓下 (25°C , 1 大氣壓) 唯一液態: 暗紅色的溴 (Br)

黑色的碳 (C)

紫黑色的碘 (I)

黃色的硫 (S)

元素符號與名稱

常溫常壓 (25°C , 1 大氣壓) 下的狀態為準

氣態元素: 以「气」為部首

液態元素: 以「水」為部首

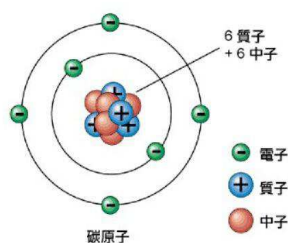
固態元素

金屬: 以「金」為部首

非金屬: 以「石」為部首

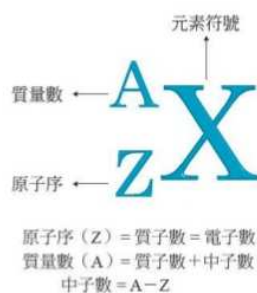
6-3 原子結構

原子 (atom)



原子序 = 質子數 = 電子數

質量數 = 質子數 + 中子數



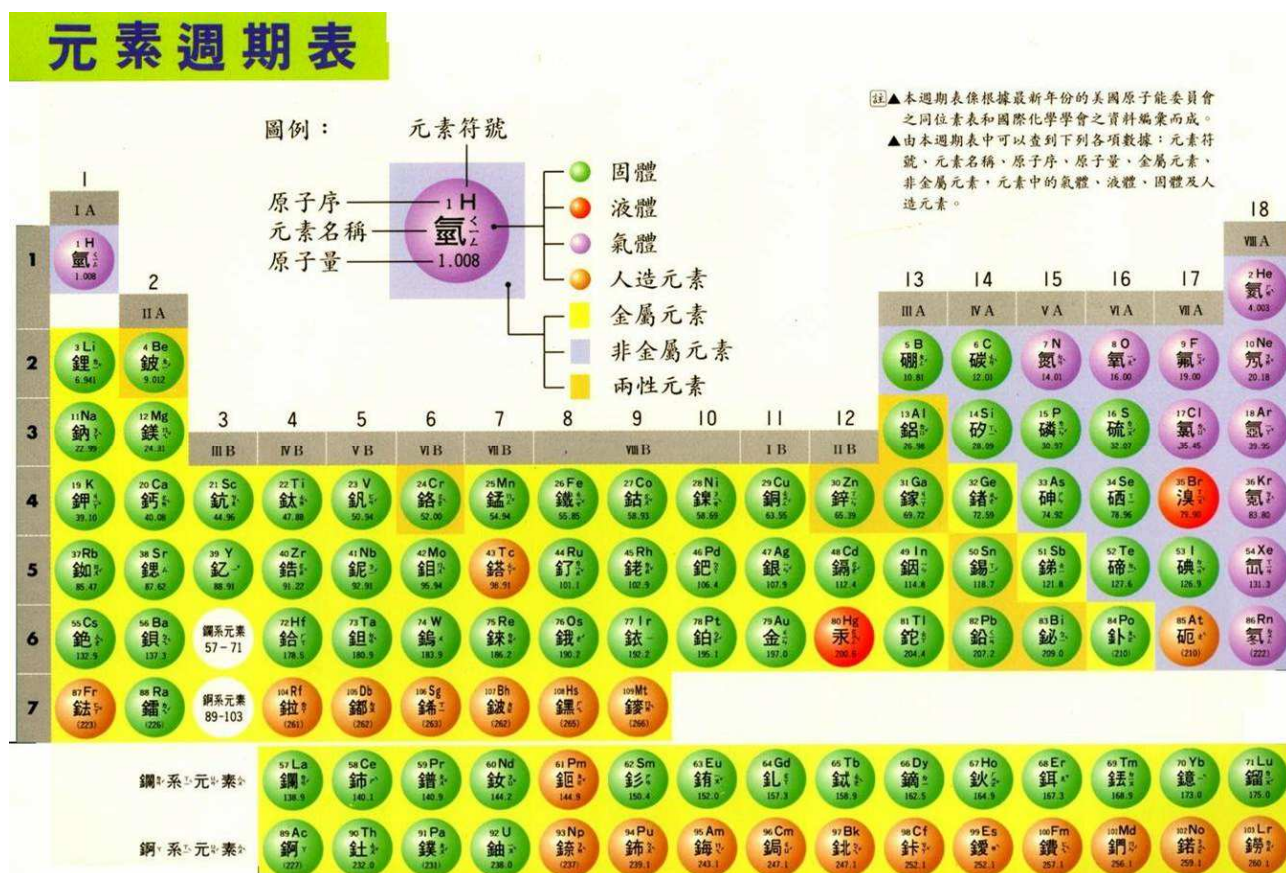
同位數：質子數一樣、質量數不一樣的原子（中子數量不一樣）

氫（符號：H）-質子數 1，質量數 1（0 個中子）

氘（符號：D）-質子數 1，質量數 2（1 個中子）

氚（符號：T）-質子數 1，質量數 3（2 個中子）

6-4 元素週期表



週期表上的原子量，是平均原子量（因為同位素）

碳有¹²C（自然界中含量有 98.9%）和¹³C（1.1%）兩種，所以碳的平均原子量
 $(12 \times 98.9\%) + (13 \times 1.1\%) = 12.01$

氯有³⁵Cl（75%）和³⁷Cl（25%）兩種，所以氯的平均原子量
 $(35 \times 75\%) + (37 \times 25\%) = 35.5$

訂定 C-12 的原子量為 12，取其他原子與碳原子比較，得到其他原子的原子量。

原子價-某元素原子參與化學反應時，所獲得或失去電子之數目，即為該元素之原子價數
 （一般會說...“價電子”數量）

價電子-會參與化學反應的電子

A 族元素

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
價電子數	+1	+2	+3	4+-	-3	-2	-1	0
離子	H^+	Ca^{2+}	Al^{3+}			O^{2-}	F^- Cl^- Br^-	不會有 離子

B 族元素

離子的價數

離子	價數	例子
陽離子	1+	
陰離子	1-	
	2-	
	3-	

常見離子及其原子價數：

價數	化學式
+1	鹼金屬離子 (Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ ...)、 H^+ 、 Ag^+ 、 NH_4^+ (銨根離子)、 Cu^+ (亞銅離子)...
+2	IIA ²⁺ 鹼土金屬離子 (Be^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} ...)、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Fe^{2+} (亞鐵離子)、 Hg_2^{2+} (亞汞離子) ... (較少用到 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Co^{2+})
+3	Al^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Au^{3+} ...
-1	鹵素離子 (F^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 I^-)、醋酸根 CH_3COO^- 、氫氧根 OH^- 、 硝酸根 NO_3^- 、碳酸氫根 HCO_3^- 、硫酸氫根 HSO_4^- 、過錳酸根 MnO_4^- 、過 氯酸根 ClO_4^- 、氯酸根 ClO_3^- 、硫氰根 SCN^- ... (較少用到：磷酸二氫根 H_2PO_4^- 、亞磷酸氫根 H_2PO_3^- 、 次磷酸根 H_2PO_2^- 、亞氯酸根 ClO_2^- 、次氯酸根 ClO^-)
-2	O^{2-} 、 S^{2-} 、碳酸根 CO_3^{2-} 、硫酸根 SO_4^{2-} 、亞硫酸根 SO_3^{2-} 、草酸根 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、 鉻酸根 CrO_4^{2-} 、二鉻酸根 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、硫代硫酸根 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$... (較少用到：磷酸氫根 HPO_4^{2-} 、亞磷酸根 HPO_3^{2-} 、)
-3	N^{3-} 、磷酸根 PO_4^{3-} ...

