

第一章 化學反應

❖ 化學反應

1.化學反應：

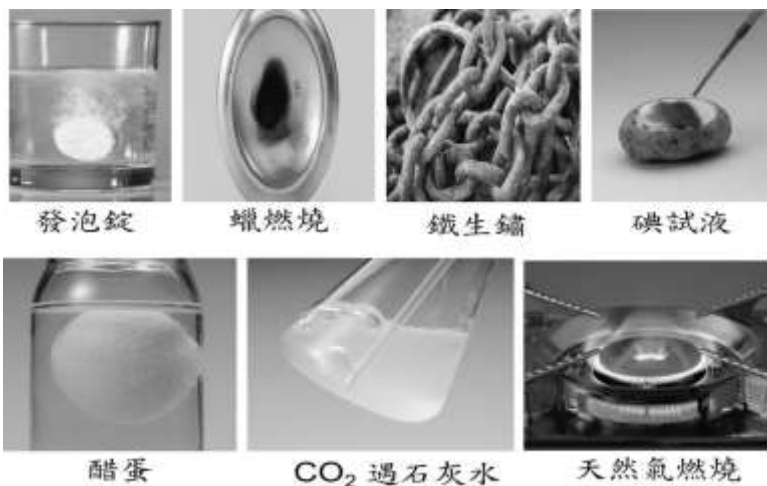
(1) 當物質發生變化時，若有新物質產生者，稱為「化學反應（變化）」。

⇒ 依道耳頓的原子說，化學反應為原子發生重排。

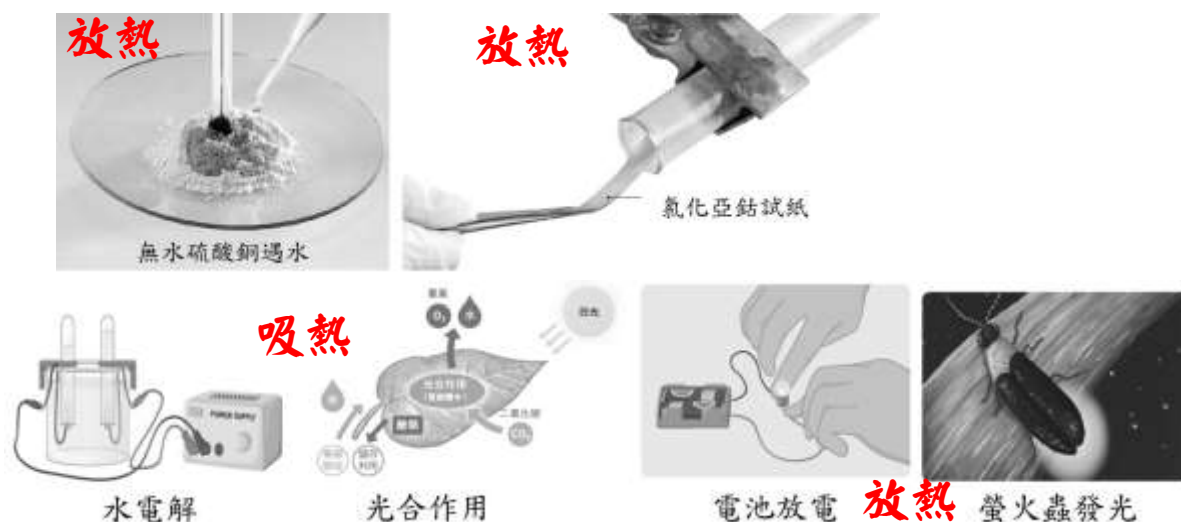
2.化學反應常見的現象：伴隨新物質生成及能量轉換。

常見的現象	實 例 說 明
生成沉澱	① 二氧化碳（口吹氣）通入澄清石灰水，產生 <u>CaCO₃</u> 白色沉澱 ② 氯化鈣與碳酸鈉反應，產生 <u>CaCO₃</u> 白色沉澱
產生氣體	① 碳酸氫鈉（小蘇打）受熱，產生 <u>CO₂</u> 氣體 ② 酸與碳酸鈣反應，產生 <u>CO₂</u> 氣體（醋蛋） ③ 發泡錠遇水，產生 <u>CO₂</u> 氣體
顏色改變	① <u>藍</u> 色硫酸銅晶體受熱，變為 <u>白</u> 色粉末 ② 酸鹼指示劑（試紙）、碘液檢測澱粉的變色 ③ <u>藍</u> 色氯化亞鈷試紙，遇水後變為 <u>粉紅</u> 色 ④ 其他：食物烤焦、 <u>黃褐</u> 色鐵鏽、生蛋白加熱變 <u>白</u> 色
發出光及熱	① 鎂帶、蠟燭、天然氣...燃燒 ② 施放煙火
伴隨能量轉換	① <u>吸</u> 熱反應：小蘇打受熱、硫酸銅受熱、食鹽溶於水 ② <u>放</u> 熱反應：暖暖包、氧化燃燒、無水硫酸銅加水

3.化學反應的現象示意圖：

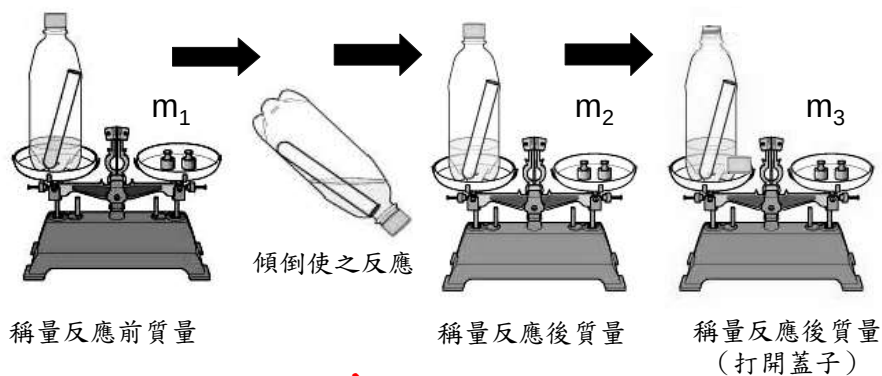


4.化學反應的能量變化示意圖：



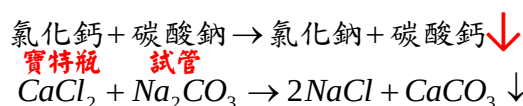
❖ 質量守恆定律

1. 化學反應前後的質量關係：實驗設計



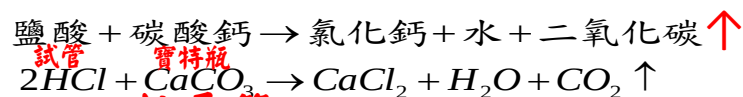
(1) 實驗一：氯化鈣與碳酸鈉反應，生成白色的CaCO₃沉澱。

⇒ 質量關係： $m_1 = m_2 = m_3$ 。



(2) 實驗二：稀鹽酸與大理石反應，生成CO₂氣體

⇒ 質量關係： $m_1 = m_2 > m_3$ 。



2.質量守恆定律：法國人拉瓦節提出

(1) 內容：在化學反應中，反應前所有物質的總質量恆等於反應後所有物質的總質量。

① 定律：反應前總質量＝反應後總質量

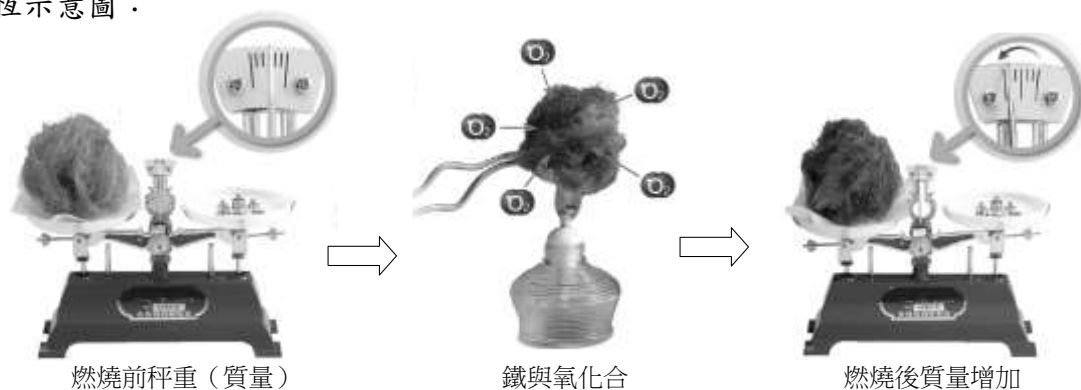
② 完全反應時：『完全』是指反應物均用完。

此時 ⇒ 反應物總質量＝生成物總質量。

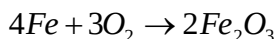
(2) 驗證：密閉系統中（和外界無質量交換）

⇒ 一般化學反應均符合質量守恆定律（核反應除外）

3. 質量守恆示意圖：

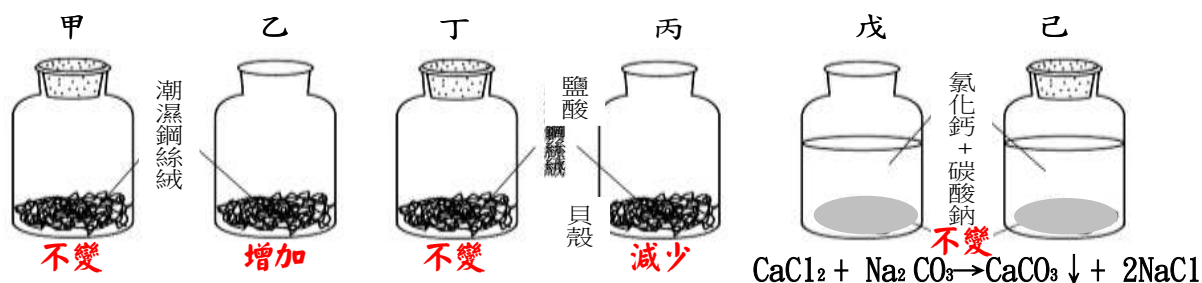


鐵 + 氧 → 氧化鐵



❖ 範例解說

1. 依質量守恆實驗程序，試回答下列問題，如圖：



(1) 反應後，系統總質量增加的是 乙。

(2) 反應後，系統總質量減少的是 丙。

(3) 反應前後，系統總質量不變的是 甲丁戊己。

(4) 哪些廣口瓶的反應會遵守質量守恆定律呢？ 甲乙丙丁戊己。
(全部遵守)

2. 若 A 物質與 B 物質反應能生成物質 C 和 D，今有 10 克 A 和 2 克 B 互相反應後，產生 3 克 C、剩下 1 克 A 且 B 耗盡：求產生的 D 物質 8 克。

3. 將 16 公克的硫完全燃燒後，生成物重 32 公克，試問有多少公克的氧參與反應？ 16 公克。
 SO_2

4. 如圖是銅粉和氧氣反應生成氧化銅時，參與反應的銅粉和產物氧化銅質量的關係圖，則：

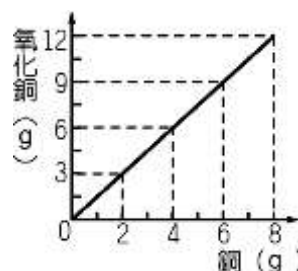
① 此反應進行時反應物銅、氧及生成物氧化銅的質量比為？ 2:1:3。

② 若有 20 公克銅完全與氧反應，需耗去氧 10 公克，會生成氧化銅 30 公克。

③ 若有 30 公克的銅與 20 公克的氧反應時：

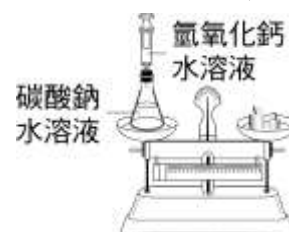
① 反應物何者會有剩下？ 氧；且剩下 5 公克。

② 會生成 45 克氧化銅。



❖練習題(題目出處：教育部國中學學習資源網)

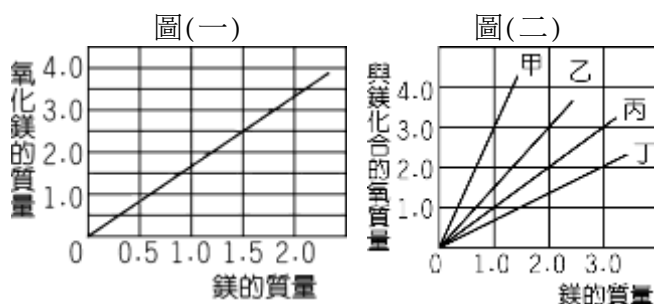
- () 1. 在下列化學反應式中：鎂+鹽酸→氫氣分子+氯化鎂；若反應物中有 60 個氯原子，則生成物中有多少個氯原子？
(A) 15 (B) 30 (C) 45 (D) 60
- () 2. 附圖中，碳酸鈉溶液重 a 克，氯化鈣溶液重 b 克，整套裝置總重量 w 克，則下列敘述何者正確？
(A)兩種溶液混合後，將產生黃色沉澱
(B)反應後，因有沉澱生成，故稱總重量大於 w 克
(C)將沉澱過濾後稱重，其重量小於 (a+b) 克
(D)當化學變化產生沉澱時，就不再遵守質量守恆定律。
- () 3. 將一密閉的化學裝置在天平上秤量，如附圖。當在碳酸鈉溶液中注入氫氧化鈣水溶液後，下列敘述何者正確？
(A)會有沉澱產生，重量增加
(B)沉澱物為 NaOH
(C)本實驗可用以說明質量守恆定律
(D)天平的右盤會下傾。
- () 4. 根據「質量守恆定律」，下列敘述何者正確？
(A)化學反應在密閉容器內進行，才能遵守質量守恆定律
(B)化學反應若產生氣體，則不遵守質量守恆定律
(C)化學反應進行中，若產生熱反應，則不遵守質量守恆定律
(D)質量守恆定律在一般的化學反應中皆能成立。
- () 5. 小軒在網路上學習到醋蛋的製作辦法，想嘗試自己做看看，於是他翻箱倒櫃找到一個有蓋子可密封的透明玻璃罐，先放入乾淨的雞蛋與鵪鶉鳥蛋，再倒入食醋，這時候可以看見微小的氣泡從蛋殼表面冒出，小軒想說先讓氣泡都產生完畢，再鎖上蓋子。請問剛倒入食醋於玻璃罐時，食醋與雞蛋、鵪鶉鳥蛋與玻璃罐的總質量 W_1 與氣泡都產生完畢的食醋、雞蛋、鵪鶉鳥蛋與玻璃罐的總質量 W_2 ，這兩者的質量大小關係為何？
(A) $W_1 = W_2$ ，因氣泡沒有質量
(B) $W_1 > W_2$ ，因二氧化碳氣體逸散，導致質量減輕
(C) $W_1 < W_2$ ，因食醋會吸收空氣中的二氧化碳，導致質量增加
(D) $W_1 = W_2$ ，根據質量守恆定律，反應前、後質量不變。
- () 6. 將 25 公克的甲物質加熱完全分解成 10 公克的乙物質和丙氣體，若將丙氣體與某物質 X 完全反應後生成 19 公克丁產物，則 X 應為多少公克？
(A)4 公克 (B)5 公克 (C)6 公克 (D)7 公克。
- () 7. 用石灰水檢驗二氧化碳時，所生成的白色混濁物為：
(A)草酸鈣 (B)碳酸鈣 (C)氯化鈣 (D)硫酸鈣。
- () 8. 依據道耳吞的原子說，我們若將 NaHCO_3 加熱，絕對不可能產生下列哪一種生成物？
(A) Na_2CO_3 (B) CO_2 (C) H_2O (D) SO_2 。



- () 9. 取 6 克的木炭燃燒生成二氧化碳 22 克，則 6 克木炭完全燃燒須和純氧多少克化合？ (A) 6 (B) 18 (C) 16 (D) 24。
- () 10. 物質發生化學變化後，何者一定會改變？
(A)原子的總個數 (B)原子的種類 (C)分子的總個數 (D)分子的種類。
- () 11. 若將鑽石在高溫下與氧燃燒，依照鑽石的成分推測可以產生哪一種產物？
(A) CO_2 (B) SO_2 (C) NO_2 (D) P_4O_{10} 。
- () 12. 已知某固體純物質不會與水反應，在此固體上滴入數滴鹽酸後，有二氧化碳氣體產生，則此固體一定含有下列哪些元素？
(A)碳和氫 (B)碳和氧 (C)氯和氫 (D)氯和氧。
- () 13. 在一個真空的密閉容器中放入甲、乙、丙、丁四種物質，於適當的條件下使其充分反應，經過一段時間後，測得相關資料如表所示。關於此反應的敘述，下列何者正確？

物質	甲	乙	丙	丁
反應前質量(公克)	6	1	2	32
反應後質量(公克)	?	25	2	14

- (A)反應後，甲的質量為 1 公克 (B)乙和丁的質量變化量之比為 3：4
(C)甲和丁可能是此化學反應的反應物 (D)乙和丙可能是此化學反應的生成物。
- () 14. 8 公克甲物質恰與 20 公克乙物質完全反應，其反應方程式為： $2\text{甲} + \text{乙} \rightarrow 3\text{丙}$ ，則產生的丙物質為多少公克？ (A)24 (B)28 (C)36 (D)48。
- () 15. 將盛有 100 公克乙醇的酒精燈點燃，燃燒一段時間後，剩下 40 公克的乙醇，若燃燒後僅產生 H_2O 與 CO_2 ，其質量共為 X 公克，則 X 的大小為何？
(A) $X=40$ (B) $60 > X > 40$ (C) $X=60$ (D) $X > 60$ 。
- () 16. 假設鎂完全燃燒後的白色物質都是氧化鎂，其實驗結果如圖(一)所示，試問圖(二)中哪一條直線(甲、乙、丙、丁)是表示反應後鎂與氧的質量關係？
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。



- () 17. 真真發現在加熱小蘇打的實驗中，氣球不斷的膨脹，如附圖所示。則根據他所觀察到的現象，可得到下列哪一個推論？
(A)氣球受到酒精燈的烘烤後體積變大
(B)小蘇打分解出的氣體使得氣球膨脹
(C)試管被加熱後內部氣體壓力變小
(D)在氣球內部的氣體壓力變小，故體積膨脹。



1-2 化學反應的微觀世界

❖ 原子量

1. 原子量：

- (1) 一個原子的真正質量很小，不可直接測得，故用原子量來比較原子質量大小。
- (2) 原子量是原子間的質量 **比值**，不是一個原子的真正質量。
- (3) 原子量標準：以碳-12(質量數 12，質子數 6、中子數 6)為標準，訂定碳的原子量=**12**。(記做**C=12**)

例：3 個氧原子質量約等於 4 個碳原子質量，故氧原子量：碳原子量=4:3，故氧的原子量為 **16**，記做 **O=16**。

- (4) 原子量經比較而得，不一定是為整數(原子量是以同位素在自然界中的比例所算出來平均原子量，故不一定是整數)。

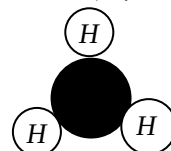
2. 常見原子原子量 (約數, 灰色部份背起來!)

元素名稱	氫	碳	氮	氧	鈉	鎂	鋁	硫	氯	鉀
元素符號	H	C	N	O	Na	Mg	Al	S	Cl	K
原子量	1	12	14	16	23	24.3	27	32	35.5	39
元素名稱	鈣	鐵	銅	鋅	銀	碘	鎢	金	汞	鉛
元素符號	Ca	Fe	Cu	Zn	Ag	I	W	Au	Hg	Pb
原子量	40	56	63.5	65.4	108	127	183.9	197	200.6	207

❖ 分子量

1. 分子量：

- (1) 分子由原子組成，分子中所含有原子的原子量總和，稱為該物質的**分子量**。
- (2) 實例討論： 分子量表示 $\Rightarrow NH_3 = \underline{17}$



$$\text{氮分子量} = \text{H 原子量} \times 3 + \text{N 原子量} \times 1 = \underline{1 \times 3 + 14 \times 1 = 17}。$$

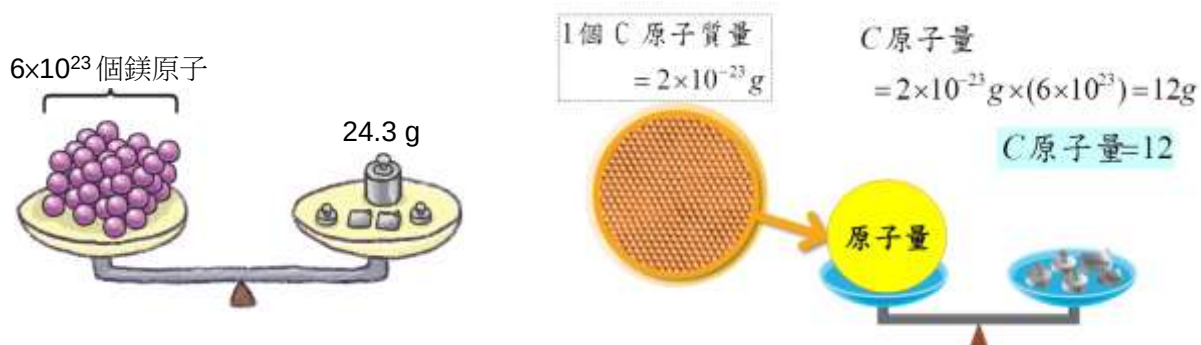
分子	O ₂	CO ₂	Na ₂ CO ₃	C ₆ H ₁₂ O ₆	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁
分子量	32	44	106	180	342

❖ 莫耳與質量

1. 莫耳：原子計量單位

- (1) 物質中含有的原子或分子數目極為龐大，且極微小，無法以肉眼觀察。為了方便計數，科學家制訂 **莫耳** (國際通用為 **mol** 或 **mole**) 這個單位以表示原子或分子的數量。
- (2) C-12 的原子量為 12，將 12 公克碳中所含的碳原子數目稱為 **1 莫耳**。
- (3) 經實驗測得 1 莫耳所含粒子數目約等於六千億兆個原子 = **6x10²³** 個，為了紀念科學家亞佛加厥，將此數稱為 **亞佛加厥** 數。

(4) 莫耳與質量的關係：1 莫耳(6×10^{23} 個)原子的質量大小等於其原子量大小



(5) 物質質量與莫耳數的關係

物質 (化學式)	原子量或分子量	1 莫耳的質量 (g)	質量與莫耳數的關係示意圖	2 莫耳的質量 (g)	1 公克的莫耳數
碳 (C)	12.0	12.0	$\div$ 原子量或分子量 $\times$ 原子量或分子量	24	$\frac{1}{12}$
水 (H ₂ O)	18.0	18.0		36	$\frac{1}{18}$
氮氣 (N ₂)	28.0	28.0		56	$\frac{1}{28}$
氧氣 (O ₂)	32.0	32.0		64	$\frac{1}{32}$
二氧化碳 (CO ₂)	44.0	44.0		88	$\frac{1}{44}$
酒精 (C ₂ H ₅ OH)	46.0	46.0		92	$\frac{1}{46}$
葡萄糖 (C ₆ H ₁₂ O ₆)	180.0	180.0		360	$\frac{1}{180}$

(5) 推想 ❶：已知水的分子量 = 18 $\Rightarrow$ 表示 1 莫耳的水有 18 克，則：

- ① 90 公克的水，相當於 5 莫耳的水
- ② 6 莫耳的水，相當於是 108 公克的水
- ③ 10 莫耳的水，相當於是 6×10^{24} 個水分子

$$\text{莫耳數} = \frac{\text{粒子數}}{6 \times 10^{23}} = \frac{\text{質量}}{\text{原子量或分子量}}$$

原子量與分子量有單位嗎？

(1) 若是作為粒子間質量的比較，則原子量與分子量是比較而得的比值，沒有單位，例如氧的原子量為 16。

(2) 若是代表每 1 莫耳粒子的質量，即經由 $(\text{莫耳數} = \frac{\text{質量}}{\text{原子量或分子量}})$ 換算而得，則原子量與分子量的單位為「公克／莫耳」。

2. 原子量回家作業

原子	C	H	O	N	S
原子量	12	1	16		
每莫耳原子質量					
每個原子質量	$\frac{12}{6 \times 10^{23}} \text{ g}$	$\frac{1}{6 \times 10^{23}} \text{ g}$	$\frac{16}{6 \times 10^{23}} \text{ g}$	$\frac{14}{6 \times 10^{23}} \text{ g}$	$\frac{32}{6 \times 10^{23}} \text{ g}$

❖ 範例解說

1. 碳與甲的原子質量比=4:5，若碳的原子量為12，則：

① 甲的原子量= 15。

② 若碳的原子量基準改為36，則甲的原子量= 45。

2. 某原子1個之質量為 3×10^{-23} g，則其原子量= 18。

3. 求 3×10^{22} 個氧原子的質量= 0.8 克。

4. 某分子分子式為 A_2 ，其一個分子之質量為 9×10^{-23} g，則：
其分子量= 54；A 原子量為 27。

5. 求 6×10^{22} 個氨分子 (NH_3) 的質量= 1.7 克。

6. 葡萄糖分子 10 莫耳 ($C_6H_{12}O_6$) 中：

① 相當於 6×10^{24} 個葡萄糖分子= 1800 克葡萄糖。

② 含有 60 莫耳碳原子= 3.6×10^{25} 個碳原子= 720 克碳原子

③ 含有 120 莫耳氫原子= 7.2×10^{25} 個氫原子= 120 克氫原子

④ 含有 60 莫耳氧原子= 3.6×10^{25} 個氧原子= 960 克氧原子

⑤ 共含有 1.44×10^{26} 個原子。

❖練習題：

- () 1. 有關 CO_2 分子的敘述，何者錯誤？(C=12, O=16)
(A) 由兩種元素組成，所以是混合物 (B) 分子量為 44
(C) 含有 1 個 C 原子及 2 個 O 原子 (D) 比氧分子重。
- () 2. 一莫耳的氫氧化鈣 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 分子共含有原子多少個？
(A) $3 \times 6 \times 10^{23}$ (B) $4 \times 6 \times 10^{23}$ (C) $5 \times 6 \times 10^{23}$ (D) $6 \times 6 \times 10^{23}$ 。
- () 3. 已知二氧化碳的分子式為 CO_2 ，則 1 莫耳的 CO_2 分子中，下列敘述何者錯誤？
(A) 含有 CO_2 分子 6×10^{23} 個 (B) 含有碳原子 6×10^{23} 個
(C) 含有氧原子 6×10^{23} 個 (D) 共含有原子 $3 \times 6 \times 10^{23}$ 個。
- () 4. 已知磷的分子式為 P_5 ，且其原子序為 15，中子數為 16，則該分子的分子量約為：
(A) 31 (B) 75 (C) 80 (D) 155。
- () 5. 已知鈣的原子量為 40，碳的原子量為 12；氧的原子量為 16。試求碳酸鈣(CaCO_3)的分子量？(A) 78 (B) 100 (C) 110 (D) 176。
- () 6. 已知甲醇的分子式為 CH_3OH ，則甲醇的分子量是多少？(碳原子量 12；氫原子量 1；氧的原子量 16) (A) 64 (B) 48 (C) 39 (D) 32。
- () 7. 18 公克的水是多少個水分子的全部重量？
(A) 3×10^{23} (B) 6×10^{23} (C) 1.2×10^{24} (D) 1.8×10^{24} 。
- () 8. 上皿天平左盤、右盤依次倒入 20g 水及 6×10^{23} 個水分子，則天平指針會向？
(A) 右偏 (B) 左偏 (C) 只在正中間 (D) 單位不同，無法比較。
- () 9. 下列何者為分子量的單位？(A) 公克 (B) 個 (C) 立方公分 (D) 沒單位。
- () 10. 下列關於 1 莫耳敘述，何者較為正確？
(A) 說明粒子的重量共 6×10^{23} 公克 (B) 說明粒子的體積共 6×10^{23} 毫升
(C) 表示粒子的數量， 6×10^{23} 個 (D) 只是數字， 6×10^{23} ，沒有任何單位。
- () 11. 氧的原子量為 16 是指：
(A) 1 莫耳氧原子質量 16 公克 (B) 1 公克氧原子有 16 莫耳原子
(C) 16 莫耳的氧原子質量是 1 公克 (D) 每莫耳氧原子的質量是 16×10^{23} 公克。
- () 12. 已知二氧化碳的分子式為 CO_2 ，則 1 莫耳的 CO_2 分子中，下列敘述何者錯誤？
(A) 含有 CO_2 分子 1 莫耳 (B) 含有碳原子 1 莫耳
(C) 含有氧分子 1 莫耳 (D) 共含有原子 3 莫耳。
- () 13. 乙醇的分子式為 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ，葡萄糖的分子式為 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ，丙烷的分子式為 C_3H_8 ，若有同樣莫耳數的這些分子，何者所含的氫原子數最多？
(A) 乙醇 (B) 葡萄糖 (C) 丙烷 (D) 都相同。
- () 14. 下列有關分子量的計算，何者正確？(H=1、C=12、O=16、Na=23、Cl=35.5、S=32)
(A) 乾冰(CO_2)=18 (B) 食鹽(NaCl)=94
(C) 硫酸(H_2SO_4)=80 (D) 小蘇打(NaHCO_3)=84。

- () 15. 常溫時，下列哪一種物質含有的氧原子數最多？
 (A) 0.2 莫耳氧氣 (B) 4.4 公克二氧化碳
 (C) 0.1 莫耳碳酸鈉 (D) 3.6 公克水
- () 16. 一莫耳氫氣(H_2)和 1 莫耳二氧化碳(CO_2)，哪一個分子數較多？
 (A) 氫氣 (B) 二氧化碳 (C) 一樣多 (D) 不同的氣體，無法比較。
- () 17. 我們每日生活中需喝大量的水，設一天喝 3000c.c. 的水，則一天喝下多少個水分子？ (A) 10^{25} (B) 10^{26} (C) 10^{27} (D) 10^{24} 。
- () 18. 若自然界發現一新元素，其原子核中有 115 個質子，170 個中子，核外有 115 個電子，則原子量為多少？ (A) 115 (B) 230 (C) 285 (D) 340。
- () 19. 某物質之分子式為 $HXC O_3$ ，X 為未知元素，僅知其分子量為 84，請問 X 之原子量應為多少？ (H: 1、O: 16、C: 12)
 (A) 84 (B) 55 (C) 29 (D) 23。
- () 20. 請問下列選項之原子量或分子量何者正確？
 (A) C 的原子量為 12 (B) C_2B 的分子量為 62
 (C) AB_2 的分子量為 22 (D) D_2A 的分子量為 8。
- | | A | B | C | D |
|-----|---|---|----|---|
| 質子數 | 6 | 8 | 11 | 1 |
| 中子數 | 6 | 8 | 12 | 0 |
- () 21. C 和 O 的原子序、質量數與電子數分別如附表，則一個 CO_2 分子中共含有幾個質子？
 (A) 14 (B) 20 (C) 22 (D) 44。
- | | 原子序 | 電子數 | 質量數 |
|---|-----|-----|-----|
| C | 6 | 6 | 12 |
| O | 8 | 8 | 16 |
- () 22. 有關 CO_2 分子的敘述，何者錯誤？ (C=12，O=16)
 (A) 由兩種元素組成 (B) 含有 1 個 C 原子及 2 個 O 原子
 (C) 分子量為 28 (D) 分子的電性為電中性。
- () 23. 下列各物質中，何者所含的氫原子個數最少？ (原子量：H=1，C=12，O=16)
 (A) 180 克的 $C_6H_{12}O_6$ (B) 32 克的 CH_4 (C) 36 克的 H_2O (D) 16 克的 CH_3OH 。
- () 24. 0.5 莫耳的水分子 (H_2O) 內：
 (A) 含有 0.5 莫耳的氫原子 (B) 含有 0.5 莫耳的氧原子
 (C) 含有原子總數為 0.5 莫耳 (D) 含有分子總數為 1.5 莫耳。
- () 25. 1 莫耳的氫氣約相當於多少個氫原子？ (A) $2 \times 6 \times 10^{23}$ (B) 6×10^{23} (C) 2 (D) 1。
- () 26. 下列物質各 10 公克，何者所含的分子數目最多？ (A) O_2 (B) H_2O (C) C_3H_8 (D) H_2 。
- () 27. $4^\circ C$ 時，假設燒杯中有 180ml 的水 (H=1，O=16)。則下列的敘述，何者錯誤？
 (A) 這些水共 10 莫耳 (B) 燒杯內共有約 180×10^{23} 個水分子
 (C) 水分子可以在燒杯內移動 (D) 結冰後體積膨脹，但分子數不變。
- () 28. 已知氧的原子量為 16，則：
 (A) 1 個氧原子的質子有 16 個 (B) 16 個氧原子為 1 莫耳
 (C) 1 莫耳氧原子的質量為 16 公克 (D) 1 莫耳氧氣的質量 16 公克。
- () 29. 一莫耳氧分子之質量為 32 公克，則一個氧原子之質量為多少公克？
 (A) 5.33×10^{-23} (B) 2.67×10^{-23} (C) 32 (D) 16。