根：化學反應裡，是一個一個原子參與反應。但很多化學反應中，是一組一組的原子團參與反應，類似一個原子那樣，這樣的原子團稱為根。

例如：氫氧根 OH^- 、硝酸根 NO_3^- 、硫酸根 SO_4^{2-} 、碳酸根 CO_3^{2-}

根 (原子團) 不能單獨存在，只是化合物組成的其中一部份。

6-5 分子

原子

分子-

單原子分子

氦 (He) 氖 (Ne)

雙原子分子

氫 (H_2) 氧 (O_2) 氮 (N_2) 氯 (Cl_2) 一氧化碳 (CO)

多原子分子

水 (H_2O) 二氧化碳 (CO_2)

純物質：元素、化合物

混合物：2 種或 2 種以上的純物質混合而成

化學式

分子式

單一元素

金屬 Cu、Mg、Ag、Hg、Al

原子種類與數目 H_2O (2 個氫一個氧)

NaCl 氯化鈉 (金屬 Na+非金屬 Cl)

實驗式 (簡式)

酒精的分子式和實驗式表示： C_2H_6O

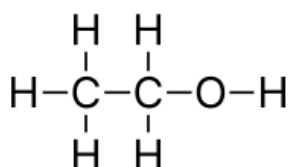
示性式

酒精以示性式表示： C_2H_5OH

酒精屬於醇類，乙醇

OH 是醇類特有的結構

結構式：乙醇的結構式



中文名稱	化學符號	中文名稱	化學符號	中文名稱	化學符號
氫	H_2				
氧	O_2				
氮	N_2				
水	H_2O				
葡萄糖	$C_6H_{12}O_6$				
氧化銅	CuO				
氧化鎂	MgO				
氫氧化鈉	$NaOH$				
硫酸	H_2SO_4				
碳酸鈉	Na_2CO_3				
碳酸氫鈉	$NaHCO_3$				
二氧化碳	CO_2				
一氧化碳	CO				
二氧化錳	MnO_2				
二氧化硫	SO_2				
氯化鈉	$NaCl$				
氯化鈣	$CaCl_2$				
氯化氫	HCl				
乙醇	C_2H_5OH				

中文名稱	化學符號	中文名稱	化學符號	中文名稱	化學符號

元素週期表

Wen的筆記

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			I B	II B	III A	IV A	V A	VIA	VII A	VIII A
1	H 1 氫 1.0079 1s ¹																	He 2 氦 4.0026 1s ²
2	Li 3 鋰 6.94 2s ¹	Be 4 鈹 9.012 2s ²											B 5 硼 10.81 2p ¹	C 6 碳 12.011 2p ²	N 7 氮 14.007 2p ³	O 8 氧 15.999 2p ⁴	F 9 氟 18.998 2p ⁵	Ne 10 氖 20.18 2p ⁶
3	Na 11 鈉 22.990 3s ¹	Mg 12 鎂 24.305 3s ²											Al 13 鋁 26.982 3p ¹	Si 14 矽 28.086 3p ²	P 15 磷 30.974 3p ³	S 16 硫 32.06 3p ⁴	Cl 17 氯 35.453 3p ⁵	Ar 18 氬 39.948 3p ⁶
4	K 19 鉀 39.098 4s ¹	Ca 20 鈣 40.08 4s ²	Sc 21 釷 44.956 3d ¹ 4s ²	Ti 22 鈦 47.90 3d ² 4s ²	V 23 釩 50.94 3d ³ 4s ²	Cr 24 鉻 51.996 3d ⁴ 4s ¹	Mn 25 錳 54.938 3d ⁵ 4s ²	Fe 26 鐵 55.847 3d ⁶ 4s ²	Co 27 鈷 58.933 3d ⁷ 4s ²	Ni 28 鎳 58.71 3d ⁸ 4s ²	Cu 29 銅 63.546 3d ¹⁰ 4s ¹	Zn 30 鋅 65.38 3d ¹⁰ 4s ²	Ga 31 鎵 69.72 4p ¹	Ge 32 鍺 72.59 4p ²	As 33 砷 74.922 4p ³	Se 34 硒 78.96 4p ⁴	Br 35 溴 79.904 4p ⁵	Kr 36 氬 83.80 4p ⁶
5	Rb 37 鉀 85.467 5s ¹	Sr 38 銣 87.62 5s ²	Y 39 釷 88.906 4d ¹ 5s ²	Zr 40 鈦 91.22 4d ² 5s ²	Nb 41 鈮 92.906 4d ⁴ 5s ¹	Mo 42 鉬 95.94 4d ⁵ 5s ¹	Tc 43 錳 98.9 4d ⁵ 5s ²	Ru 44 鈷 101.07 4d ⁷ 5s ¹	Rh 45 銠 102.906 4d ⁸ 5s ¹	Pd 46 鈀 106.4 4d ¹⁰	Ag 47 銀 107.868 4d ¹⁰ 5s ¹	Cd 48 鎘 112.41 4d ¹⁰ 5s ²	In 49 銦 114.82 5p ¹	Sn 50 錫 118.69 5p ²	Sb 51 銻 121.75 5p ³	Te 52 碲 127.60 5p ⁴	I 53 碘 126.90 5p ⁵	Xe 54 氙 131.30 5p ⁶
6	Cs 55 銫 132.905 6s ¹	Ba 56 鋇 137.33 6s ²	鐳系元素 57-71	Hf 72 鈷 178.49 5d ² 6s ²	Ta 73 鉭 180.95 5d ³ 6s ²	W 74 鎢 183.85 5d ⁴ 6s ²	Re 75 錳 186.207 5d ⁵ 6s ²	Os 76 銱 190.2 5d ⁶ 6s ²	Ir 77 銱 192.22 5d ⁷ 6s ²	Pt 78 鉑 195.09 5d ⁹ 6s ¹	Au 79 金 196.966 5d ¹⁰ 6s ¹	Hg 80 汞 200.59 5d ¹⁰ 6s ²	Tl 81 鉍 204.37 6p ¹	Pb 82 鉛 207.2 6p ²	Bi 83 鉍 208.980 6p ³	Po 84 鉷 (209) 6p ⁴	At 85 砹 (210) 6p ⁵	Rn 86 氡 (222) 6p ⁶
7	Fr 87 鈾 (223) 7s ¹	Ra 88 鐳 226.025 7s ²	錒系元素 89-103	Rf 104 鈳 (261) 6d ² 7s ²	Db 105 鈳 (260) 6d ³ 7s ²	Sg 106 鈳 (263)	Bh 107 鈳 (262)	Hs 108 鈳 (265)	Mt 109 鈳 (266)	Ds 110 鈳	Rg 111 鈳	Cn 112 鈳	Nh 113 鈳	Fl 114 鈳	Mc 115 鈳	Lv 116 鈳	Ts 117 鈳	Og 118 鈳

元素符號 H 1
元素名稱 氫
原子序 1
原子量 1.0079
電子軌域 1s¹

鐳系元素	La 57 鐳 139.906 5d ¹ 6s ²	Ce 58 鈰 140.12 4f ¹ 6s ²	Pr 59 鐳 140.908 4f ² 6s ²	Nd 60 鈳 144.24 4f ³ 6s ²	Pm 61 鉕 (145) 4f ⁴ 6s ²	Sm 62 釷 150.4 4f ⁵ 6s ²	Eu 63 鈳 151.96 4f ⁶ 6s ²	Gd 64 鈳 157.25 5d ¹ 4f ⁷ 6s ²	Tb 65 鈳 158.925 4f ⁷ 6s ²	Dy 66 鈳 162.50 4f ⁹ 6s ²	Ho 67 鈳 164.930 4f ¹¹ 6s ²	Er 68 鈳 167.26 4f ¹² 6s ²	Tm 69 鈳 168.934 4f ¹³ 6s ²	Yb 70 鈳 173.04 4f ¹⁴ 6s ²	Lu 71 鈳 174.967 5d ¹ 4f ¹⁴ 6s ²
錒系元素	Ac 89 錒 (227) 6d ¹ 7s ²	Th 90 釷 232.038 6d ² 7s ²	Pa 91 鈾 231.039 5f ² 6d ¹ 7s ²	U 92 鈾 238.029 5f ³ 6d ¹ 7s ²	Np 93 鈾 237.048 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	Pu 94 鈾 (244) 5f ⁶ 7s ²	Am 95 鈾 (243) 5f ⁷ 7s ²	Cm 96 鈾 (247) 5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	Bk 97 鈾 (247) 5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	Cf 98 鈾 (251) 5f ¹⁰ 7s ²	Es 99 鈾 (253) 5f ¹¹ 7s ²	Fm 100 鈾 (257) 5f ¹² 7s ²	Md 101 鈾 (258) 5f ¹³ 7s ²	No 102 鈾 (259) 5f ¹⁴ 7s ²	Lr 103 鈾 (260) 6d ¹ 7s ²

單元一：化學反應

- 1-1-認識化學反應
 - 1-2-原子量與分子量
 - 1-3-莫耳
 - 1-4-化學計量
-

單元二：氧化還原

- 2-1-氧化反應
 - 2-2-氧化還原反應
 - 2-3-生活中的氧化還原反應
-

單元三：酸鹼鹽

- 3-1-電解質
 - 3-2-常見的酸與鹼
 - 3-3-酸與鹼的濃度
 - 3-4-酸鹼中和
-

單元四：反應速率與化學平衡

- 4-1-濃度與表面積對反應速率的影響
 - 4-2-溫度對反應速率的影響
 - 4-3-催化劑對反應速率的影響
 - 4-4-可逆反應與化學平衡
-

單元五：有機化合物

- 5-1-有機化合物
 - 5-2-常見的有機化合物
 - 5-3-聚合物
 - 5-4-肥皂與清潔劑
-

單元六：力

- 6-1-力與平衡
 - 6-2-摩擦力
 - 6-3-壓力
 - 6-4-浮力
-

單元七：材料

7-1-材料

7-2-處理工法

7-3-新材料

CH01 化學反應

Wen的筆記

單元一：化學反應

- 1-1-認識化學反應
- 1-2-原子量與分子量
- 1-3-莫耳
- 1-4-化學計量

1-1

質量守恆

化學反應：反應物所含的原子重新排列組合成新物質
反應前 與 反應後，組成的原子，總質量不變

原子、分子...經化學反應，分子可能會變，但原子不會變。

補充：質能守恆， $E = mc^2$ ，愛因斯坦

1-2

原子量：原子的質量

週期表上的原子量，是平均原子量（因為同位素）

碳有 ^{12}C （自然界中含量有 98.9%）和 ^{13}C （1.1%）兩種，所以碳的平均原子量
 $(12 \times 98.9\%) + (13 \times 1.1\%) = 12.01$

氯有 ^{35}Cl （75%）和 ^{37}Cl （25%）兩種，所以氯的平均原子量
 $(35 \times 75\%) + (37 \times 25\%) = 35.5$

訂定 C-12 的原子量為 12，取其他原子與碳原子比較，得到其他原子的原子量。

分子量

分子量 = 原子量相加

1-3 莫耳（mol、mole）和 亞佛加厥常數（Avogadro constant）

紋的筆記 

莫耳（拉丁文「一團」），是物質的量的國際單位，符號為 mol（mole）。

以莫耳當作物質粒子數的單位

$$1\text{mol} = 6 \times 10^{23} \text{ 個粒子}$$

6×10^{23} 稱為亞佛加厥常數（ $N_A = 6.02214129 \times 10^{23}$ ）

莫耳 與 質量

18 公克的水（水分子量為 18），裡面有 6×10^{23} 個水分子

莫耳質量：一莫耳物質的質量被稱為該物質的莫耳質量。

1 莫耳的物質質量 = 分子量（或原子量）

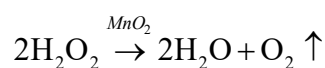
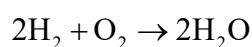
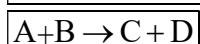
$$\text{mol數} = \frac{\text{物質質量}}{\text{分子量(原子量)}}$$



1-4 化學計量

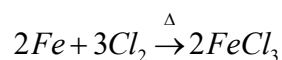
化學反應式：

反應前 → 反應後



MnO_2 ：催化劑

↑：氣體



Δ ：加熱

化學反應式前面的數字為莫耳數比

化學式中，會以符號表示其狀態。

固體 solid (s)

固態的冰 $H_2O_{(s)}$

液體 liquid (l)

水 $H_2O_{(l)}$

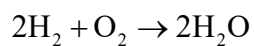
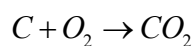
氣體 gas (g)

水蒸氣 $H_2O_{(g)}$

水溶液 aqueous (aq)

鹽酸 $HCl_{(aq)}$

簡單化學計量



化學反應式 前方的係數

表示的是 分子數比，也就是莫耳數比

限量試劑

一個化學反應中，一定有一樣反應物最先消耗完，使得反應無法繼續進行，此反應物即為**限量試劑**。

CH02 氧化還原

Wen的筆記

單元二：氧化還原

2-1-氧化反應

2-2-氧化還原反應

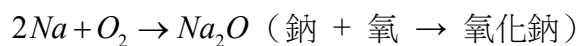
2-3-生活中的氧化還原反應

2-1 氧化反應

氧化：物質與氧發生化學反應，簡稱氧化。

金屬氧化反應俗稱生鏽。

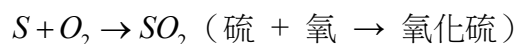
鈉 Na：火焰呈現黃色



氧化鈉溶於水，水溶液為鹼性



硫 S：



氧化硫溶於水，水溶液為酸性



金屬氧化物

若可溶於水，則氧化物的水溶液為鹼性

非金屬氧化物

若可溶於水，則氧化物的水溶液為酸性

對氧的活性

2-2-氧化還原反應

氧化反應：元素與氧結合產生氧化物的反應

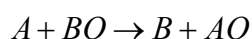
失去電子的反應

還原反應：氧化物失去氧的反應

物質得到電子的反應

氧化 與 還原 同時存在！

元素 A+氧化物 B→元素 B+氧化物 AO



A 被氧化，所以 A 是還原劑

BO 被還原，BO 是氧化劑

氧化劑：被還原的物質

還原劑：被氧化的物質

元素對氧的活性

活性大小：鉀>鈉>鈣>鎂>鋁>碳>鋅>鐵>錫>鉛>氫>銅>汞>銀>鉑>金

鐵會生鏽

銅有銅鏽

沒聽過金子會生鏽的

活性大：容易與氧結合，產生氧化物

活性越大越容易生鏽

當還原劑

活性小：不易與氧結合

活性小的元素的氧化物，當作氧化劑

元素活性越大，其氧化物活性越小

元素活性越小，其氧化物活性越大

2-3-生活中的氧化還原反應

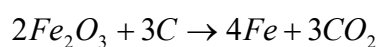
金屬冶煉

碳的活性比鐵大，價格比鐵便宜，常用碳來還原金屬



煉鐵

利用煤焦（主成分為碳）還原鐵礦

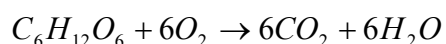


三氧化二鐵 + 碳 → 鐵 + 二氧化碳

鐵生鏽

鐵被氧化，鐵是還原劑，氧氣是氧化劑。

呼吸



葡萄糖 + 氧 → 二氧化碳 + 水

食品添加劑

食品中添加維他命 C，維生素 E...還原劑

抗氧化劑

漂白劑

氧化劑

含氯漂白劑：次氯酸鈉 (NaClO)