- () 30. 已知氫的原子量為 1，碳的原子量為 12。若有一化合物分子視為 CH_4 ，則其分子量為何？ (A) 13 (B) 16 (C) 44 (D) 52。
- () 31. 關於「1 莫耳銅」的敘述，下列何者正確？
(A) 有 6×10^{23} 個銅原子 (B) 有 6×10^{23} 公克的銅
(C) 有 1 個銅原子 (D) 有 1 公克的銅。
- () 32. 一莫耳的 CO_2 共有碳原子多少個？
(A) 6×10^{23} (B) 1.2×10^{24} (C) 1.8×10^{24} (D) 2.4×10^{24} 。
- () 33. 碳的原子量為 12，則 24 克碳含有碳原子若干莫耳？
(A) 1 (B) 2 (C) 3×10^{23} (D) 1.2×10^{24} 。
- () 34. 碳的原子量為 12，則 24 克碳含有碳原子若干個？
(A) 1 (B) 2 (C) 3×10^{23} (D) 1.2×10^{24} 。
- () 35. 6×10^{23} 個氧分子的質量為多少公克？(原子量：O=16)
(A) 4 公克 (B) 8 公克 (C) 16 公克 (D) 32 公克。
- () 36. 下列三種物質：甲：3 莫耳水、乙：2 莫耳二氧化碳、丙：2 莫耳氫氧化鈉，其質量大小依序為(原子量：H=1，O=16，Na=23，C=12)
(A) 甲>丙>乙 (B) 乙>丙>甲 (C) 丙>甲>乙 (D) 甲=乙=丙。
- () 37. 下列各物質的分子量何者錯誤？(原子量：C=12、H=1、O=16、S=32)
(A) $\text{H}_2\text{O}=18$ (B) $\text{CO}=28$ (C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}=46$ (D) $\text{H}_2\text{SO}_4=88$ 。
- () 38. 某非金屬氧化物 XO_2 的分子量等於 64，則 X 為下列哪一個元素？
(原子量：C=12、N=14、S=32、H=1、O=16) (A) C (B) N (C) S (D) H。
- () 39. 甲元素的原子對乙元素的原子重量比為 3：1，而乙元素原子對碳原子之重量比為 4：3，則甲元素的原子量為 (A) 12 (B) 24 (C) 36 (D) 48。
- () 40. (甲) 2.4×10^{23} 個 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 分子；(乙) 0.3 莫耳 CaCO_3 分子；(丙) 1.2×10^{23} 個 CO_2 分子；(丁) 0.5 莫耳 H_2SO_4 分子；以上這四種分子，何者之質量最大？
(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。
- () 41. 分子量若以「克」為單位，代表的意義是：
(A) 1 個分子的重量 (B) 6×10^{23} 個分子全部的重量
(C) 6×10^{23} 個原子全部的重量 (D) 1 莫耳原子全部的重量。
- () 42. 若化合物之分子式為 M_xO_3 ，分子量為 160，且原子量 M 為 56 而 O 為 16，則該化合物分子中含有幾個 M 原子？(A) 1 個 (B) 2 個 (C) 4 個 (D) 5 個。
- () 43. 食用醋中含有 3%~5% 的乙酸，其分子式為 CH_3COOH ，則每莫耳乙酸分子的質量為多少公克？(A) 40 公克 (B) 46 公克 (C) 60 公克 (D) 64 公克。
- () 44. 若原子量的標準由原來 C-12 的原子量為改為 24，則下列敘述何項錯誤？
(A) 氫的原子量由 1 變為 2 (B) 1 莫耳的氫原子有 $2 \times 6 \times 10^{23}$ 個
(C) 1 莫耳氫分子質量 1 克 (D) 氫分子之質量不變。

【題組】請閱讀完下文章，並回答第 45-47 題

莫耳的故事

日常生活中，人們購買多數體積較大的物品時，習慣以精準的數量單位作為溝通的方式，但當個體過於細小時，計算上就顯得相當不易，像是在購買米時會以「袋」作為量詞，而不會以幾粒米去計算。在化學計量中，原子或分子是比米粒還要細小的物質，因此科學家為了便於溝通，訂定了單位量詞「莫耳」。

義大利科學家亞佛加厥於西元 1811 年提出假說，「同溫同壓下，同體積的氣體含有相同數目的分子。」這個理論對後來科學家在量測原子量和分子量上非常有幫助，也引發出「莫耳」的觀念。歷史上第一次出現莫耳這個詞，是在西元 1893 年化學家奧士華的著作中提出，當時他將莫耳定義為：「當物質的質量等於其分子量時，該物質數量為 1mol。」自此之後，科學家們在研究的過程，就開始使用莫耳這個單位，但是因為對莫耳各自有不同解釋而造成了數據上的差異，因此國際度量衡協會將 1 莫耳定義為：質量數為 12 之碳原子 (^{12}C) 所含有的原子數目為 1 莫耳，訂定碳的原子量為 12，而 1 莫耳的碳原子為 12 公克。並以此做為標準，其他元素的原子量，則以相對於碳原子質量的比值來表示。

科學家們經過反覆的氣體實驗後發現，無論是何種原子或分子氣體，當計數為 1 莫耳時都是 6×10^{23} 個，且體積相同，這實驗結果完全驗證了亞佛加厥假說，並將 6×10^{23} 稱為亞佛加厥數。

() 45. 根據文章，下列敘述何者正確？

- (A) 莫耳是一種重量單位 (B) 不同原子一莫耳的體積不相同
(C) 不同原子一莫耳的個數相同 (D) 莫耳數是亞佛加厥發明的

() 46. 下列選項中，何者適合使用莫耳作為單位？

- (A) 圖書館藏書數量 (B) 臺灣的人口數量
(C) 銀戒子的原子數量 (D) 進口的豬隻數量

() 47. 依據文章知道 1 莫耳碳原子的重量，而 1 克拉（約 0.2 公克）的鑽石，相當於有多少莫耳的碳原子？

- (A) 0.2 (B) 1/60 (C) 60 (D) 2.4

❖ 化學反應式

1. 寫化學反應式程序：表達實驗結果，不可憑空杜撰

(1) 寫出化學式：表示「反應物」與「生成物」

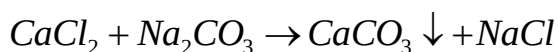
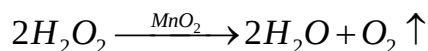
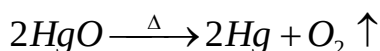
(2) 標示箭號(→)：表示反應進行的方向。

① 箭號左邊是反應物，右邊是生成物(反應物或生成物不只一種，以加號(+))連接)

② 反應條件：標示於箭號(→)的上、下方

① Δ 加熱、↑ 氣體、↓ 沉澱

② 溫度、壓力、催化劑、狀態....。



(3) 加上均衡係數：

① 化學反應需符合質量守恒定律

② 加上係數，使左右相同種類的原子數目相等⇒ 係數為1時，可省略

③ 係數常以簡單整數比表示，分數表示時亦可

④ 係數表示參與反應的粒子數(分子數或莫耳數)關係。



❖ 方程式平衡練習 1：

1. <u>4</u> Al + <u>3</u> O ₂ → <u>2</u> Al ₂ O ₃
2. <u>1</u> NH ₃ + <u>1</u> HCl → <u>1</u> NH ₄ Cl
3. <u>4</u> HCl + <u>1</u> MnO ₂ → <u>1</u> MnCl ₂ + <u>2</u> H ₂ O + <u>1</u> Cl ₂
4. <u>2</u> CH ₃ OH + <u>3</u> O ₂ → <u>2</u> CO ₂ + <u>4</u> H ₂ O
5. <u>1</u> Na ₂ CO ₃ + <u>2</u> HCl → <u>2</u> NaCl + <u>1</u> CO ₂ + <u>1</u> H ₂ O
6. <u>1</u> CO ₂ + <u>1</u> H ₂ O → <u>1</u> H ₂ CO ₃
7. <u>1</u> NaCl + <u>1</u> AgNO ₃ → <u>1</u> AgCl + <u>1</u> NaNO ₃
8. <u>2</u> KI + <u>1</u> Pb(NO ₃) ₂ → <u>1</u> PbI ₂ + <u>2</u> KNO ₃
9. <u>1</u> Cu + <u>2</u> H ₂ SO ₄ → <u>1</u> CuSO ₄ + <u>1</u> SO ₂ + <u>2</u> H ₂ O
10. <u>2</u> NaOH + <u>1</u> H ₂ SO ₄ → <u>1</u> Na ₂ SO ₄ + <u>2</u> H ₂ O
11. <u>1</u> CaCO ₃ + <u>1</u> H ₂ SO ₄ → <u>1</u> CaSO ₄ + <u>1</u> CO ₂ + <u>1</u> H ₂ O
12. <u>1</u> C ₆ H ₁₂ O ₆ → <u>2</u> C ₂ H ₅ OH + <u>2</u> CO ₂
13. <u>2</u> Mg + <u>1</u> CO ₂ → <u>2</u> MgO + <u>1</u> C
14. <u>1</u> Cu + <u>4</u> HNO ₃ (濃) → <u>1</u> Cu(NO ₃) ₂ + <u>2</u> H ₂ O + <u>2</u> NO ₂
15. <u>3</u> Cu + <u>8</u> HNO ₃ (稀) → <u>3</u> Cu(NO ₃) ₂ + <u>4</u> H ₂ O + <u>2</u> NO

❖ 方程式平衡練習 2：

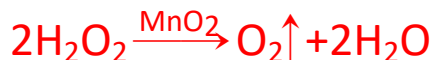
1. 雙氧水以二氧化錳為催化劑，分解成水和氧 <u>2</u> H ₂ O ₂ $\xrightarrow{\text{MnO}_2}$ <u>2</u> H ₂ O + <u>1</u> O ₂
2. 氫和氧反應生成水 <u>2</u> H ₂ + <u>1</u> O ₂ → <u>2</u> H ₂ O
3. 氫和氮反應，生成氨氣 <u>3</u> H ₂ + <u>1</u> N ₂ → <u>2</u> NH ₃
4. 碳在空氣中完全燃燒產生二氧化碳 <u>1</u> C + <u>1</u> O ₂ → <u>1</u> CO ₂
5. 碳在氧氣不足的空氣中，燃燒產生一氧化碳 <u>2</u> C + <u>1</u> O ₂ → <u>2</u> CO
6. 硫在氧中燃燒生成二氧化硫 <u>1</u> S + <u>1</u> O ₂ → <u>1</u> SO ₂
7. 氫氧化鈉 + 硫酸 → 硫酸鈉 + 水 <u>2</u> NaOH + <u>1</u> H ₂ SO ₄ → <u>1</u> Na ₂ SO ₄ + <u>2</u> H ₂ O
8. 大理石與鹽酸反應產生氯化鈣、二氧化碳與水 <u>1</u> CaCO ₃ + <u>2</u> HCl → <u>1</u> CaCl ₂ + <u>1</u> CO ₂ + <u>1</u> H ₂ O
9. 氧化汞受熱分解為汞及氧氣 <u>2</u> HgO → <u>2</u> Hg + <u>1</u> O ₂
10. 甲烷在空氣中燃燒產生二氧化碳和水 <u>1</u> CH ₄ + <u>2</u> O ₂ → <u>1</u> CO ₂ + <u>2</u> H ₂ O
11. 丙烷在空氣中燃燒產生二氧化碳和水 <u>1</u> C ₃ H ₈ + <u>5</u> O ₂ → <u>3</u> CO ₂ + <u>4</u> H ₂ O
12. 乙醇在空氣中燃燒產生二氧化碳和水 <u>1</u> C ₂ H ₅ OH + <u>3</u> O ₂ → <u>2</u> CO ₂ + <u>3</u> H ₂ O
13. 碳酸鈣加熱分解成氧化鈣及二氧化碳 <u>1</u> CaCO ₃ → <u>1</u> CaO + <u>1</u> CO ₂
14. 鈉丟入水中產生氫氧化鈉與氫氣 <u>2</u> Na + <u>2</u> H ₂ O → <u>2</u> NaOH + <u>1</u> H ₂
15. 澄清石灰水(氫氧化鈣)遇二氧化碳產生碳酸鈣沉澱與水 <u>1</u> Ca(OH) ₂ + <u>1</u> CO ₂ → <u>1</u> CaCO ₃ + <u>1</u> H ₂ O
16. 植物行光合作用產生葡萄糖與氧氣 <u>6</u> CO ₂ + <u>6</u> H ₂ O → <u>1</u> C ₆ H ₁₂ O ₆ + <u>6</u> O ₂
17. 氧化鎂溶於水形成氫氧化鎂 <u>1</u> MgO + <u>1</u> H ₂ O → <u>1</u> Mg(OH) ₂
18. 碳酸氫鈉受熱分解產生碳酸鈉、二氧化碳與水 <u>2</u> NaHCO ₃ $\xrightarrow{\Delta}$ <u>1</u> Na ₂ CO ₃ + <u>1</u> CO ₂ + <u>1</u> H ₂ O

❖ 範例解說

1. 鎂帶燃燒，產生氧化鎂。



2. 雙氧水，以二氧化錳催化產生氧及水。



3. 鎂與鹽酸反應，產生氯化鎂及氫氣。



4. 氯化鈣與碳酸鈉反應，產生碳酸鈣沉澱及氯化鈉。



5. 鈉與水反應，產生氫氧化鈉及氫氣。



❖ 化學計量

1. 粒子觀點看化學反應式：

以「氫氣在氧中燃燒會產生水」之反應為例

(1) 氫分子： H_2



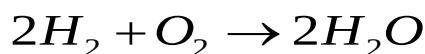
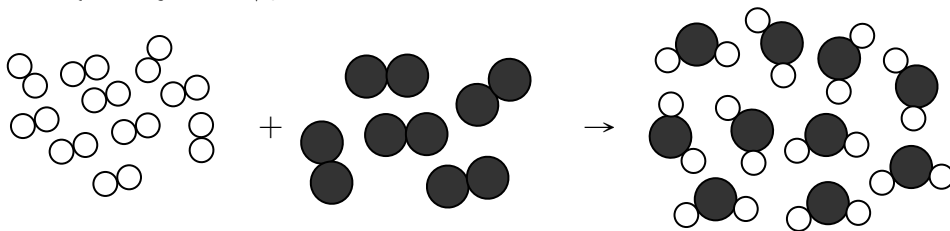
氧分子： O_2



水分子： H_2O



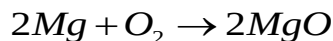
(2) 反應式： 氫 + 氧 $\rightarrow$ 水



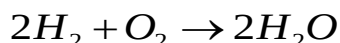
2. 實例討論：(分子量 $\text{H}_2=2$ $\text{O}_2=32$ $\text{H}_2\text{O}=18$)

① 鎂帶燃燒成氧化鎂：係數比 2:1:2。

$\Rightarrow$ 2 個鎂原子與 1 個氧分子，產生 2 個氧化鎂分子



② 質量守恆定律驗證：氫與氧燃燒，產生水蒸氣的反應



$\Rightarrow$ 2 mole 氫分子和 1 mole 氧分子反應，能得到 2 mole 水分子

$\Rightarrow$ 2 個氫分子和 1 個的氧分子反應，能得到 2 個的水分子

$\Rightarrow$ 2 cm^3 氫分子和 1 cm^3 氧分子反應，能得到 2 cm^3 水蒸氣分子

$\Rightarrow$ 1 克氫分子和 8 克氧分子反應，能得到 9 克水分子

能得知：氫:氧:水質量比 = 1:8:9。

3. 化學反應式的係數意義：

(1) 均衡係數表示此反應進行的 分子 數。

① 係數比 = 分子 數比 = 莫耳 數比

② 同溫同壓下，當反應粒子均為氣體時：

⇨ 係數比 = 莫耳數 比 = 分子數比 = 氣體 體積 比

③ 係數比是莫耳數比，亦能轉換成質量比運算之

4. 化學計量的列式程序

(1) 寫出 化學反應 式

(2) 將題目已知換成莫耳數

① 依莫耳數比列式：直接由反應式係數，列連比式

② 依質量比列式：題目只有質量比時（且沒有給反應式或各分子量時）

(3) 求出 未知物質 莫耳數，再行換算出所求



莫耳數比

質量比

$$\frac{2}{X} = \frac{1}{Y} = \frac{2}{Z} \quad \text{或} \quad \frac{1}{X} = \frac{8}{Y} = \frac{9}{Z}$$

❖ 範例解說

1. 已知碳（C）在空氣中完全燃燒會產生二氧化碳（CO₂），則：

① 試寫出碳燃燒的均衡化學反應式？ 1 C + 1 O₂ → 1 CO₂。

② 若欲將 600 公克的碳完全燃燒，需要 1600 公克的氧。

燃燒後會產生 2200 公克的二氧化碳。

2. 把 1.8 公斤的水電解，進行如下反應：2H₂O → 2H₂ + O₂，則：

① 能產生 200 克氫。

② 能產生 50 莫耳氧。

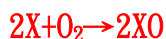
3. 氫氣 3 莫耳與 1 莫耳的氧氣燃燒，則：

① 能產生 2 莫耳的水（36 公克）

② 哪一個反應物會剩下？ H₂； 剩下 1 莫耳。

4. X、Y、Z 表示三種不同之物質，其分子量分別為 10、18、24，若 X 和 Y 反應生成 Z，則何者為其反應式？ C。

(A) X + Y → Z (B) X + 2Y → Z (C) 3X + Y → 2Z (D) 2X + Y → 2Z



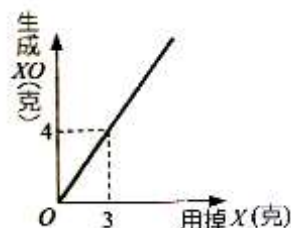
5. 某元素 X 與氧 O₂ 的反應式為：X + O₂ → XO₂，其質量關係如圖。