含氧漂白劑：過氧化氫 (H_2O_2 ，俗稱雙氧水)

還原劑：二氧化硫 (SO_2) 漂白竹筷子

CH03 酸、鹼和鹽

Wen的筆記

單元三：酸鹼鹽

- 3-1-電解質
- 3-2-常見的酸與鹼
- 3-3-酸與鹼的濃度
- 3-4-酸鹼中和

3-1-電解質

- 氯化鈉（食鹽）不導電
- 蒸餾水不導電
- 氯化鈉+蒸餾水...會導電

電解質：溶於水後可以導電的化合物，稱為電解質。

氫氧化鈉、硝酸鉀、醋酸水溶液

非電解質：

酒精（乙醇）、蔗糖

自來水含有的物質很多，包括很多電解質（鈉、鈣、鎂...離子），所以自來水可以導電。

電壓較大時，比如 110V，水可以導電。

電壓較小時，比如乾電池 1.5V，水無法導電。

電解質的種類	水溶液的性質	例子
酸	酸性	
鹼	鹼性	
鹽	不一定	1) 酸性： 2) 鹼性： 3) 中性：

電離說：1884 年，瑞典化學家 阿瑞尼斯（1859-1927）提出電離說

電解質溶於水中，能在水中產生自由移動的帶電粒子，使水溶液導電

帶正電的為正離子

帶負電的為負離子

離子：原子變成離子，只是得到或失去電子，原子核內的質子與中子數量不變。

離子的化學性質與原來的原子完全不同

電解質溶於水中，正離子與負離子數量一樣...溶液呈現**電中性**。

3-2-常見的酸與鹼

酸：電解質在水中可以解離出氫離子 (H^+) 稱為酸

鹼：電解質在水中可以解離出氫氧根離子 (OH^-) 稱為鹼

	酸	鹼
水溶液中有	氫離子 (H^+)	氫氧根離子 (OH^-)
石蕊試紙	紅色	藍色
酚酞指示劑	無色	紅色
廣用試紙	紅、橙或黃色	藍或紫色

酸

硫酸 (H_2SO_4): 純硫酸無色濃稠油狀液體

密度 $1.85g/cm^3$

濃硫酸脫水性強

稀釋濃硫酸時，因硫酸密度比水大，必須將濃硫酸加入水中

鹽酸 (HCl): 氯化氫水溶液，無色，有刺激性

濃度高會產生酸霧

胃液的主要成分

浴廁清潔劑

硝酸 (HNO_3): 無色液體，有腐蝕性

照光會產生有毒的二氧化氮 (NO_2)，都用深色玻璃瓶裝。

製造肥料、炸藥

鹼

氫氧化鈉 ($NaOH$): 苛性鈉、燒鹼

肥皂、人造絲

氨 (NH_3): 無色氣體，有刺激性臭味

氧化鈣 (CaO): 石灰、生石灰

乾燥劑

3-3-酸與鹼的濃度

莫耳濃度：每公升溶液中，所含溶質的莫耳數，稱為容積莫耳濃度，簡稱莫耳濃度。

單位：「莫耳/公升」，簡寫「M」

以中括號〔〕表示莫耳濃度

$[A] = 0.5M$ ，A 物質濃度為 0.5 莫耳

如何配製特定濃度的水溶液

稀釋

純水的解離

酸鹼性與 PH 值

PH 值：一般常用 PH 值表示氫離子濃度。

水溶液中 $[H^+] = 10^{-N} M$ ，稱水溶液的 pH 值為 N

	pH 值	pOH 值	$[H^+]$
酸	1		$10^{-1} M$
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
中性	7		$10^{-7} M$
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
鹼	14		

3-4-酸鹼中和

CH04 反應速率 與 化學平衡

Wen的筆記

單元四：反應速率與化學平衡

4-1-濃度與表面積對反應速率的影響

4-2-溫度對反應速率的影響

4-3-催化劑對反應速率的影響

4-4-可逆反應與化學平衡

4-1-反應速率

反應速率

快

慢

影響反應速率的因素：

性質：活性越大，與氧的反應越快

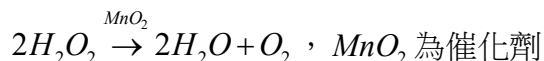
濃度：濃度越大，反應越快

壓力

接觸面積：總表面積越大，反應越快

溫度：溫度越高，反應越快

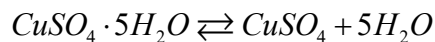
催化劑：又稱「觸媒」，生物體內的催化劑稱為「酶」或「酵素」



4-2-可逆反應與化學平衡

藍色硫酸銅晶體受熱變白色硫酸銅粉末

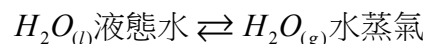
加水變回藍色硫酸銅晶體



正逆反應都可進行的稱為可逆反應

水蒸氣

水蒸發，凝結平衡



正逆反應速率相等，平衡狀態

動態平衡

CH05 有機化合物

Wen的筆記

單元五：有機化合物

5-1-有機化合物

5-2-常見的有機化合物

5-3-聚合物

5-4-肥皂與清潔劑

5-1-有機化合物

有機化合物：

以前定義：人類從動植物等有生命現象的生物體中取得的化合物

現在定義：含「碳」化合物。其他主要成分還有氫、氧、氮...等。

一氧化碳 (CO)、二氧化碳 (CO₂)、碳酸鈣 (CaCO₃) 屬於無機化合物

乾餾法：將物質隔絕空氣加熱的過程，稱為乾餾

例子：木材乾餾後變成木炭

5-2-常見的有機化合物

性質與分類

5-3-肥皂與清潔劑

5-4-有機聚合物

5-5-食品科學

CH06 力

Wen的筆記

單元六：力

6-1-力與平衡

6-2-摩擦力

6-3-壓力

6-4-浮力

6-1-力與平衡

超距力

萬有引力

有質量就有萬有引力（其實，應該稱為：重力）

質量：一物體所含物質的多寡

重量：物體所受重力的大小，隨量測地點不同而變

靜電力

磁力

接觸力

力在作用時，必須與物體接觸才有效應，稱接觸力

支撐力、摩擦力、浮力、彈力

力的單位：公斤重（kgw）、公克重（gw）、牛頓（N 或 Nt）

$1\text{kgw} = 9.8\text{N}$ （1 公斤重 = 9.8 牛頓）

力的效應：

1-產生形變：伸長、壓縮、彎曲、扭轉、...

例如：海綿

2-改變運動狀態：速度變快、變慢，或改變方向

量測

彈簧

虎克定律

力的三要素：

大小

方向

作用點

力的合成與平衡

平衡：大小相等，方向相反，作用在同一直線上

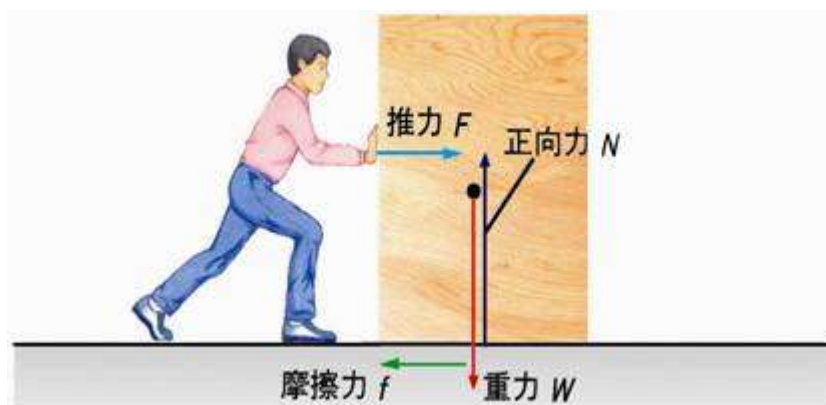
合力：

支撐力：

正向力：與接觸面垂直的力

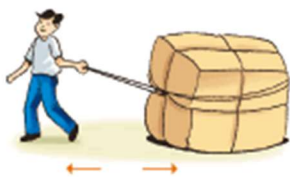
6-2-摩擦力

靜摩擦力：與外力大小相等，方向相反。

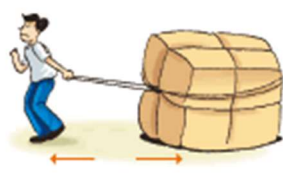


最大靜摩擦力：靜摩擦力隨外力增加而增加
其最大值為「最大靜摩擦力」
施加的外力大於最大靜摩擦力後，物體開始移動。

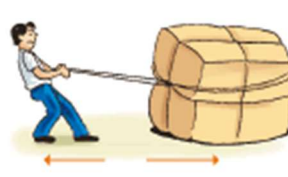
①輕拉重物，重物不動。



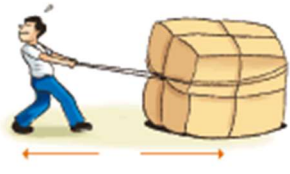
②再施點力拉重物，重物不動。



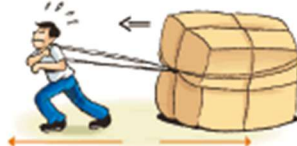
③用力拉重物，重物不動。



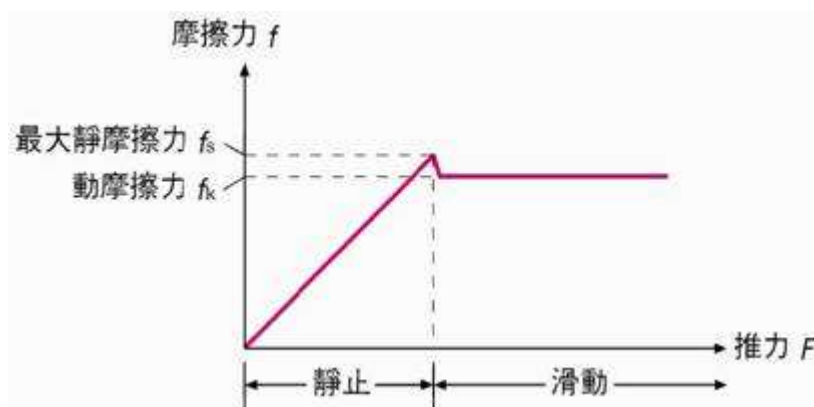
④用力拉重物，重物依然不動。



⑤當施力大於重物重和摩擦力，才能將重物拉動。



動摩擦力



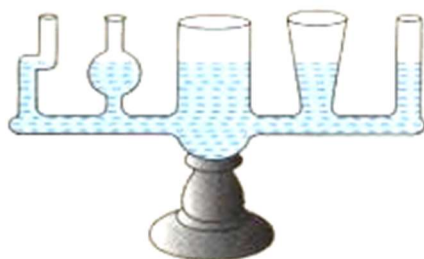
6-3-壓力

壓力：單位面積所受的力

$$\text{壓力} = \frac{\text{正向力}}{\text{受力面積}} \quad (P = \frac{F}{A}) \quad (\text{單位：} \frac{kgw}{m^2})$$

液體壓力

連通管



當液體靜止時，連通管各容器的液面在同一水平面上。

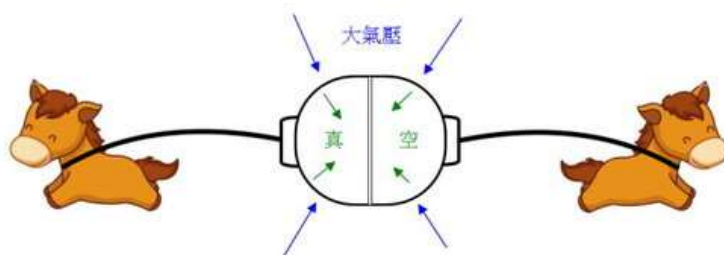
巴斯卡原理 (Pascal's Principle)：

1652 年，由巴斯卡 (Blaise Pascal，或帕斯卡) 提出此原理。

施加一個壓力變化到一個封閉的流體中，此壓力變化會傳遞到流體的各個部位，且傳遞到盛裝此流體的容器器壁。

6-4-大氣壓力

馬德堡半球實驗：在這項實驗中，實驗者先將兩個完全密合的半球中的空氣抽掉，然後驅馬從兩側向外拉，以展示大氣壓力的作用。



一大氣壓：

Pascal (Pa) (巴斯卡)： $1Pa = 1N/m^2$

Atm (大氣壓)：海平面上的平均大氣壓力

Torr (拖)： $1torr = 1mmHg$

$$1atm = 760torr = 1.013 \times 10^5 Pa = 14.7lb/in^2$$

$$= 76cm \text{ 水銀柱}$$

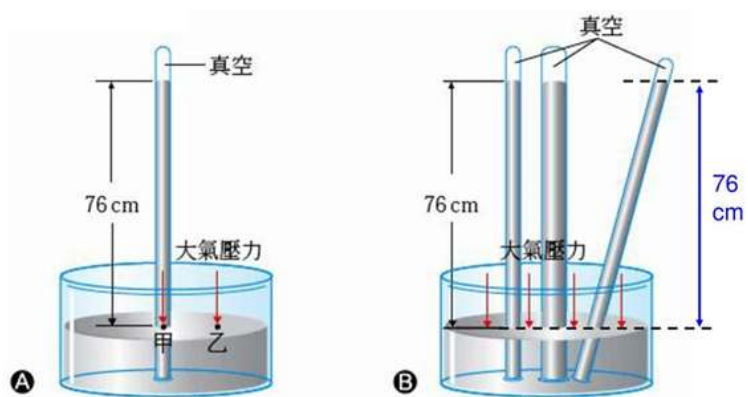
$$= 76cm \times 13.6gw/cm^3 = 1033.6gw/cm^2 = 1033.6cm \text{ 水柱}$$

(水銀密度： $13.6gw/cm^3$)