① 今取 27 公克 X 與 O₂ 完全反應：

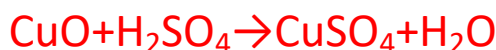
可生成 XO 36 公克；需氧 9 公克。

② 今取 15 公克 X 與 3 克 O₂，使之反應：

可生成 XO 12 公克； X 會剩下 6 公克。



6. (C) 在 25°C ，氣壓同為 1 atm 之甲、乙兩容器，其體積比為 $1:2$ 。若甲、乙兩容器內的氣體分別為 CO 和 CO_2 ，且碳的原子量為 12 ，氧的原子量為 16 ，則下列何者為甲、乙兩容器內氣體的重量比？（同溫壓氣體體積比=莫耳數比）
 (A) 甲：乙 = $1:2$ (B) 甲：乙 = $4:5$
 (C) 甲：乙 = $7:11$ (D) 甲：乙 = $7:22$ 。
7. (C) 在室溫時，體積為 100 升的真空密閉容器中，通入 28 克氮氣和 32 克氧氣，加熱反應產生 NO_2 氣體，反應式如下： $\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ ，若反應前後容器體積及溫度不變，則反應後容器內氣體平均密度為多少克／升？
 (A) 0.30 (B) 0.46 (C) 0.60 (D) 0.92 克／升。
8. (B) 圖為甲、乙、丙三種分子的結構示意圖，甲、乙兩種分子可反應生成丙分子，若要生成 10 個丙分子，至少需要多少個甲分子和乙分子？
 (A) 甲分子 5 個和乙分子 5 個
 (B) 甲分子 5 個和乙分子 10 個
 (C) 甲分子 10 個和乙分子 5 個
 (D) 甲分子 10 個和乙分子 10 個。
9. (A) 一平衡化學反應式 $\text{A} + 3\text{B} \rightarrow 2\text{C}$ 。若分子量 A 為 28 ， B 為 2 ， C 為 X 。將 Y 公克的 A 與 36 公克的 B 反應，當 B 完全用完後，還剩下 12 公克的 A 。下列有關 X 與 Y 的組合，何者正確？
 (A) $\text{X}=17$ ， $\text{Y}=180$ (B) $\text{X}=17$ ， $\text{Y}=168$
 (C) $\text{X}=34$ ， $\text{Y}=180$ (D) $\text{X}=34$ ， $\text{Y}=168$ 。



10. 康康依進行實驗：氧化銅＋硫酸→硫酸銅＋水，已知硫酸濃度為定值，五次實驗的結果如下表所示，則：

實驗次別	氧化銅 (公克)	硫酸 (毫升)	硫酸銅 (公克)
1	2	100	4.0
2	4	100	8.0
3	6	100	10.0
4	7	150	X
5	8	150	15.0

- ① 第 1 次實驗中反應物 CuO 消耗完、 H_2SO_4 過量
 ② 每公克氧化銅完全反應，可生成硫酸銅 2 公克。
 ③ 第 3 次實驗中反應物 H_2SO_4 消耗完、 CuO 過量
 ④ 每 100 毫升硫酸完全反應，可生成硫酸銅 10 公克。
 ⑤ 第 4 次實驗中「X」值為 14 公克。
 ⑥ 1 公克氧化銅與 20 毫升硫酸完全反應可生成 2 克硫酸銅。
 ⑦ 第 1、2、4 次實驗中，反應物氧化銅消耗完、硫酸過量
 ⑧ 第 3、5 次實驗中，反應物硫酸消耗完、氧化銅過量。

❖練習題：

- () 1. 酒精燃燒的化學反應式如後： $a\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2 + d\text{H}_2\text{O}$ (a 、 b 、 c 、 d 為平衡係數，請問下列關係式何者錯誤？
(A) $2a=c$ (B) $3a=d$ (C) $b=d$ (D) $a+b+c+d=8$ 。
- () 2. 某化學反應式如下： $a\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + b\text{HCl} \rightarrow c\text{NaCl} + d\text{SO}_2 + e\text{H}_2\text{O} + f\text{S}$ ，請問所有係數總和： $a+b+c+d+e+f$ 為多少？
(A) 6 (B) 7 (C) 8 (D) 10。
- () 3. 鈉與水反應為 $w\text{Na} + x\text{H}_2\text{O} \rightarrow y\text{NaOH} + z\text{H}_2$ ，其中 w 、 x 、 y 、 z 皆表均衡方程式之係數。請問下列選項何者正確？
(A) $w=x$ (B) $w=z$ (C) $y+z=2$ (D) $x+y+z=6$ 。
- () 4. 某尚未平衡的化學反應式如下： $\text{CaCl}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NaCl}$ ，均衡的係數總和為多少？
(A) 8 (B) 7 (C) 6 (D) 5。
- () 5. 某物質與鹽酸 (HCl) 反應產生食鹽 (NaCl)、水 (H_2O) 及二氧化碳 (CO_2) 氣體，則下列何者可能是此物質的化學式？
(A) CaCO_3 (B) Na_2CO_3 (C) NaOH (D) CaCl_2 。
- () 6. 將 $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4 + \text{HCl}$ 反應式平衡後，若 H_2SO_4 之係數為 1，則所有均衡係數之和為何？
(A) 4 (B) 5 (C) 6 (D) 7。
- () 7. 假設 6 公克 A 物質恰與 30 公克 B 物質完全反應，其反應方程式為 $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$ ，則產生之 C 物質為若干公克？
(A) 28 公克 (B) 32 公克 (C) 36 公克 (D) 24 公克。
- () 8. 關於化學反應式的寫法原則，以下何者錯誤？
(A) 「 $\rightarrow$ 」表示反應進行方向
(B) 反應物和生成物不只一種時，以「+」連接
(C) 反應式左、右的分子數目必須相同
(D) 必須加上係數平衡才算完成。
- () 9. 有關化學反應式的敘述，下列何者錯誤？
(A) 化學反應式表示實際發生的化學反應，不能憑空杜撰
(B) 用「 $\rightarrow$ 」表示化學反應的方向
(C) 化學反應式即化學式
(D) 化學反應式左、右兩邊的原子數目必須相等。
- () 10. 某有機化合物燃燒之反應式： $\text{C}_m\text{H}_n + a\text{O}_2 \rightarrow b\text{CO}_2 + c\text{H}_2\text{O}$ ，以 m 、 n 表示各化學式前的均衡係數，下列何者正確？
(A) $a=m+\frac{n}{2}$ (B) $b=2m$ (C) $c=\frac{n}{4}$ (D) $c=2(a-b)$ 。
- () 11. 在 $a\text{C}_3\text{H}_8 + b\text{O}_2 \rightarrow c\text{CO}_2 + d\text{H}_2\text{O}$ 的反應式中， a 、 b 、 c 、 d 均表示平衡反應式係數，則下列敘述何者正確？
(A) $a=c$ (B) $2b=2c+d$ (C) $8a=d$ (D) $3a=2d$ 。
- () 12. 某化學反應式如下： $\text{C}_3\text{H}_8 + a\text{O}_2 \rightarrow b\text{CO}_2 + c\text{H}_2\text{O}$ ，以下推論何者錯誤？
(A) 1 個 C_3H_8 分子和 5 個 O_2 分子反應，可產生 3 個 CO_2 分子和 4 個 H_2O 分子

- (B)1 莫耳 C_3H_8 和 5 莫耳 O_2 反應，可產生 3 莫耳 CO_2 和 4 莫耳 H_2O
 (C)1 克 C_3H_8 和 5 克 O_2 反應，可產生 3 克 CO_2 和 4 克 H_2O
 (D)反應前後分子數目改變了。
- () 13.哈柏法製氨的反應式為 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ ，於定溫定壓下，分別取 4 公升的氮氣與 9 公升的氫氣置於密閉的容器中反應，問最多可產生多少公升的氨氣？
 (A)2 公升 (B)4 公升 (C)6 公升 (D)7 公升。
- () 14.汽車常裝有安全氣囊，當強烈碰撞時，瞬間引起下列反應，所產生的氣體快速充滿氣囊，可以達到保護車內人員安全的目的。 $NaN_3 \rightarrow Na + N_2$ (注意：此反應式尚未平衡)，若氣囊中置入 65 克 NaN_3 ，完全反應後可產生多少莫耳氮氣？(原子量： $N=14$ ， $Na=23$)
 (A)1 (B)1.5 (C)2 (D)2.5。
- () 15.家庭用的桶裝液化石油氣其主要成分為丙烷 (C_3H_8)，在空氣中燃燒會生成二氧化碳和水蒸氣，其反應式： $C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ (未平衡)。若每莫耳 $C_3H_8(g)$ 燃燒時放熱 300kcal，則 22.0 克的 $C_3H_8(g)$ 完全燃燒時放熱多少 kcal？
 (A)300 (B)200 (C)150 (D)600。
- () 16.已知氨與鹽酸作用生成氯化銨的化學方程式為 $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ ，請問 2 莫耳氨與足量的鹽酸作用，可生成幾公克的氯化銨？(原子量： $H=1$ ， $N=14$ ， $Cl=35.5$)
 (A)34 (B)53.5 (C)73 (D)107。
- () 17.已知甲醇的燃燒反應方程式為 $xCH_3OH + 3O_2 \rightarrow 4H_2O + 2CO_2$ ，請問要產生 36 公克的水需要燃燒多少克的甲醇？($H=1$ ， $C=12$ ， $O=16$)
 (A)24 (B)32 (C)48 (D)64 公克。
- () 18.若 A 與 B 反應會產生 A_2B_3 ，其化學反應式為 $2A + 3B \rightarrow A_2B_3$ ，則下列敘述何者正確？
 (A)反應前後總莫耳數不變
 (B)0.2 莫耳的 A 完全反應可產生 0.5 莫耳的 A_2B_3
 (C)0.6 莫耳的 B 完全反應需 0.3 莫耳的 A
 (D)0.1 莫耳的 A_2B_3 生成時，A 與 B 共消耗 0.5 莫耳。
- () 19.有一物質含有 5 公克的氫元素及 12 公克的碳元素，則在空氣中完全燃燒，將消耗多少公克的氧氣？
 (A)32 (B)48 (C)64 (D)72 公克。
- () 20.鎂和氧加熱生成氧化鎂，鎂用去 15g，請問必須用去氧多少 g？
 (A)10g (B)20g (C)30g (D)40g。(Mg=24，O=32)
- () 21.在相同的溫度和相同的壓力下，1 公升的氫氣和 1 公升的氧氣，哪一個所含的分子數目較多？
 (A)氫氣 (B)氧氣 (C)一樣多 (D)不同的氣體，無法比較。
- () 22.氫氣與氧氣其分子數比為 3:2，化合成水蒸氣後，其剩下的氧與產生的水蒸氣莫耳數比為何者？
 (A)1:6 (B)1:3 (C)1:2 (D)1:1。
- () 23.化學反應式的係數比，代表參加反應的反應物及生成物之間的
 (A)莫耳數比 (B)原子數比 (C)質量比 (D)體積比。
- () 24.小明在 5 公升密閉容器內，放著一塊 20 立方公分的乾冰，加熱使它由固態變成氣態。此乾冰在狀態變化過程中，保持不變的物理量為下列何者？
 (A)體積 (B)比熱 (C)密度 (D)分子數。

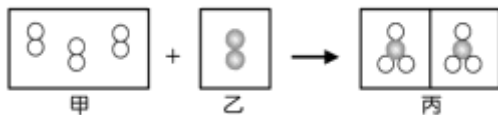
- () 25.化學反應式的係數，代表參加反應的反應物及生成物之間的：
(A)分子數比 (B)原子數比 (C)原子數比質量比 (D)體積比。
- () 26.工業上氯化鋁經常用來增快化學反應的速率，它可以由鋁金屬和氯化氫製備而來；其反應式為 $2\text{Al}(\text{s}) + 6\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ 。假設在反應器中有 0.3 莫耳的鋁及 0.6 莫耳的氯化氫，試問能產生氯化鋁多少公克？(Al=27, Cl=35.5)
(A)26.7 公克 (B)40.1 公克 (C)80.1 公克 (D)13.4 公克。
- () 27.將反應式 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 平衡後，如果要將 4 莫耳的甲醇 CH_3OH 與氧完全作用燃燒，則需供應多少莫耳的氧氣？
(A)3 (B)4 (C)5 (D)6 莫耳。
- () 28.已知甲烷 (CH_4) 與丙烷 (C_3H_8) 在充足的氧氣下完全燃燒反應，其反應式如下(未平衡)： $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。 $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。若各取 1 莫耳的甲烷與丙烷使其完全燃燒，則下列敘述何者正確？
(A)燃燒所產生二氧化碳的質量比為 1:3
(B)燃燒所需氧氣的莫耳數比為 1:3
(C)燃燒所產生水蒸氣的莫耳數比為 1:3
(D)兩氣體的質量比為 1:3。
- () 29.有三種氣體分別由甲、乙、丙三種分子所組成，如圖所示，○為 A 原子，●為 B 原子，已知○與●兩原子的質量比為 3:2，則甲、乙、丙三種分子的質量比為何？
(A)1:1:1 (B)2:2:1 (C)11:8:7 (D)22:16:7。



- () 30.真真操作鎂與稀硫酸反應的實驗數據如附表，其反應式為： $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$ 。若 1 號試管反應後還剩餘 5mL 稀硫酸未反應，試問第 4 號試管中約有多少莫耳的鎂原子參與反應？(Mg 原子量為 24.3) (A)1 (B)0.4 (C)0.125 (D)0.08。

試管號碼	鎂(g)	稀硫酸(mL)	硫酸鎂(g)
1	1.5	20	7.5
2	2.0	20	10.0
3	2.5	20	10.0
4	3.0	20	10.0

- () 31.如附圖表示甲元素和乙元素之反應及其組成粒子的情形，已知此反應中每 6 公克的甲恰可和 28 公克的乙反應，請問甲、乙、丙三種分子的分子量比應為多少？
(A)2:3:2 (B)1:1:1 (C)3:14:17 (D)2:28:17。

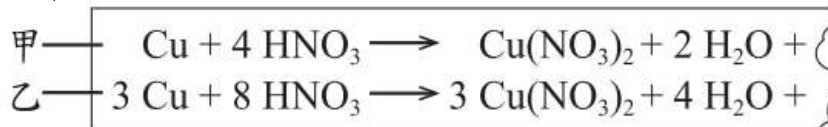


- () 32.老師在批改阿寶有關平衡化學反應式的作業時，發現阿寶作業中有一題的結果是錯誤的，請問應該是下列哪一題呢？
(A) $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
(B) $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
(C) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_3 \rightarrow 2\text{FeCl}_2$
(D) $4\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O}$ 。

☆歷屆會考試題☆ 第一章 化學反應

【107 年會考】

1. () 老師在課堂上提到：「銅與稀硝酸反應，會產生無色的一氧化氮氣體；銅與濃硝酸反應，會產生紅棕色的二氧化氮氣體。」小勳上網查詢並在便條紙抄下此二種化學反應式，再次取出便條紙時，卻發現紙條右端破損，如圖所示。已知甲、乙二反應式中缺少的產物各只有一種，關於甲、乙二反應式應補上的部分，下列敘述何者正確？



- (A) 甲反應式應補上 2NO_2 (B) 甲反應式應補上 4NO
 (C) 乙反應式應補上 5NO_2 (D) 乙反應式應補上 6NO 。

◎請閱讀下列敘述後，回答第 2 題：

阿勝看到一篇有關節能減碳的文宣，決定將工廠裡的白熾燈全部改為某種較省電的燈具，圖為該文宣的部分內容，文宣中的白熾燈可以用下方同一欄中的較省電燈具來取代。阿勝利用此文宣，計算出他更換 300 盞相同的白熾燈，一個月可節省電能 2700 度，同時可減少相當於 1447 公斤的 CO_2 排放量。

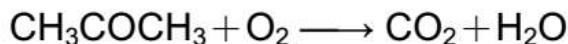
白熾燈				
	40W		60W	
較省電燈具				
	LED 燈泡	省電 燈泡	LED 燈泡	省電 燈泡
	7W	10W	9W	13W

2. () 根據阿勝的計算，更換 300 盞白熾燈後，相當於一個月約減少排放多少數量的 CO_2 分子？(C 和 O 的原子量分別為 12 和 16)

- (A) $\frac{1447}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 個 CO_2 分子 (B) $\frac{1447000}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 個 CO_2 分子
 (C) $\frac{1447}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 莫耳的 CO_2 分子 (D) $\frac{1447000}{44} \times 6 \times 10^{23}$ 莫耳的 CO_2 分子。

【108 年會考】

3. () 取相同莫耳數的丙酮 (CH_3COCH_3)、丙烷 (C_3H_8) 分別與氧氣反應，未平衡係數的反應式如下：



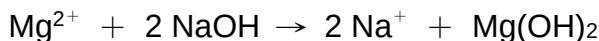
若丙酮和丙烷皆完全燃燒，則上述兩種反應的氧氣消耗量和水生成量之關係，應為下列何者？

- (A) 氧氣消耗量：丙酮 < 丙烷；水生成量：丙酮 < 丙烷
 (B) 氧氣消耗量：丙酮 < 丙烷；水生成量：丙酮 > 丙烷
 (C) 氧氣消耗量：丙酮 > 丙烷；水生成量：丙酮 < 丙烷
 (D) 氧氣消耗量：丙酮 > 丙烷；水生成量：丙酮 > 丙烷。

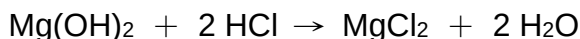
【109 年會考】

4. () 鎂離子為海水中含量第二多的金屬離子，從海水中提取鎂離子為工業上製造鎂的方法之一。其步驟如下：

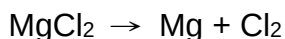
步驟一：在濃縮的海水中加入氫氧化鈉，會產生氫氧化鎂而沉澱析出。



步驟二：之後再加入鹽酸，經處理後可得到固態的氯化鎂。



步驟三：電解熔融狀態的氯化鎂即可得到鎂。



依據上述方法，在某次製鎂的反應後，共產生鎂 960 公克，則該次製鎂反應中，理論上會消耗重量百分濃度為 80% 的鹽酸共多少公克？

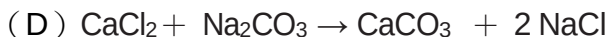
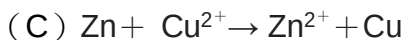
(鎂的原子量為 24，氯化氫的分子量為 36.5)

40 mol

$$80 \times 36.5 \div 80\%$$

(A) 1825 (B) 2400 (C) 2920 (D) 3650 公克。

5. () 下列化學反應式何者是錯誤的？



【110 年會考】

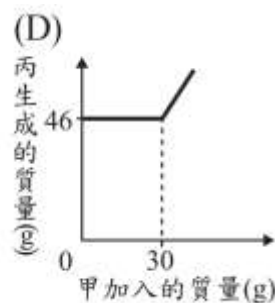
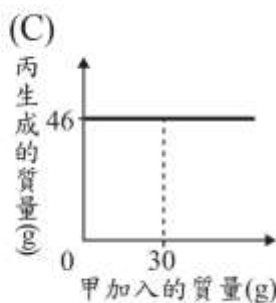
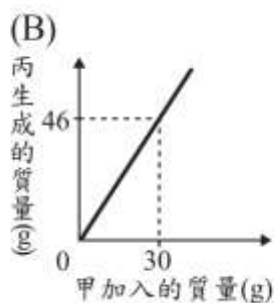
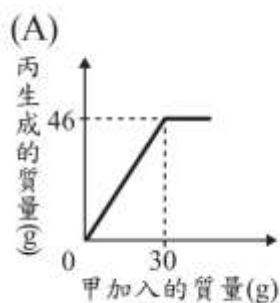
6. () 小新專題研究的題目是「日常生活的食物——油條」，他在報告中提到：「部分業者使用碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 做為食品膨鬆劑，在高溫油炸的過程中，碳酸氫銨會分解產生三種氣體，使緊實的麵糰迅速膨脹成膨鬆的油條。」上述產生的三種氣體中，不可能含有下列何者？

(A) 氮氣 (B) 氯化氫 (C) 水蒸氣 (D) 二氧化碳。

7. () 已知甲、乙、丙為三種不同的純物質，甲與乙反應生成丙的化學反應式為：



取 30 g 的甲和 16 g 的乙進行反應後，發現兩者皆會完全反應耗盡，並且生成 46 g 的丙。若改取不同質量的甲和 16 g 的乙進行數次反應，則甲加入的質量與丙生成的質量關係圖，最可能為下列何者？



8. () 媒體報導一間高爾夫球桿製造公司，因不當使用「溴丙烷」清洗桿頭，造成多名員工身體不適。已知丙烷分子中的一個氫原子被一個溴原子所取代，即為溴丙烷，且 H、C 和 Br 的原子量依序為 1、12 和 80。根據上述說明，溴丙烷的分子量應為多少？
(A) 95 (B) 97 (C) 123 (D) 155。

【 112 年會考】

9. () 取甲、乙兩種化合物，分別在足量的氧氣中燃燒，反應式分別為：
甲 + $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
乙 + $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
關於甲、乙兩種化合物的比較與說明，下列何者正確？
(A) 甲的分子量大於乙，且甲可能為醇類
(B) 甲的分子量大於乙，且甲可能為烴類
(C) 乙的分子量大於甲，且乙可能為醇類
(D) 乙的分子量大於甲，且乙可能為烴類。

第二章 氧化與還原



拉瓦節 法國人
西元 1743—1794

2-1 氧化反應

一、氧化作用

❖ 氧化反應

1. 氧化反應：

(1) 意義：物質與 氧 化合的反應，稱為 氧化，如呼吸、生鏽、燃燒、爆炸...

① 物質與氧化合後的生成物稱 氧化物。

① 金屬氧化物

② 非金屬氧化物

② 近代化學之父 拉瓦節，提出「氧化理論」來解釋燃燒，推翻了「燃素說」。

(2) 反應類型：化合 反應

(3) 放 熱反應（放出光及熱），使環境溫度上升。

(4) 反應式通式：物質 + 氧 → 氧化物

鎂 + 氧 → 氧化鎂 鋅 + 氧 → 氧化鋅 銅 + 氧 → 氧化銅

硫 + 氧 → 二氧化硫 磷 + 氧 → 十氧化四磷 碳 + 氧 → 二氧化碳

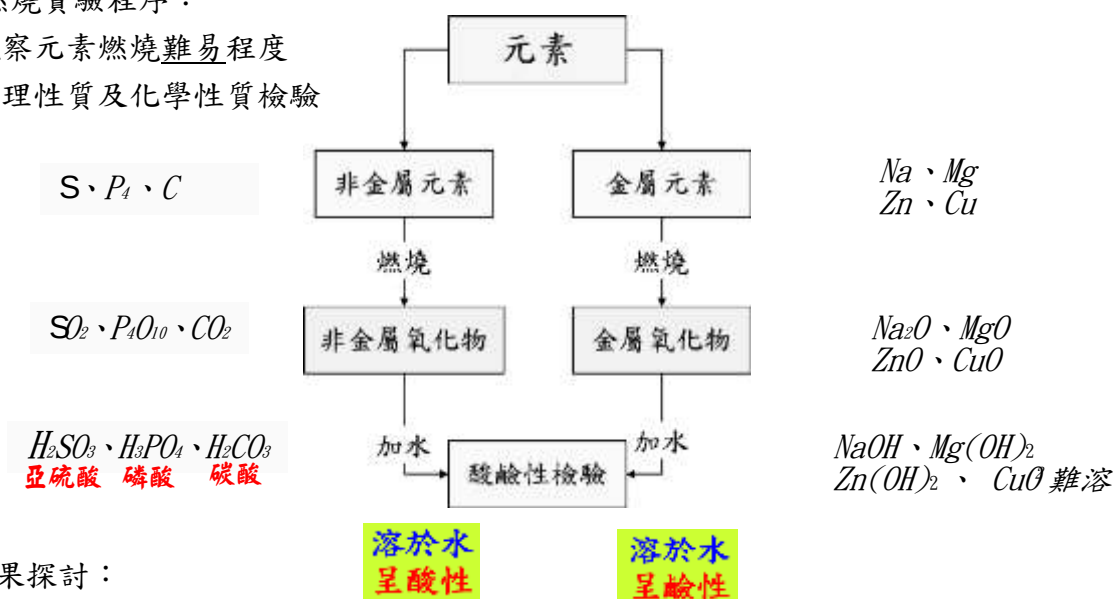
SO_2

P_4O_{10} 或簡化為 P_2O_5

2. 元素燃燒實驗程序：

(1) 觀察元素燃燒難易程度

(2) 物理性質及化學性質檢驗



3. 實驗結果探討：

(1) 金屬的燃燒

	燃燒情形	火焰顏色	氧化物顏色	氧化物溶解情形	石蕊試紙	酸鹼性
鈉 Na	極易燃燒	<u>黃</u> 色	<u>白</u> 色	易溶	<u>藍</u> 色	<u>鹼</u> 性
鎂 Mg	起火劇烈燃燒	<u>白</u> 色	<u>灰白</u> 色	略溶	<u>藍</u> 色	<u>鹼</u> 性
鋅 Zn	在燈焰中燃燒	<u>黃綠</u> 色	<u>白</u> 色	一公噸 ZnO 只溶 1.6 克 微溶 1.6 ppm	試紙不變色 儀器可測出	<u>中</u> 性
銅 Cu	不會起火燃燒		<u>黑</u> 色	難溶	試紙不變色	<u>中</u> 性

⇒ 金屬元素燃燒難易程度：鈉 > 鎂 > 鋅 > 銅

(2) 非金屬的燃燒

	外觀	火焰顏色	燃燒情形	氧化物溶解 (酸鹼性)
硫粉 S	黃色粉末	<u>藍紫</u> 色	刺激性 <u>臭</u> 味SO ₂ 氣體	<u>酸</u> 性
碳粉 C	黑色粉末	<u>橘黃</u> 色	<u>無</u> 色無味CO ₂ 氣體	<u>酸</u> 性

二、氧化物性質探討

1. 氧化物的酸鹼性：

(1) 金屬氧化物若溶於水，形成金屬氫氧化物，酸鹼性為鹼性。

如：氧化鈉、氧化鎂、氧化鋅。

金屬氧化物+水→金屬氫氧化物

氧化鎂+水→氫氧化鎂 氧化鋅+水→氫氧化鋅

(2) 非金屬氧化物若溶於水，酸鹼性為酸性。 如：二氧化碳、二氧化硫、氧化磷。

(3) 氧化物若不溶於水，其酸鹼性為中性。如：氧化銅、氧化鐵。

2.氧化層的緻密性：

(1) **鋅、鋁**金屬氧化層緻密：

① 氧化層緻密，能夠保護內部。

② 鋅燃燒後，離開火源會停止燃燒，挑開表面後又復燃。

(2) 鐵金屬氧化層非緻密：易於銹蝕

⇒ 博物館內，常見到殷商時期的銅器，很少看見晚期宋、明朝的鐵器。

青銅
(銅錫合金)

三、活性

1.元素的活性：

(1) 定義：物質反應的活潑性，常指與氧的反應性

① 活性愈大者：愈易氧化，愈易燃燒，愈不安定。

② 活性愈大者：愈不安定；其氧化物愈安定。

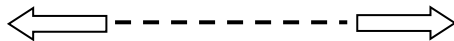
(2) 活性序列：將活性依大小排列

活性愈大

(愈易氧化、易燃燒、不安定)

活性愈小

(愈不易氧化、不易燃燒、安定)



活性愈大(愈不安定)
其氧化物愈安定

活性愈小(愈安定)
其氧化物愈不安定

2.元素的安定性討論：活性大的元素愈容易與氧作用，愈不安定。

(愈易形成氧化物)

活性大的元素形成的氧化物很安定，因為氧不易被搶走。

3. 元素氧化物的安定性討論：活性大的元素形成的氧化物，愈安定。

(因氧愈不易失去)

活性小的元素形成的氧化物愈不安定，因為氧容易被搶走。

❖ 範例解說

- (**C**)例 1.哪兩種金屬，其表面氧化物緻密可防止內部金屬被氧化？
(A) 鈉、鎂 (B) 銅、金 (C) 鋅、鋁 (D) 鋅、鐵。
- (**D**)例 2. X、Y、Z 三種金屬元素在氧氣中燃燒的情形為：Z 最容易燃燒，X 較不易燃燒，Y 不會燃燒，則 X、Y、Z 三種金屬元素對氧的活性大小為何？
(A) $X=Y=Z$ (B) $X>Y>Z$ (C) $Y>X>Z$ (D) $Z>X>Y$ 。
- (**D**)例 3.何者不屬於氧化反應？
(A) 蠟燭燃燒 (B) 鐵生鏽 (C) 生物體內的呼吸作用 (D) 植物的光合作用。
- (**B**)例 4.氧化鈣、氧化鈉、氧化鋅、氧化汞四者中，最不安定的是？
(A) 氧化鈉 (B) 氧化汞 (C) 氧化鋅 (D) 氧化鈣。
- (**C**)例 5.鎂帶、硫粉、鋅粉、木炭、紅磷、鐵片，以上六種物質在空氣中燃燒後的生成物溶於水呈酸性共有幾項？
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4。

❖ 練習題：

- () **1.** 以下有關鎂、鋅、銅的燃燒何者錯誤？
(A) 鎂燃燒會產生白色強光
?(B) 鋅燃燒後的產物溶於水使石蕊試紙呈藍色
(C) 銅不燃燒仍保持紅色光澤
(D) 三者燃燒難易程度為 鎂>鋅>銅。
- () **2.** 下列何種物質最不易使鐵氧化？
(A) 氧化鉛 (B) 氧化鎂 (C) 氧化汞 (D) 氧化銅。
- () **3.** 下列有關鎂帶燃燒的敘述，何者錯誤？
(A) 鎂帶燃燒是一種放熱反應
(B) 鎂金屬和氧氣均為此反應的反應物
(C) 燃燒時產生黃色強光
(D) 燃燒氧化反應，反應後產生氧化鎂。
- () **4.** 小雁取 4 種物質：鎂、鋅、銅、碳做活性大小實驗時，可利用下列哪種方法？
(A) 檢視金屬光澤
(B) 互相切割測其硬度
(C) pH 值的大小
(D) 燃燒的難易程度。
- () **5.** 下列何種金屬對氧活性大，置於空氣中容易失去光澤，所以必須存放在盛有礦物油的容器中儲存？
(A) 金 (B) 鋁 (C) 銅 (D) 鈉。
- () **6.** 在裝有 100 mL 水的燒杯中添加酚酞，再放進 0.5 g 的鈉，下列現象何者錯誤？
(A) 鈉會沉入水中
(B) 水溶液會呈鹼性
(C) 改放進鉀，反應會更劇烈
(D) 水溶液會變成紅色。

- () 7. 將鎂、鋅、銅在空氣中分別加熱，下列敘述何者錯誤？
 (A) 加熱會產生白色強光的是鎂。
 (B) 鋅粉著火燃燒時，移開火源，等燃燒停止後，在仍處於高溫狀態下以針把表層挑開時，內部鋅粉一接觸空氣，會又起火燃燒。
 (C) 銅加熱不燃燒，但會氧化成藍色氧化銅。
 (D) 根據與氧反應的劇烈程度，可判斷鎂、鋅、銅對氧的活性大小序列是鎂>鋅>銅。
- () 8. 物質與氧化合之過程稱為氧化作用，金屬氧化後會失去金屬光澤，根據實驗顯示：用刀切開金屬鈉後，金屬鈉在數秒內由銀白色變為銀灰色；未漆油漆的鐵欄杆約經兩個星期，其表面便生鏽了；黃金保存數年仍不易看出顏色的變化。則上述三個事件，可知哪一種金屬對氧的活性最大？
 (A) 鐵 (B) 金 (C) 鈉 (D) 無法判斷。
- () 9. 鍍鋅可避免鐵器生鏽，是因為鋅的什麼性質造成的？
 (A) 活性比鐵小，且氧化物緻密
 (B) 活性比鐵大，但氧化物緻密
 (C) 雖然氧化物疏鬆，但活性比鐵小
 (D) 活性比鐵大，且氧化物疏鬆。
- () 10. 我們常以黃金當裝飾品，金飾長期暴露在空氣中不易變質，請問這是與金的哪種性質有關？
 (A) 金的活性較小，在空氣中不易與氧氣結合。
 (B) 金的氧化物會保護內部使其不會繼續鏽蝕下去。
 (C) 金在地表內含量較少，較珍貴。
 (D) 金元素活性較小，完全不會與任何元素反應。 **怕王水**
- () 11. 各種氧化反應的速度不一，請將下列這三種氧化還原反應由慢至快排列：
 (1) 鐵生鏽 (2) 氫氣爆炸 (3) 木材燃燒
 (A) 312 (B) 123 (C) 213 (D) 132。
- () 12. 下列何種情況中最容易讓鐵生鏽？
 (A) 在沙漠中的鐵 (B) 塗上油漆的鐵
 (C) 浸在水中的鐵 (D) 在潮濕空氣中的鐵。
- () 13. 下列哪一組金屬因為活性較大，所以需要放置於石油的瓶中儲存？
 (A) 鋁、鈣 (B) 鈉、鉀 (C) 鋅、鎳 (D) 銀、鉑。
- () 14. 下列何種元素在空氣中最安定？
 (A) 鋁 (B) 鈉 (C) 鐵 (D) 銅。
- () 15. 甲類：鈉、鉀—在空氣中易失去金屬光澤，必須存放在礦物油中；
 乙類：金、鉑—打造成飾物，耐久而不變質；
 丙類：鋁、鋅—在空氣中易氧化，但不易完全鏽蝕；
 丁類：鐵在空氣中緩慢氧化，但卻容易完全鏽蝕。根據金屬特性的相關論述，試判斷上述四類金屬對氧的活性大小關係為何？
 (A) 乙>丁>丙>甲 (B) 甲>乙>丙>丁
 (C) 甲>丁>乙>丙 (D) 甲>丙>丁>乙。

- ()16. 嘉雯以燃燒匙取少量硫粉及鎂帶，用酒精燈點燃後，再放入氧氣瓶中燃燒。關於硫粉及鎂帶的燃燒情形，下列敘述何者正確？
- (A) 燃燒的鎂帶放入氧氣瓶中，火焰立即熄滅
(B) 鎂帶燃燒，燃燒時產生黃色的火焰
(C) 硫粉燃燒產生的氣體，可使溼石蕊試紙變藍
(D) 硫粉燃燒的時候，會產生刺激性的臭味。
- ()17. 有關硫粉在空氣中燃燒的實驗結果，下列敘述何者正確？
- (A) 燃燒時有白煙與香味產生
(B) 硫的燃燒生成物是 SO_2
(C) 硫的燃燒生成物溶於水生成 H_2SO_4
(D) 硫的燃燒生成物溶於水可使石蕊試紙呈藍色。
- ()18. 有關有關鋅粉和紅磷在空氣中燃燒的實驗結果，下列敘述何者錯誤？
- (A) 鋅粉燃燒的火焰呈黃綠色
(B) 紅磷燃燒時火焰呈黃白色且冒白煙
(C) 鋅燃燒產物溶於水使廣用試紙呈紅橙色
(D) 紅磷的燃燒產物溶於水呈酸性。
- ()19. 科學家發現金屬氧化物若可溶於水，會使水溶液呈現鹼性。下列氧化物（均可溶於水），何者無法使水溶液呈現鹼性？
- (A) Na_2O (B) MgO (C) CO_2 (D) ZnO 。
- ()20. 金屬鈉燃燒時火焰呈黃色，燃燒後產生的氧化物為固態的氧化鈉，下列哪一個是氧化鈉的化學式？ (A) Na_2O (B) NaO (C) NaO_2 (D) Na_2O_2
- ()21. 下列有關銅的敘述，哪些是正確的？
- 甲.呈現紅棕色光澤的金屬；乙.可燃燒，燃燒時會產生黃色的火焰；
丙.不起火燃燒，表面產生一層黑色的氧化物；丁.燃燒產物會溶於水使水溶液呈鹼性。
- (A) 甲丙 (B) 甲乙 (C) 乙丙丁 (D) 甲乙丙丁。
- ()22. 下列有關硫粉、鎂粉與碳粉的燃燒實驗敘述，正確的有哪些？