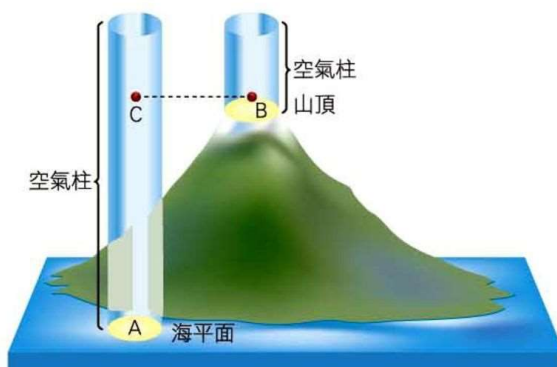
【補充】在地表附近，鉛直高度每上升100公尺，壓力約減少 $8mmHg$

$$\frac{100}{8} = \frac{H}{P_U - P_D}$$

利用這個方式，可以量測山的高度。



大氣壓力的比較



- ❖ 高度愈高，大氣壓力愈 小 \Rightarrow 大氣壓力： $A > B$
- ❖ 高度相同，大氣壓力 不一定相同 \Rightarrow 亦受天氣影響

6-5-浮力

CH07 材料

Wen的筆記

單元七：材料

7-1-材料

7-2-處理工法

7-3-新材料

Wen 的筆記

03 理化 (國三上)

Wen 的筆記

單元一：靜電與基本電路

- 1-1-靜電
- 1-2-電路
- 1-3-電池
- 1-4-電流

1-1-靜電

導體 Conductors

可以導電的。可以讓電流通過的。

導體上的淨電荷，會快速的均勻分佈在表面。對於一個球型導體，如果一個額外電子被放在金屬球殼上，那個額外電子會很快被均勻分佈在球殼表面。

金屬、電解質、石墨

絕緣體 non-conductors = insulators

不導電。不易讓電流通過。

絕緣體的淨電荷則是局部凝聚在某些區域。

非金屬（石墨除外）、塑膠、玻璃

半導體 semi-conductors

導電效果介於『導體』和『絕緣體』之間

是否導電與電壓、溫度有關

矽 (Si)、鍺 (Ge)

超導體 super-conductors (國中沒教)

高溫超導 (零下 100 多度 C)

2018 年，德國化學家發現 LaH₁₀ 在壓力 170GPa，溫度 250K (-23°C) 下有超導性出現，是目前已知最高溫度的超導體。

靜電：電荷在物質系統中的不平衡分布產生的現象。用毛皮摩擦琥珀、絲綢摩擦玻璃棒等方法均能使物體帶電。

物體帶電後，電荷會保持在物體上，除非被其他物體移走，所以稱之為「靜電」。

靜電與電流不同，後者是電荷在導體中的定向移動產生的電學現象。

帶電物體往往具有吸引輕小物體（比如紙屑）的性質。

起電：使物體帶上電荷叫做「起電」。

(a) 摩擦起電：用摩擦的方法使物體帶電叫做摩擦起電。

正負電荷的定義是由摩擦起電產生的。用絲綢摩擦過的玻璃棒上所帶的電荷是正電

荷，用毛皮摩擦過的橡膠棒所帶的電荷是負電荷。這種命名法由班傑明·富蘭克林首先提出，一直沿用到現在。

失去電子-帶正電。

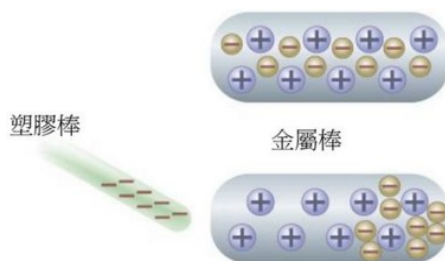
得到電子-帶負電。

➤絲絹摩擦玻璃棒後，玻璃失去電子，絲絹得到電子

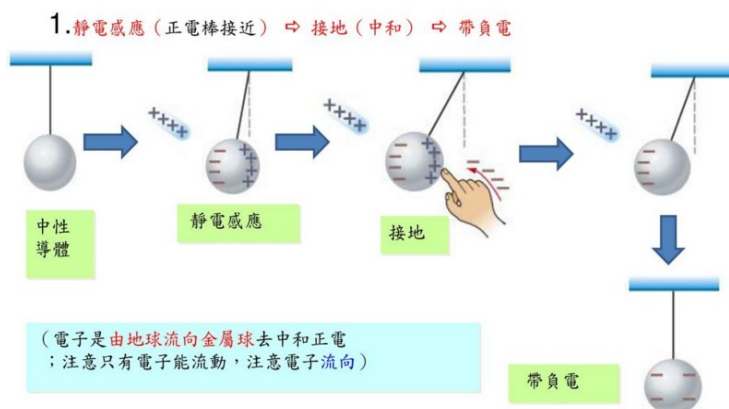
➡玻璃棒帶正電，絲絹帶負電。



(b)靜電感應：

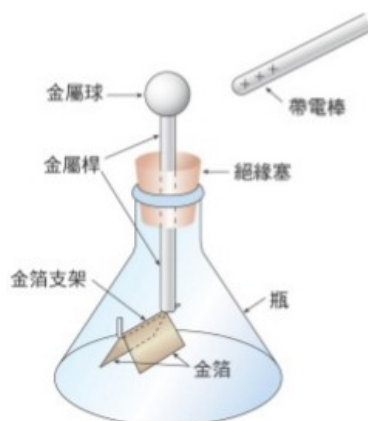


(c)感應起電：



(d)接觸起電：

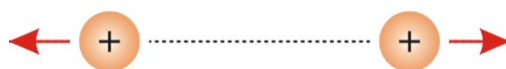
驗電瓶：利用感應起電（或接觸起電）的方式使驗電瓶帶電



放電：靜電積累之後，由於不同物體電位不同，電荷通過瞬間電流發生轉移的過程稱為放電。
冬季手和金屬之間的火花、閃電等現象都屬於放電。

相同電荷互相排斥，相反電荷互相吸引。

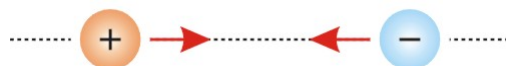
(1) 兩正電荷，互相排斥



(2) 兩負電荷，互相排斥



(3) 一正一負電荷，互相吸引



電量：電荷的單位為庫侖（Columb，C）

電子是基本粒子不能再分割

一個電子所帶電量為 $1.602 \times 10^{-19} C$

1 庫侖約等於 $\frac{1}{1.602 \times 10^{-19} C} \cong 6.24 \times 10^{18}$ 個電子的電量。

1 莫耳電子帶電量約 $(1.602 \times 10^{-19} C) \times (6.02214076 \times 10^{23}) \cong 96500 C$

庫侖定律：

$$F = \frac{kQq}{r^2}$$

F：力、靜電力，單位牛頓（N）

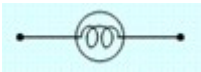



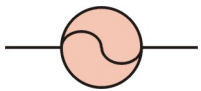

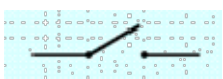

K：庫侖常數

Q、q：兩物體帶電量單位庫侖（C）

r：兩物體的距離，單位公尺（m）

1-2 電路

常用電路符號：

燈泡		伏特計	
電池（直流電源）		安培計	
交流電源		保險絲	
開關		電阻	

電壓（電位差）：

每一單位電量（Q）所擁有的電能（E）

1 伏特（V）電壓可使 1 庫侖（C）電量有 1 焦耳（J）的電能

$$V = \frac{E}{Q}$$

電流：電荷流動

單位時間通過某一截面積的電量

$$I = \frac{Q}{t}$$

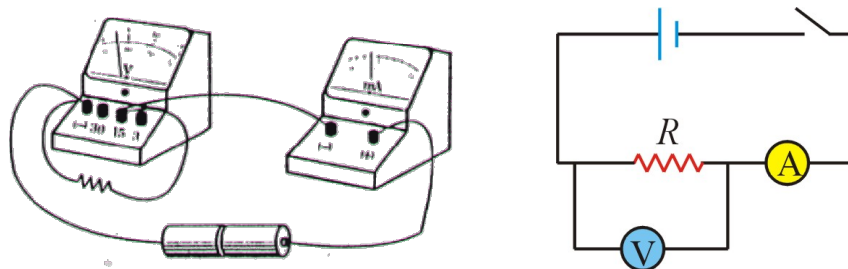
電流、電子流：

早期科學家認為在電路中流動的是正電荷，但實際上流動的是電子（負電荷）。

伏特計：量電壓，並聯

安培計：量電流，串聯





電阻 (R) :