	甲	乙	丙	丁
	外觀	火焰顏色	燃燒情形	燃燒產物水溶液性質
硫粉	黃色	橘紅色	產生刺激性氣體	酸性
鎂粉	銀灰色	藍色	發出白色強光	中性
碳粉	黑色	黃色	產生無色無味氣體	鹼性

- (A) 甲乙 (B) 甲丙 (C) 乙丁 (D) 甲乙丙丁。
- ()23. 下列何者是氧化反應？
- 甲.硫變成二氧化硫；乙.乾冰周圍產生白煙；丙.碳酸氫鈉受熱產生二氧化碳；
丁.迴紋針生鏽。
- (A) 甲丙 (B) 甲乙 (C) 乙丙 (D) 甲丁。

2-2 氧化與還原反應

❖ 元素與氧化物的反應

1. 鋅粉與氧化銅反應：

(1) 將灰色的鋅粉與黑色的氧化銅共熱

(2) 發現：有 紅 色 銅 生成。

(3) 反應： $\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnO}$



2. 碳粉與氧化銅反應：

(1) 將黑色的碳粉與黑色的氧化銅以鋁箔紙捲包裹共熱

(2) 發現：有 紅 色 銅 生成。

(3) 反應： $\text{C} + 2\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2 \uparrow$

3. 鎂與二氧化碳反應：

(1) 將鎂帶點燃後，置入二氧化碳中

(2) 發現：鎂在二氧化碳中 燃燒，且瓶壁有 黑 色 碳 生成。

(3) 反應： $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$

❖ 氧化還原反應

1. 氧化還原的反應類型 ⇨ 屬於 取代 (置換) 反應

反應	化學反應式
鎂 + 二氧化碳	$2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$
碳 + 氧化銅	$\text{C} + 2\text{CuO} \rightarrow 2\text{Cu} + \text{CO}_2$
鋅 + 氧化銅	$\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnO}$

CuO 被 還原 (失氧)

Zn 被 氧化 (得氧)

2. 氧化還原反應的定義：

⇨ 定義：涉及 氧 的得失

① 氧化：物質與氧作用的反應 (得氧 的反應)

② 還原：氧化物 失去氧的反應 (失氧 的反應)

3. 氧化還原反應的發生：

(1) 反應原理：活性 大 的元素能從氧化物中，把活性 小 的元素取代出來

(2) 討論：

反應	化學反應式(先判斷是否發生反應)	元素活性推測
銅+氧化鎂	$\text{Cu} + \text{MgO} \rightarrow \text{不反應}$	$\text{Mg} > \text{Cu}$
鋅+氧化銅	$\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnO}$	$\text{Zn} > \text{Cu}$
$\text{A} + \text{BC}$	$\text{A} + \text{BC} \rightarrow \text{AC} + \text{B}$	$\text{A} > \text{B}$

4. 氧化還原反應角色描述：

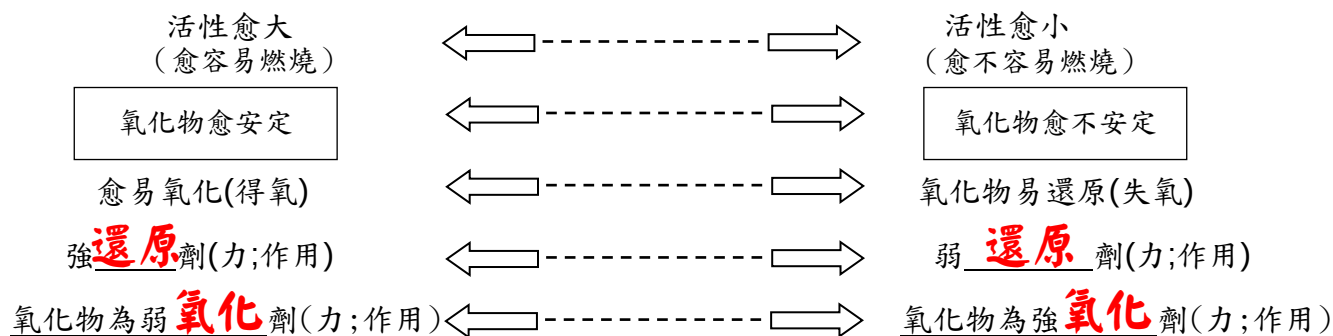
(1) 在反應中得氧者：本身被 **氧化** (有還原力，有還原作用)。

⇒ 有使他物 **還原** 的能力，稱作 **還原** 劑。

(2) 在反應中失氧者：本身被 **還原** (有氧化力，有氧化作用)。

⇒ 有使他物被 **氧化** 的能力，稱作 **氧化** 劑。

5. 活性序列看氧化還原角色：



❖ 範例解說

例 1. 反應： $\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnO}$

① **Zn** 被氧化成 **ZnO**；**CuO** 被還原成 **Cu**。

② **CuO** 有氧化力(作用)，擔任 **氧化** 劑，其本身被 **還原**。

③ **Zn** 有還原力(作用)，擔任 **還原** 劑，其本身被 **氧化**。

例 2. (**C**) 將下列各組的混合物加熱，哪一組能發生氧化還原反應？

(A) $\text{Na}_2\text{O} + \text{MgO}$ (B) $\text{Mg} + \text{Ca}$ (C) $\text{Al} + \text{CuO}$ (D) $\text{Na}_2\text{O} + \text{Mg}$ 。

例 3. X、Y、Z、W 為四種金屬，XO、YO、ZO、WO 為該金屬氧化物，現以各種金屬與金屬氧化物互相作用，結果如附表所示。則：

元素 \ 氧化物	XO	YO	ZO	WO
X		-	+	+
Y	+		丁	戊
Z	甲	-		己
W	乙	丙	+	

(1) X、Y、Z、W 四種金屬元素活性由大至小依次為：**Y > X > W > Z**。

(2) 如表，甲、乙、丙、丁、戊、己中有反應者為？ B。

(A) 乙丙 (B) 丁戊 (C) 丙丁 (D) 甲己。

(3) XO、YO、ZO、WO 四種金屬元素的氧化物其活性大小依序為？

ZO>WO>XO>YO。

(4) X、Y、Z、W 之中，有最強還原作用的是？：Y。

⇒ 強還原作用 = 強還原劑 = 本身最易得氧。

❖ 生活中的氧化還原反應：

1. 金屬的冶煉原理：

$\text{XO (氧化物)} + \text{(還原劑)} \rightarrow \text{X} + \dots$ (X: 某金屬)

(1) 意義：從金屬礦（多為氧化物）中提煉出金屬的過程

失氧(被還原)

得氧(被氧化)

(2) 還原冶煉法：用還原劑使礦石中的金屬還原出來

(3) 原理：氧化還原。

(4) 還原法冶煉的要件：① 礦物 (氧化劑) ② 還原劑 ③ 高溫

(5) 還原劑選用原則：還原劑的活性需 > 金屬礦的金屬活性

⇒ 用於鋅、鐵、鉛、銅礦等，常用碳C當做還原劑。(∵ 其價格便宜)

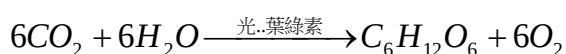
$\text{K} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{C} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Fe} > \text{Sn} > \text{Pb} > \text{H} > \text{Cu} > \text{Hg} > \text{Ag} > \text{Pt} > \text{Au}$

其四者氧化物，若欲使其失氧

還原劑選用：需選擇活性比 Zn 大者

2. 常見的氧化還原反應：

氧化作用 <u>得氧</u>	還原作用 <u>失氧</u>
煙火燃燒，呼吸作用，鐵生鏽，物質燃燒，生物分解作用，人體新陳代謝，漂白水漂白作用	光合作用



2. 生活中的氧化還原說明：類胡蘿蔔素、維他命 C 或 E：

利用 還原 作用減緩食品氧化。它們是還原劑，亦稱為抗氧化劑。

呼吸作用： $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\text{呼吸}} 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	
蠟燭燃燒： $\text{蠟燭} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
鐵生鏽： $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	
氧化劑	還原劑 <u>被氧化者</u>
<u>O₂</u>	<u>C₆H₁₂O₆</u>
<u>O₂</u>	蠟燭
<u>O₂</u>	<u>Fe</u>

3. 生活中的氧化還原：漂白作用

(1) 氧化型漂白劑：利用 氧化 作用將色素破壞。

① 氯系漂白劑：含次氯酸鈉 NaClO 漂白後顏色不會恢復。

② 氧系漂白劑：含過氧化氫 H₂O₂ 增豔漂白水。

(2) 還原型漂白劑：利用 還原 作用將色素還原。

① 二氧化硫：SO₂。

⇒ 常用於漂白動物織品、稻草和羽毛、竹筴、金針，也可用來保存蔬菜水果。但易誘發氣喘、呼吸道疾病，近來已較少使用。

❖ 範例解說

例 1. (C) 下列哪一項反應不屬於氧化還原反應？

- (A) 動、植物的呼吸作用 (B) 高爐中利用煤焦煉鐵
(C) 冰加熱融化成水 (D) 鎂在二氧化碳中燃燒。

❖ 練習題：

- () 1. 下列何種物質燃燒時，不可用二氧化碳來加以熄滅？
(A) 鋅 (B) 鉛 (C) 銅 (D) 鎂。
- () 2. 氧化鈣、氧化鈉、氧化鋅、氧化汞四者中，最容易與其他物質反應的是下列何者？
(A) 氧化鈉 (B) 氧化汞 (C) 氧化鋅 (D) 氧化鈣。
- () 3. 下列各項中，哪一項是還原劑的特性？
(A) 它一定含有氧
(B) 活性通常都很小
(C) 它在氧化還原反應中被還原
(D) 在反應中經常與氧作用產生氧化物。
- () 4. 已知下列元素對氧的活性大小為：鎂 > 碳 > 鐵 > 鉛 > 銅，試問下列敘述何者正確？
(A) 鎂帶無法在二氧化碳中燃燒，是還原劑
(B) 鐵與氧化鎂共熱可產生金屬鎂，是氧化劑
(C) 對氧的活性越大，在自然界中越易以元素狀態存在
(D) 碳是常用還原劑，因為活性大價格便宜、取得容易。
- () 5. 已經知道鈉、銅、鐵對氧活性的大小順序為鈉 > 鐵 > 銅，則下列哪一個氧化物的安定性最大？
(A) 氧化鈉 (B) 氧化銅 (C) 氧化鐵 (D) 三者皆同。
- () 6. 下列氧化物之中，何者的氧化能力最強？
(A) 氧化鈣 (B) 氧化鉛 (C) 氧化銅 (D) 二氧化碳。
- () 7. 點燃的鎂帶可以在裝有二氧化碳的集氣瓶中繼續燃燒，是因為：
(A) 鎂可以把二氧化碳氧化 (B) 二氧化碳可以把鎂還原
(C) 鎂比碳更容易與氧結合 (D) 氧化鎂可以把碳氧化成二氧化碳。
- () 8. 有三種金屬 X、Y、Z，將其新切面置於空氣中，Y、Z 很快失去光澤，將 Y、Z 放入水中，Y 的反應較 Z 激烈，試問下列反應式何者會發生？
(A) $XO + Y \rightarrow X + YO$ (B) $YO + Z \rightarrow Y + ZO$
(C) $ZO + X \rightarrow Z + XO$ (D) $YO + X \rightarrow Y + XO$ 。
- () 9. 已經知道活性大小：鈣 > 鋁 > 碳 > 鋅 > 鐵 > 銅；則下列何者不能發生氧化還原反應？
(A) 鈣 + 氧化銅 (B) 鋁 + 氧化鈣 (C) 鋅 + 氧化鐵 (D) 鐵 + 氧化銅。

- ()10. 就 A、B、C、D 四種金屬及氧化物 AO、BO、CO、DO，兩兩混合隔絕空氣加熱其反應結果如下表所示：(○：有反應；×：沒反應)，試問四種金屬活性大小順序為何？

(A) $D > B > C > A$

(B) $A > C > B > D$

(C) $D > C > B > A$

(D) $A > B > C > D$

	AO	BO	CO	DO
A		×	×	×
B	○		○	×
C	○	×		×
D	○	○	○	

- ()11. 志傑將下列金屬氧化物與碳粉混合加熱後，何者不能得到金屬？

(A) 氧化鐵 (B) 氧化銅 (C) 氧化鈣 (D) 氧化鉛。

- ()12. 把點燃的鎂帶放進二氧化碳的集氣瓶中發現鎂帶繼續燃燒，觀察發現瓶壁上有黑色斑點附著。請問下列敘述何者正確？

(A) 此反應的化學方程式： $2\text{Mg} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{MgO}$

(B) 在這反應中 Mg 為氧化劑，活性較大

(C) 瓶壁上黑色斑點為 MgO，是生成物

(D) 儲存鎂粉的倉庫失火時，可用二氧化碳滅火器來滅火。

- ()13. 小偉分別將四種金屬氧化物的粉末與碳粉混和後加入試管中，並置於酒精燈下加熱一段時間，請問哪一根試管內無法析出金屬？

甲. $\text{MgO} + \text{C}$ ； 乙. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C}$ ； 丙. $\text{CuO} + \text{C}$ ； 丁. $\text{PbO} + \text{C}$

(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

- ()14. 關於下列反應： $2\text{Na} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}$ ，下列敘述何者錯誤？

(A) 二氧化碳活性比鈉大

(B) 鈉氧化成氧化鈉

(C) 二氧化碳為氧化劑

(D) 二氧化碳還原成一氧化碳。

- ()15. 已知下列元素對氧的活性大小為：鎂 > 碳 > 鐵 > 鉛 > 銅，試問下列敘述何者正確？

(A) 鎂帶能在二氧化碳中燃燒

(B) 鐵與氧化鎂共熱可產生金屬鎂

(C) 對氧的活性愈大，在自然界中愈易以元素狀態存在

(D) 鎂燃燒完的燃燒匙應以稀鹽酸清洗，此乃利用酸鹼中和原理。

- ()16. 對氧活性小的元素是

(A) 不易燃，氧化物不安定 (B) 不易燃，氧化物安定

(C) 易燃，氧化物也不安定 (D) 易燃，氧化物安定。

- ()17. 雅玲在下列操作中，哪一項實驗不能產生氧化鎂？

(A) 鎂在空氣中加熱 (B) 鎂和氧化鉀混合加熱

(C) 鎂和氧化鋁混合加熱 (D) 鎂和氧化銅混合加熱。

- ()18. 筱珍發現鈉、鋅、鋁、銅對氧的活性順序是：鈉 > 鋁 > 鋅 > 銅則下列哪一組混合物，加熱後不會發生反應？

(A) 鋁和氧化鋅 (B) 鋅和氧化銅

(C) 銅和氧化鈉 (D) 鈉和氧化鋅。

- ()19. 已知元素對氧的活性大小為：鋁>碳>鋅>鉛>銅；若要以碳冶煉金屬，則下列何者不能被還原成金屬？
(A) 氧化鋁 (B) 氧化鋅 (C) 氧化鉛 (D) 氧化銅。
- ()20. 下列哪一種元素置入裝滿二氧化碳的瓶子中可以繼續燃燒？
(A) 鎂 (B) 鐵 (C) 鉛 (D) 銅。
- ()21. 小源將小鐵刀插進硫酸銅溶液中，刀面即漸漸附上一層暗紅色固體，此現象表示
(A) 銅的活性小於鐵 (B) 銅的活性等於鐵
(C) 銅的活性大於鐵 (D) 銅和鐵都是活潑的金屬元素。
- ()22. X、Y、Z 代表三種元素，XO、YO、ZO 各代表它們的氧化物，且 $X+YO\rightarrow XO+Y$ ； $Z+YO\rightarrow$ 不反應，則下列敘述何者正確？
(A) X 活性最小 (B) ZO 活性比 XO 大
(C) 三元素中，Y 最安定 (D) 三氧化物中，ZO 最安定。
- ()23. 下列敘述中，請問何者錯誤？
(A) 鎂能把二氧化碳中的碳置換出來 (B) 鎂能把氧化銅中的銅置換出來
(C) 碳能把氧化鎂中的鎂置換出來 (D) 碳可將氧化銅中的銅置換出來。
- ()24. 在一般火災中常用二氧化碳來滅火的原因是？
(A) 減少可燃物 (B) 減少助燃物
(C) 降低溫度 (D) 將火吹熄。
- ()25. 下列金屬元素中，何者還原能力最強？
(A) 鎂 (B) 銅 (C) 鉀 (D) 汞。
- ()26. 下列關於漂白劑敘述何者錯誤？
(A) 漂白劑只有氧化型漂白劑
(B) 次氯酸鈉水溶液可作為漂白劑
(C) 一般免洗竹筷以二氧化硫處理，應避免經常使用
(D) 不可把次氯酸鈉水溶液加入酸性清潔劑，以免發生危險。
- ()27. 關於抗氧化劑與漂白劑的敘述，何者錯誤？
(A) 維他命 E 為抗氧化劑
(B) 漂白劑可漂白衣物
(C) 抗氧化劑可減緩食品氧化
(D) 抗氧化劑為一種氧化劑
- ()28. 利用次氯酸鈉漂白劑漂白衣物，下列敘述中何者錯誤？
(A) 是一種氧化還原反應
(B) 漂白劑是一種強氧化劑
(C) 漂白劑主要是藉還原作用除去染在白色織物上有顏色的物質
(D) 漂白劑加水稀釋後，可用於環境及物品的消毒。
- ()29. 食品中常加入胡蘿蔔素或維他命 C 以延長保存期限，則下列敘述中何者正確？
(A) 它們是一種氧化劑
(B) 它們藉還原作用可以減緩食品的氧化
(C) 它們是一種乾燥劑
(D) 它們又稱為抗還原劑。
- ()30. 媽媽到賣場買了一罐家用漂白劑，其標示成份必含次氯酸鈉物質，其功用為何？
(A) 還原劑 (B) 氧化劑 (C) 抗氧化劑 (D) 催化劑。

☆歷屆會考試題☆ 第二章 氧化與還原

【106 年會考】

1. () 製造硫酸的過程如下：

階段一：硫與氧氣燃燒產生二氧化硫

階段二：利用催化劑使二氧化硫與氧氣反應產生三氧化硫，再經由後續反應生成硫酸。上述兩階段反應中的還原劑分別為下列何者？

- (A) 階段一為 O_2 ，階段二為 O_2 (B) 階段一為 S，階段二為 SO_2
(C) 階段一為 SO_2 ，階段二為 O_2 (D) 階段一為 SO_2 ，階段二為 SO_2 。
2. () 如下圖為對兩塊銅塊分別進行甲和乙兩種操作的示意圖，關於這兩種操作造成外觀上的改變是否為化學變化，下列判斷何者正確？
(A) 兩種都是 (B) 兩種都不是 (C) 只有甲操作是 (D) 只有乙操作是。



【107 年會考】

3. () 「在常溫常壓下，①番茄紅素為紅色固體，是番茄、木瓜等蔬果中富含的色素，②為天然的抗氧化劑...」，上述畫底線所提到番茄紅素的性質，屬於下列何者？
(A) 均為物理性質 (B) 均為化學性質
(C) ①為物理性質、②為化學性質 (D) ①為化學性質、②為物理性質。
4. () 「真金不怕火煉」在字面上的意思是指純正的黃金不怕被火烤，這是因為黃金不易與氧發生反應。依上述對黃金性質的描述判斷，下列哪一類元素對氧的活性與黃金對氧的活性最接近？
(A) 放入水中能與水反應而產生氫氣的元素
(B) 在自然界中，多以氧化物狀態存在的元素
(C) 在自然界中，多以元素狀態存在的金屬元素
(D) 在煉鐵過程中，可使氧化鐵還原成鐵的元素。

【108 年會考】

5. () 液態 N_2O_4 與 N_2H_4 是火箭常使用的燃料，這二種物質混合並於適當條件下反應，可產生 N_2 、 H_2O 及大量熱能，而得以推動火箭順利升空。上述反應中，關於 N_2O_4 的敘述，下列何者正確？
(A) 因進行氧化反應，所以為氧化劑 (B) 因進行氧化反應，所以為還原劑
(C) 因進行還原反應，所以為氧化劑 (D) 因進行還原反應，所以為還原劑。

【 109 年會考】

6. () 部分的肉類加工食品含有硝酸鹽（為含有 NO_3^- 的化合物），硝酸鹽會「反應」產生亞硝酸鹽（為含有 NO_2^- 的化合物），皆可抑制肉毒桿菌生長，但應避免過量食用這類食品。在上述「反應」中，硝酸鹽扮演何種角色，以及進行何種反應？
- (A) 還原劑，還原反應 (B) 還原劑，氧化反應
(C) 氧化劑，還原反應 (D) 氧化劑，氧化反應。

【 110 年會考】

7. () 柴油引擎排放的廢氣含有較多的氮氧化物 (NO_x)，若能加入氨氣與柴油引擎產生的氮氧化物反應，則可減少排放廢氣造成的空氣汙染。氨氣與氮氧化物的反應中，速率最快的反應為： $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 已知柴油引擎排放的廢氣中，NO 所占比例約為 NO_2 的 9 倍。若欲藉由上述反應消耗大部分的氮氧化物，需使用觸媒轉化器調整反應前氮氧化物的比例，下列何種觸媒轉化器的設計最合理？
- (A) 將 NO_2 氧化成 NO，以提高 NO 的比例
(B) 將 NO_2 還原成 NO，以提高 NO 的比例
(C) 將 NO 氧化成 NO_2 ，以提高 NO_2 的比例
(D) 將 NO 還原成 NO_2 ，以提高 NO_2 的比例。
8. () 已知烴類化合物在空氣中完全燃燒，會產生二氧化碳和水，關於烴類發生燃燒反應的敘述，下列何者正確？
- (A) 為還原劑，進行氧化反應 (B) 為還原劑，進行還原反應
(C) 為氧化劑，進行氧化反應 (D) 為氧化劑，進行還原反應。

【 111 年會考】

9. () 博物館的貴重畫冊常會保存在充滿氮氣的密閉容器中，以防止畫冊氧化。上述使用氮氣的原因，主要是考量氮氣具有下列何種性質？
- (A) 密度較大 (B) 比熱較小 (C) 沸點較大 (D) 活性較小。

【 112 年會考】

10. () 砒霜是一種毒物，主成分為三氧化二砷 (As_2O_3)。古代製作砒霜的技術較不成熟，砒霜中會含有少量的不純物質—硫或硫化物，硫或硫化物接觸到銀，會使銀氧化產生黑色的硫化銀 (Ag_2S)，這就是古裝劇中常見的以銀針試毒，銀針變黑即表示有毒。依據上述，下列推論何者最合理？
- (A) 硫化物發生還原反應而使銀針變黑
(B) 銀針變黑，是因為三氧化二砷被還原的結果
(C) 砒霜的純度越高，與銀針反應變黑的結果越明顯
(D) 將銀針改成活性較小的金屬如黃金，也會反應產生硫化物。

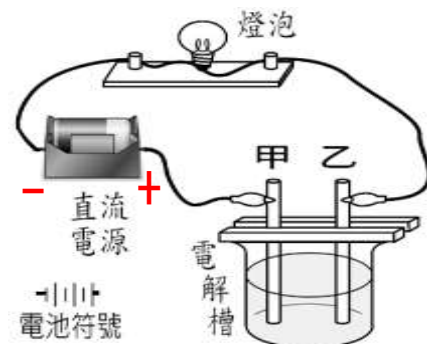
第三章 電解質及酸鹼反應

3-1 認識電解質

❖電解質

1.電解質檢驗的儀器設置：

- (1) 電源用：電池 ⇨ 直流電源
- (2) 電解槽設置於電路中，以檢驗待測水溶液是否能導電
- (3) 電極材質：石墨棒 (碳棒)
- (4) 電極棒標示：
 - ① 甲稱正極 ⇨ 離電池正極近
 - ② 乙稱負極 ⇨ 離電池負極近
- (5) 燈泡：用以觀察是否導電。
- (6) 實驗結果：



種類 \ 結果	燈泡發亮 (電解質)	燈泡不亮 (非電解質)	備 註
硫酸 H_2SO_4	✓		酸性
鹽酸 HCl	✓		酸性
氫氧化鈉 NaOH	✓		鹼性
食鹽水 NaCl	✓		中性
蔗糖 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$		✓	中性
酒精水溶液 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$		✓	中性
礦泉水	✓		
果汁	✓		
醋酸 CH_3COOH	✓		燈較暗 弱酸
蒸餾水		✓	



2.電解質與非電解質的意義：

- (1) 電解質：凡化合物溶於水，能導電者
 - 酸：硫酸、鹽酸、硝酸…… (酸性)
 - 鹼：氫氧化鈉、氫氧化鈣… (鹼性)
 - 鹽：氯化鈉、硝酸鉀…… (酸、中、鹼性)。
- (2) **非電解質**：化合物溶於水，不能導電者(酸鹼性呈**中性**) (實驗燈泡不亮)。

3.強電解質與弱電解質的意義：以『導電(解離)程度』為依據

- (1) 強電解質：導電程度大，易導電者 (燈泡較亮)
- (2) 弱電解質：導電程度小，不易導電者 (燈泡較暗)

4. 觀念釐清

- (1) **非水溶液**的電解質不能導電。
- (2) 化合物若不溶於水，可改以加熱熔化，熔化後會導電的化合物也是電解質。

- (3) **食鹽晶體**是電解質，但不能導電。
- (4) 純水**不導電，非**電解質。
- (5) **礦泉水**、果汁能導電，含有電解質。
- (6) 溶液的導電是靠**離子**，故只要化合物溶於水會解離出離子的，皆為電解質。
- (7) 酸、鹼一定是電解質，但**鹽類**不一定都是電解質，因為有些鹽類並不一定會溶於水解離出離子。

❖ 範例解說 **※元素、能導電的固體(金屬、石墨)，皆非電解質。**

- (B)1.有關電解質的說法，下列敘述何者正確？
- (A) 銅能導電，所以銅為電解質
- (B) 氯化氫氣體不能導電，但氯化氫氣體是電解質
- (C) 固體的小蘇打不能導電，所以小蘇打不是電解質
- (D) 碳酸鈣是鹽類，所以碳酸鈣是電解質。
- (E) 醋酸的水溶液導電度很小，故醋酸為非電解質。

❖ 練習題：(題目出處：教育部國中學學習資源網)

- ()1. 一化合物溶於水時會導電，它一定是何種物質？
(A) 電解質 (B) 酸 (C) 鹼 (D) 鹽。
- ()2. 下列各溶液中，何者的導電性最弱？
(A) 2 M 的 CH_3COOH 溶液 (B) 2 M 的 HNO_3 溶液
(C) 2 M 的 HCl 溶液 (D) 2 M 的 H_2SO_4 溶液。
- ()3. 下列哪一組為強電解質？
(A) 酒精、醋酸 (B) 葡萄糖、食鹽
(C) 酒精、蔗糖 (D) 氫氧化鈉、氯化氫水溶液。
- ()4. 下列物質何者溶於水會導電？
(A) 碳棒 (B) 酒精 (C) 蔗糖 (D) 食鹽。
- ()5. 小蘇打、食鹽、糖、醋、酒精、碳酸鈉、硫酸，上列物質中，屬於電解質的共有幾種？ (A) 4 (B) 5 (C) 3 (D) 6 種。
- ()6. 下列物質何者溶於水**不會**導電？ (A) 燒鹼 (B) 食鹽 (C) 食醋 (D) 酒精。
- ()7. 辨別某化合物是不是電解質，最好的方法是檢查該化合物，在何種情況是否導電？
(A) 固體時 (B) 熔化時 (C) 水溶液時 (D) 氣態時。
- ()8. 關於電解質的說法，下列哪一項是正確的？
(A) 液態氫不能導電，但氫水可以導電，仍算是電解質
(B) 銅線可以導電所以銅是電解質
(C) 固體的食鹽不能導電，所以食鹽不是電解質
(D) 酒精易溶於水，所以是電解質。
- ()9. 下列四種水溶液：(甲) 0.1M NaCl (乙) 0.01M NH_4OH (丙) 0.01M $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
(丁) 0.01M HCl ，其導電的難易依次是
(A) 甲>乙>丙>丁 (B) 甲>丙>乙>丁 (C) 丁>乙>丙>甲 (D) 甲>丁>乙>丙。

❖ 電離說(電解質解離說)—電解質導電原理

1. 西元 1884 年瑞典化學家阿瑞尼斯提出『電離說』。

(1) 瑞典阿瑞尼斯提出『電離說』，來解釋為何電解質能導電

(2) 解離說的三大論點：

① 會解離：電解質在水溶液中會解離成正、負離子

⇒帶正電的叫陽（正）離子，如 Na^+ （鈉離子）；

⇒帶負電的叫陰（負）離子，如 Cl^- （氯離子）。

例一： $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$

例二： $\text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-$

⇒解離後之正負離子數目不一定相等。

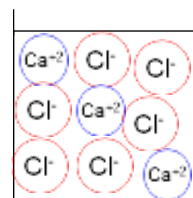
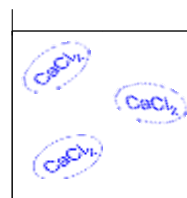
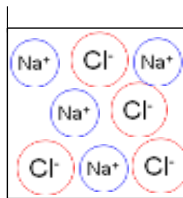
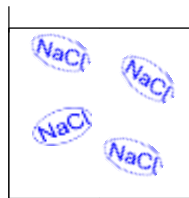
⇒電解質會以全部或部分為離子狀態存在。



*解離說—『會解離』說明：

⇒說明例一：氯化鈉 NaCl 電解質⇒解離粒子數比(1:1 型)：正負離子數目相等。

⇒說明例二：氯化鈣 CaCl_2 電解質⇒解離粒子數比(1:2 型)：正負離子數目不相等



Cl^- 數目 = 2 倍 Ca^{2+} 數目

② 會移動：正、負離子在溶液中可以自由移動，通電後朝定向移動

⇒通電時正離子朝電極負極移動；負離子朝電極正極移動

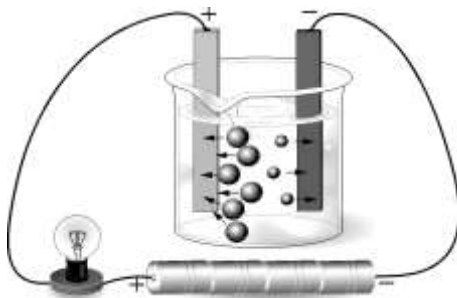
⇒這些移動的離子，構成電流的橋樑，所以電解質水溶液可以導電。

*解離說—『會移動』說明：氯化鈣 CaCl_2 電解質

⇒正離子 (Ca^{2+}) 向負極移動；負離子 (Cl^-) 向正極移動。

⇒電解質因離子移動而導電。

⇒離子移動在二極發生化學反應。



●：表鈣離子
●：表氯離子

導體能導電的原因是
因為自由電子的移動
電解質導電的原因是
因為離子的移動

③ **電中性**：電解質解離後仍維持電中性

⇒ 正離子所帶正電總電量 ＝ 負離子所帶負電總電量

例： $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ 。

⇒ 形成 2 個 H^+ 及 1 個 SO_4^{2-} （正負離子數目不相等），但正總電量等於負總電量。

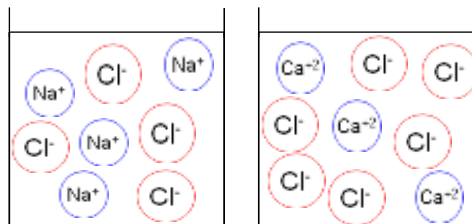
* 電離說—『電中性』說明：電中性的意義

⇒ 電解質中，正、負離子所帶的總電量**相等**

（ $\oplus$ 電量和 ＝ $\ominus$ 電量和，即淨電量＝0）

⇒ 電解質中，正、負離子的數目**不一定**相等。

（此關係只在 1:1 型電解質的解離才符合）



❖ 離子的形成 ⇒ 原子間的電子轉移（離子不單獨存在）（參八上 ch6）

（中性原子與離子化學性質顯著不同）

1. 陽離子（正離子）：帶正電（失去電子）⇒ A^{n+}

2. 陰離子（負離子）：帶負電（得到電子）⇒ B^{n-}

❖ 原子與離子的區別

1. 離子的 化學性質 和 原子 不同，

如：鈉原子（Na）和水會產生激烈反應且產生氫氣及氫氧化鈉。

食鹽中鈉離子（ Na^+ ）則性質安定，只是溶解在水中，也不發生化學反應。

2. 原子 不帶電，離子 帶電。

3. 顏色 不同：Cu 為紅色、但 Cu^{2+} 為藍色；Na 為銀白色、但 Na^+ 為無色。

❖ 溶解與解離

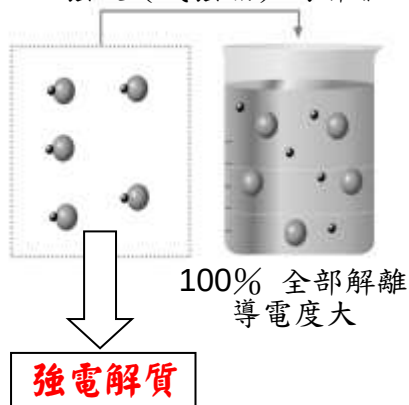
1. 溶解：如蔗糖在水中攪拌後消失不見，這是由於蔗糖分子離開固體表面而均勻分散到水中，此現象稱 溶解。⇒ 物理 變化

2. 解離：例如食鹽固體置於水中攪拌後也會溶解成無色透明的溶液，且可導電。這是由於溶解的食鹽在水溶液中形成分散的離子，在溶液中這些離子可以自由移動。像這種溶解後，形成離子的現象，此現象稱 解離。⇒ 化學 變化