電流 (I) 在導體中流動的難易程度

影響電阻 (R) 大小的因素，長度 (L)，截面積 (A)

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (\rho : \text{電阻率, 與材質有關})$$

一般而言，金屬的溫度越高，電阻越高

金屬中，銀 (Ag) 電阻最小，銅 (Cu) 次之

歐姆定律： $R = \frac{V}{I}$

金屬材質在固定溫度下，電阻固定。

有些材質不遵守歐姆定律...例如：二極體，只允許電流單方面通過，電阻值大小不固定

電池串聯

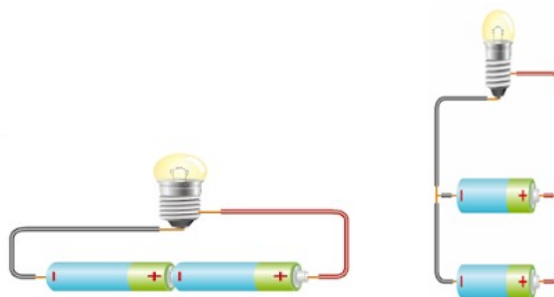
I 固定

$$V = V_1 + V_2$$

電池並聯

$$V = V_1 = V_2$$

$$I = I_1 + I_2$$



電阻連接

串聯： $V = V_1 + V_2$

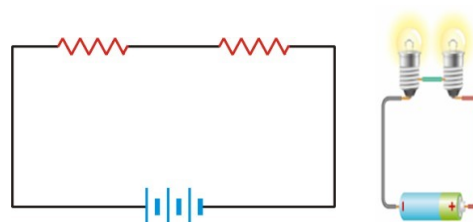
只有一個迴路，電流 I 固定

$$IR = IR_1 + IR_2$$

$$R = R_1 + R_2$$

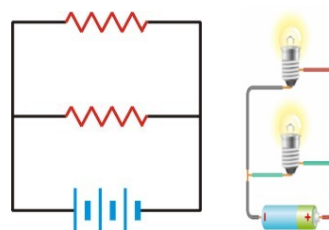
並聯： $I = I_1 + I_2$

$$I = \frac{V}{R}$$

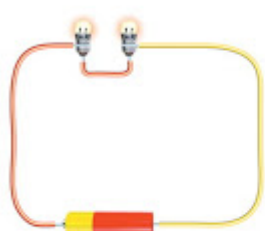


$$\frac{V}{R} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} \quad (V = V_1 = V_2)$$

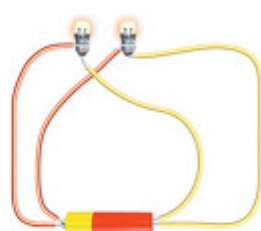
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



燈泡的串聯與並聯



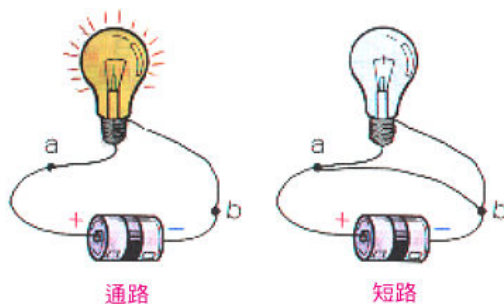
兩個燈泡串接在同一個通路上，這種接法稱為燈泡的串聯。



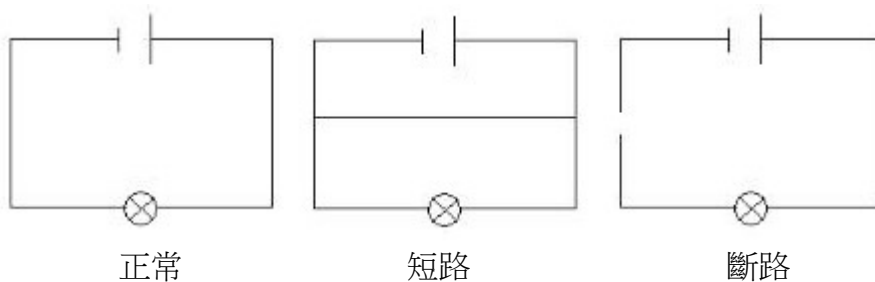
將兩個燈泡的通路分開，這種接法稱為燈泡的並聯。

短路：是指在正常電路中電壓不同的兩點不正確地直接碰接或被阻抗（或電阻）非常小的導體接通時的情況。

電線電阻非常小，短路時，會發熱，熱功率很大。危險！



斷路：迴路斷掉



電池：

伏打電池

一次電池

乾電池（碳鋅電池）

鹼性電池（鹼猛電池）

鈕釦電池

二次電池

鋰電池

鉛蓄電池

電流流經過電阻時，會發光發熱（將電能轉變成光能、熱能）傳遞能量的電子不會消失。

電能、電位能（焦耳 J）：在電路中，電流通過【電阻】時所釋放出的【電能】或是對電阻所作的【功】，其中電源所提供的電能，或是電阻消耗的電能，都稱為電位能（電能、電功）。電流通過電路(電阻)時，電位沿著電流方向下降，電能轉變成各種不同形式的能量。

$$V = \frac{E}{Q} \Rightarrow E = Q \times V$$

$$V = IR, I = \frac{Q}{t} \Rightarrow E = IV \times t = I^2 R \times t = \frac{V^2}{R} \times t$$

迴路電路中，1 庫侖 (C) 電量通過 1 伏特 (V) 電位差，會有 1 焦耳 (J) 的電位能
1 卡 = 4.18 焦耳

電功率（瓦特 W）：電路中單位時間內所消耗的電能，稱為【電功率】

$$P = \frac{E}{t} = IV = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

電功率越大越耗電

電風扇標示 65W、110V 表示，在使用 110V 電壓下，每秒消耗 65 焦耳的電能。

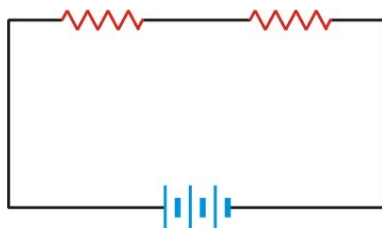
$$\text{通過的電流為 } I = \frac{P}{V} = \frac{65 \text{ W}}{110 \text{ V}} \approx 0.59 \text{ A}$$

電阻串聯、並聯時的電功率

串聯： $P = I^2 R$

I 一樣， $P \propto R$ ，電阻愈大，電功率愈大 電功率和電阻成正比。

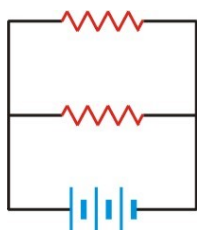
$$P = P_1 + P_2$$



並聯： $P = \frac{V^2}{R}$

V 一樣， $P \propto \frac{1}{R}$ ，電阻愈大，電功率愈小 電功率和電阻成反比。

$P = P_1 + P_2$



相同電壓 (V) 下

串聯越多，總電阻 ($R = R_1 + R_2$) 越大，

總電流 ($I = \frac{V}{R} = \frac{V}{R_1 + R_2}$) 越小，

總功率 $P = IV$ 變小。

並聯越多，總電阻 ($\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ ， $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$) 越小，

總電流 ($I = \frac{V}{R} = \frac{(R_1 + R_2)V}{R_1 R_2}$) 越大，

總功率 $P = \frac{V^2}{R}$ 變大。

東海物理教學實驗室【下學期】

電阻色碼

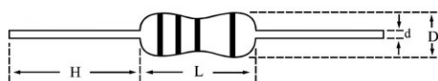
顏色	位數	指數	誤差
黑	0	10^0	/
棕	1	10^1	1%
紅	2	10^2	2%
橘	3	10^3	/
黃	4	10^4	/
綠	5	10^5	0.5%
藍	6	10^6	0.25%
紫	7	10^7	0.10%
灰	8	10^8	0.05%
白	9	10^9	/
金	/	0.1	5%
銀	/	0.01	10%
無色	/		20%

精密電阻

33

東海物理教學實驗室【下學期】

電阻瓦數

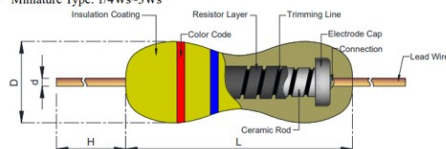


瓦數越大，電阻越大顆

$\frac{1}{8}W, \frac{1}{4}W, \frac{1}{2}W, 1W, 2W$



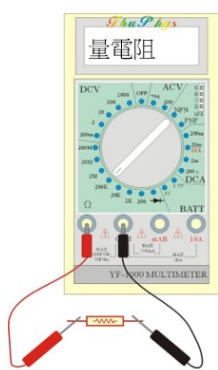
- Standard Type: 1/8W~2W
- Miniature Type: 1/4Ws~3Ws



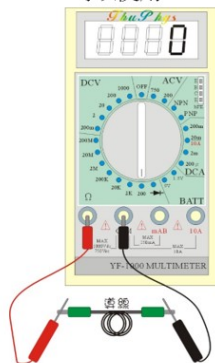
STYLE		DIMENSIONS(mm)			
Normal	Miniature	L	D	H	d
CF-1/8W	CF1/4Ws	3.3 \pm 0.2	1.8 \pm 0.3	2.9 \pm 2.0	0.45 \pm 0.03
CF-1/8W	CF1/4Ws	3.3 \pm 0.2	1.8 \pm 0.3	2.9 \pm 2.0	0.45 \pm 0.03
	CF1/2Wss	3.3 \pm 0.2	1.8 \pm 0.3	2.9 \pm 2.0	0.45 \pm 0.03
CF-1/4W	CF1/2Ws	6.3 \pm 0.5	2.3 \pm 0.3	2.8 \pm 2.0	0.55 \pm 0.03
CF-1/3W	CF1/2Wss	8.5 \pm 0.5	2.7 \pm 0.5	2.7 \pm 2.0	0.60 \pm 0.03
CF-1/2W	CF1Ws	9.0 \pm 0.5	3.2 \pm 0.5	2.6 \pm 2.0	0.65 \pm 0.03
CF-1W	CF2Ws	11.5 \pm 1.0	4.5 \pm 0.5	3.5 \pm 2.0	0.78 \pm 0.03
CF-2W	CF3Ws	15.5 \pm 1.0	5.0 \pm 0.5	3.2 \pm 2.0	0.78 \pm 0.03

東海物理教學實驗室【下學期】

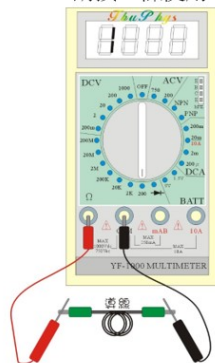
三用電表檢查導線-量電阻



螢幕顯示"0"
導線OK
可以使用



螢幕顯示"1"
導線掛了
請換一條使用



實驗室使用的連接線長度都不長
(了不起 2m 已經很長了，大多數是 30~60cm 長)
因此量到的電阻值會很小，接近"0"
如果你量到幾歐姆的電阻值...
那...先檢查一下測試線！

電池化學反應

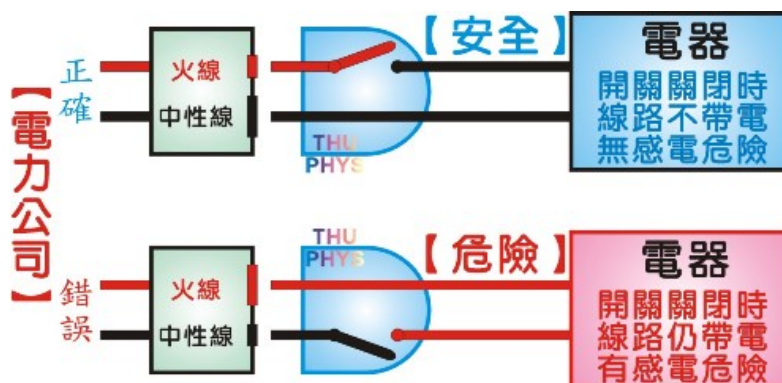
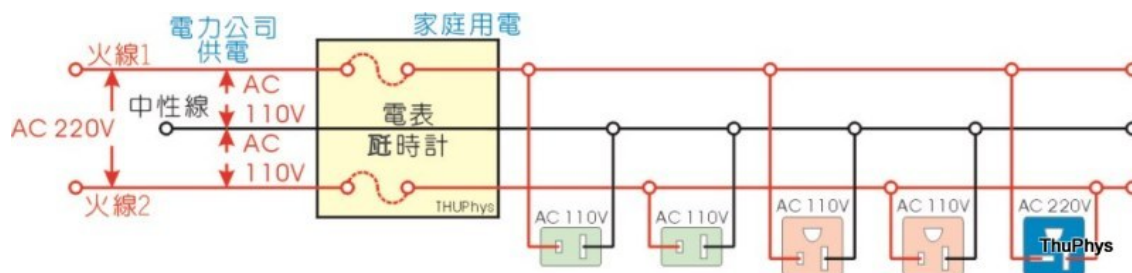
電力傳輸 與 用電安全

發電廠輸出的電： $P_1 = IV$

電線傳輸損耗： $P_2 = I^2R$

用戶得到的電能： $P_1 - P_2$ ，電力傳輸...高電壓、低電流

家庭用電：



市售**延長線**容許電流為 15A，最大功率大多為 1650W，如下圖所示。



家用配電一個**無熔絲開關**可通過電流為 20A 或 30A。一般家用配電，會安排三至四個無熔絲開關，一組線路為電燈、一組為插座、一組冷氣專用、一組廚房專用。



一般乾電池不可充電

外形 (英文代號)	台灣編號
D	一號電池
C	二號電池
AA	三號電池
AAA	四號電池
N	五號電池
AAAA	六號電池



電費計算

因為電費帳單的關係我們常會把【仟瓦小時】當成是電單位。

一度電：一仟瓦小時，功率 1 仟瓦的電器，連續使用一小時，電表使用為 1 度電。

電暖器消耗功率為 1200W，也就是說，當此電器連續使用 1 小時的時候，電表會跑 1.2 度。

貳：仟瓦

電器耗電量 1kW，使用電壓為 110V ...表示消耗電流為 $\frac{1000 W}{110 V} = 9.09 A$