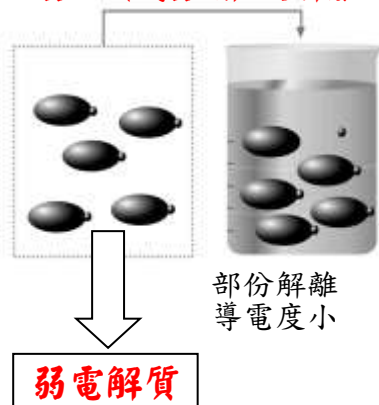
❖ 解離度看電解質

解離度 $\propto$ 導電度
成正比

強酸（或強鹼）的解離

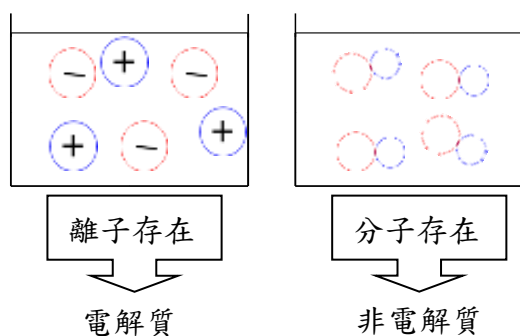


弱酸（或弱鹼）的解離



❖ 電解質與非電解質：

1. 電解質與非電解質圖示



2. 常見的電解質

	酸類	鹼類	鹽類
強電解質	鹽酸 HCl 硫酸 H ₂ SO ₄ 硝酸 HNO ₃	氫氧化鈉 NaOH 氫氧化鈣 Ca(OH) ₂ 氫氧化鎂 Mg(OH) ₂	氯化鈉 NaCl 氯化鉀 KCl 硝酸鉀 KNO ₃ 氯化鈣 CaCl ₂ 碳酸鈉 Na ₂ CO ₃ 碳酸氫鈉 NaHCO ₃ 硫酸銅 CuSO ₄
弱電解質	醋酸 CH ₃ COOH 碳酸 H ₂ CO ₃ 二氧化碳 CO ₂	氫氧化銨 (氨水) NH ₄ OH 氨氣 NH ₃	
應用	礦泉水、自來水、食醋、果汁		

3. 常見的非電解質

- (1) 純水、蒸餾水 (H₂O)、酒精 (C₂H₅OH)、蔗糖 (C₁₂H₂₂O₁₁)、葡萄糖 (C₆H₁₂O₆)、果糖。
 (2) 非電解質只溶解，不解離。



符號：s 表示固態；l 表示液態；aq 表示水溶液狀態

❖ 常見的解離方程式：

HCl	HCl	→	H ⁺	+	Cl ⁻
H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	→	2H ⁺	+	SO ₄ ²⁻
HNO ₃	HNO ₃	→	H ⁺	+	NO ₃ ⁻
CH ₃ COOH	CH ₃ COOH	→	H ⁺	+	CH ₃ COO ⁻
H ₂ CO ₃	H ₂ CO ₃	→	2H ⁺	+	CO ₃ ²⁻
NaOH	NaOH	→	Na ⁺	+	OH ⁻
Ca(OH) ₂	Ca(OH) ₂	→	Ca ²⁺	+	2OH ⁻
NaCl	NaCl	→	Na ⁺	+	Cl ⁻

❖ 範例解說

1. 有一電解質的化學式為 A_3B_m ，若溶於水後，完全解離產生 300 個 A^{2+} 及 200 個 B 粒子，則：

- ① B 粒子帶 負 電，為 B 原子 得 (得、失) 3 個電子所形成。
- ② $m =$ 2 。
- ③ 完整的解離方程式： $A_3B_2 \rightarrow 3A^{2+} + 2B^{3-}$ 。

2. (**D**) 已知某溶液中僅有 H^+ 、 Na^+ 、 Zn^{2+} 、 OH^- 、 NO_3^- 五種離子，其中 H^+ 、 OH^- 的數量很少可忽略。若溶液中的離子個數比為 $NO_3^- : Na^+ = 7 : 3$ ，則 $Na^+ : Zn^{2+}$ 的離子個數比應為下列何者？

- (A) 1 : 2 (B) 2 : 3 (C) 1 : 4 (D) 3 : 2

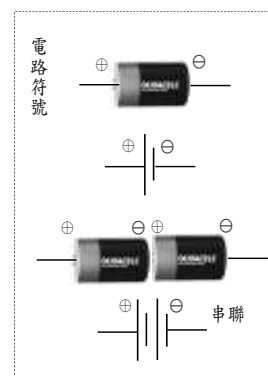
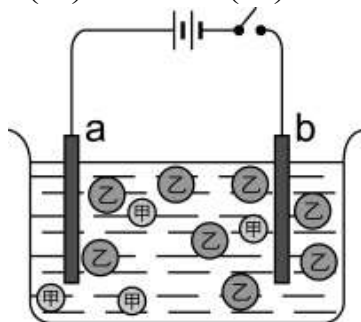
3. 下列為均為 0.05 莫耳的水溶液，則：

- (甲) 葡萄糖 ($C_6H_{12}O_6$) (乙) 甲醇 (CH_3OH)
(丙) 氫氧化鈉 ($NaOH$) (丁) 醋酸 (CH_3COOH)

- ① 哪一杯水溶液所解離的粒子總數最多？(**丙**)，總數為(**0.1**)莫耳。
- ② 哪一杯水溶液完全以分子狀態存在？(**甲乙**)。

4. 圖為解離示意圖，某化合物溶於水後解離為 4 個甲粒子與 8 個乙粒子，其中甲和乙均為帶電的粒子，當通電之後，回答下列問題：

- ① 電解槽的正極為(**a**)；負極為(**b**)。(a 或 b)
- ② 由圖示，此化合物可能為下列何者？(**BC**)。
(A) HCl (B) $CaCl_2$ (C) H_2SO_4 (D) C_2H_5OH
- ③ 若通電後乙粒子會向 b 電極移動，則此化合物可能為下列何者？(**C**)。
(A) HCl (B) $CaCl_2$ (C) H_2SO_4 (D) C_2H_5OH



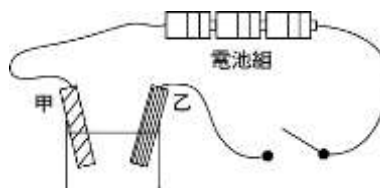
5. (**D**) 取 0.1 莫耳氫氧化鈉 ($NaOH$) 及 0.2 莫耳硫酸鈉 (Na_2SO_4) 混合溶於水，完全溶解後加水配成 2 公升的水溶液。則此水溶液中所含鈉離子、氫氧根離子及硫酸根離子的莫耳數各為何？

- (A) 0.1 莫耳，0.1 莫耳，0.1 莫耳 (B) 0.2 莫耳，0.1 莫耳，0.2 莫耳
(C) 0.5 莫耳，0.1 莫耳，0.1 莫耳 (D) 0.5 莫耳，0.1 莫耳，0.2 莫耳。

❖練習題（題目出處：教育部國中學學習資源網）

- () 1. 關於 CaCl_2 水溶液，下列敘述何者錯誤？
(A) 通電時，鈣離子會移向負極 (B) 鈣離子和氯離子個數相同
(C) 鈣離子和氯離子總電量相同 (D) 水溶液呈電中性。
- () 2. 電解質能導電乃因：
(A) 其為離子化合物 (B) 其中含有能移動的自由電子
(C) 其為分子化合物 (D) 其在水中能產生可移動的離子。
- () 3. 下列有關電解質的敘述何者正確？
(A) 水溶液呈電中性，故正、負離子數目相等
(B) 水溶液呈電中性，正、負離子總電量相等
(C) 水溶液呈電中性，故正、負離子濃度必相等
(D) 熔融狀態或水溶液必能導電。
- () 4. 氯離子 (Cl^-) 和氯原子 (Cl) 的比較，何者錯誤？
(A) 質子數相同。 (B) 化學性質相同。
(C) 氯原子為電中性，氯離子帶負電。 (D) 氯原子獲得一個電子，形成氯離子。
- () 5. 「電解質」是因為下列哪一種粒子在水溶液中移動而導電？
(A) 原子 (B) 質子 (C) 電子 (D) 離子。
- () 6. 氯化鈣水溶液所含鈣離子與氯離子的總數比是
(A) 2:1 (B) 1:2 (C) 3:1 (D) 1:3。
- () 7. 下列哪一個離子是原子失去兩個電子所形成的？
(A) K^+ (B) Cl^- (C) Ca^{2+} (D) O^{1-} 。
- () 8. 有關電解質之敘述何者正確？
(A) 電解質必為化合物
(B) 電解質溶液中，負離子的總個數必與正離子的總個數相等
(C) 電解質水溶液通電時，僅離子移動，不發生化學反應
(D) 電解質溶液導電時，負離子向負極移動，正離子向正極移動。
- () 9. 若氯化鈣水溶液中含有 0.25 莫耳的鈣離子，則水溶液中應含有多少莫耳的氯離子？
(A) 0.25 莫耳 (B) 0.50 莫耳 (C) 0.75 莫耳 (D) 1.00 莫耳。
- () 10. 某純物質溶於蒸餾水，已知水中含有 NO_3^- 及 OH^- ，則另一離子可能是
(A) F^- (B) CO_3^{2-} (C) Ca^{2+} (D) Cl^- 。
- () 11. 有關電解質之性質，下列何者正確？
(A) 電解質水溶液，必呈電中性 (B) 電解質溶液中，必呈中性 (C) 硫酸溶液中的離子只含 H^+ 、 SO_4^{2-} (D) 電解質溶於水解離為離子的現象稱為中和。
- () 12. 有關鈉離子 (Na^+) 與鈉原子 (Na) 的比較，下列敘述何者正確？
(A) 兩者的化學性質相同 (B) 兩者所帶的電荷相等
(C) 兩者所含的質子數相等 (D) 兩者所含的電子數相等
- () 13. 釷-90 ($^{90}_{39}\text{Y}$) 可被用來做為癌症的放射性治療。有關釷離子 ($^{90}\text{Y}^{3+}$) 的敘述，下列何者正確？
(A) 可形成化合物 $\text{Y}(\text{NO}_3)_3$ (B) 有 36 個質子 (C) 有 39 個中子 (D) 有 39 個電子

- ()14. 放一小撮食鹽 (NaCl) 於水中，食鹽完全溶解。下列有關食鹽在水中變化的敘述何者正確？
 (A) 食鹽與水反應變成氯化氫分子散佈在水中
 (B) 食鹽形成鈉離子與氯離子散佈在水中
 (C) 食鹽形成鈉原子與氯原子散佈在水中
 (D) 食鹽形成氯化鈉分子散佈在水中
- ()15. 已知某原子 X 之質子和中子的數目分別為 4 與 5 則此原子所形成的離子 X^{2+} 應具有的電子數目為多少？ (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 6
- ()16. 下列關於電解質在水中解離之敘述，何者正確？
 (A) 正離子的總個數必等於負離子的總個數
 (B) 正離子的總質量必等於負離子的總質量
 (C) 正離子的總電量必等於負離子的總電量
 (D) 溶液中氫離子的濃度必等於氫氧根離子的濃度
- ()17. 某化合物由 A^{m+} 離子和 B^{n-} 離子結合而成，此化合物完全溶解於水後只產生 A^{m+} 和 B^{n-} ，且其離子數比 $A^{m+} : B^{n-}$ 為 2 : 3，則 m、n 可能為下列何者？
 (A) $m = \frac{1}{3}$ 、 $n = \frac{1}{2}$ (B) $m = 1$ 、 $n = 1$ (C) $m = 2$ 、 $n = 3$ (D) $m = 3$ 、 $n = 2$
- ()18. 下列哪一種電解質在水中解離時，產生的陽、陰離子數量不相等？
 (A) 氫氧化鈉 (NaOH) (B) 氯化氫 (HCl) (C) 硫酸 (H_2SO_4) (D) 硝酸 (HNO_3)。
- ()19. 下列哪種物質的水溶液呈電中性？甲. 硫酸 H_2SO_4 ；乙. 氫氧化鈉 NaOH；丙. 酒精 C_2H_5OH 。
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 甲乙丙。
- ()20. 10 個氯化鈣分子在水中完全解離後，下列敘述何者正確？
 (A) 產生 10 個鈣離子 (B) 產生 10 個氯離子
 (C) 鈣離子的總電量 > 氯離子的總電量 (D) 此溶液將帶正電。A
- ()21. 下列哪一個狀態的電解質可以導電？
 (A) 結晶的冰醋酸 (B) 結晶的食鹽 (C) 固體的氫氧化鈉 (D) 硫酸水溶液。
- ()22. 下列哪一個離子是原子失去兩個電子所形成的？
 (A) Na^+ (B) Br^- (C) Mg^{2+} (D) S^{2-} 。
- ()23. 已知蛋殼的主要成分為碳酸鈣，若將雞蛋泡入醋中會變成無殼蛋，將無殼蛋取出，溶液中醋酸根離子和鈣離子其個數的比例為何？(醋酸的解離反應式為：
 $CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+$)
 (A) 1 : 2 (B) 2 : 1 (C) 3 : 1 (D) 1 : 3。 **※見3-2-3醋酸**
- ()24. 在燒杯中裝入氯化鈣水溶液，裝置如附圖，在整個電路通電之後，水溶液中的氯離子將如何移動？
 (A) 往甲電極移動
 (B) 往乙電極移動
 (C) 往四面八方移動
 (D) 在原處不動。

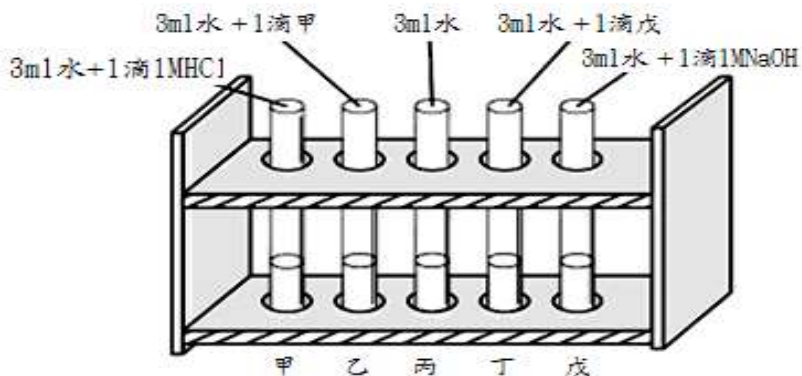


3-2 常見的酸、鹼性物質

一、酸與鹼性質探討

1. 酸與鹼特性探討：

(1) 酸鹼性待測溶液配製：



試管	甲	乙	丙	丁	戊
酸鹼性	酸性更強	酸性	中性	鹼性	鹼性更強

(2) 常用酸鹼試劑變色表：

	廣用試紙	酚酞指示劑	石蕊試紙
在酸中顏色	紅橙黃色	無色	紅色
在中性時顏色	綠色	無色	不變色
在鹼中顏色	藍靛紫色	紅色	藍色

〔補充〕

酚紅指示劑
黃
淺紅
紅

二、酸與鹼的性質

(一) 酸

1. 酸的定義：

⇒ 物質溶於水能解離出氫離子(H^+)者。

⇒ 凡酸根或非金屬離子與 H^+ 結合者稱之。例： H_2SO_4 、 HCl

2. 酸的性質：

(1) 酸在酸鹼試劑的變色：

① 使石蕊試紙呈紅色。 ② 使廣用試紙呈紅、橙、黃色。 ③ 使酚酞呈無色。

(2) 多數酸與活性大的金屬反應，產生氫氣

① 活性大的金屬，如：Ca Mg Al Zn Fe。 ② 酸能去鏽

(3) 酸與碳酸鈣(大理石)反應，產生 CO_2 。

(4) 酸是電解質(必須於水溶液中才能導電)

(5) 酸有腐蝕性

(6) 依解離度分為強酸、弱酸。

① 強酸：100% 解離者， H_2SO_4 、 HCl 、 HNO_3 。

② 弱酸：部分解離者， CH_3COOH 、 H_2CO_3 。

(7) 濃酸稀釋會放熱。

3. 常見的酸及其性質：

(1) 硫酸 (H_2SO_4) 【化學工業之母】：無色油狀，腐蝕性強。製造醫藥、染料、衣料、造紙、蓄電池。

① 解離式： $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$ (強酸)

② 濃硫酸的稀釋：應將濃硫酸倒入水中 $\Rightarrow$ 放熱反應，水溫升高。

$\Rightarrow$ 比熱因素：水的比熱大於硫酸比熱 ($0.339 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$)，大量的水可吸收硫酸稀釋放出的熱量。

$\Rightarrow$ 沸點高、密度大：濃硫酸 (沸點 300°C 以上) 比水大。

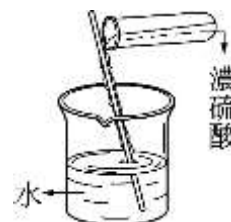
若以水加入濃硫酸中，混合後溫度會迅速上升，且水的沸點低，會沸騰成水蒸氣，將挾帶硫酸逸出。

③ 濃硫酸有強脫水性：濃硫酸能將物質的水份去除

a. 濃硫酸遇碳水化合物 (澱粉、纖維素、蔗糖、葡萄糖)，使碳水化合物水份去除，剩下黑色的碳 蔗糖 $(C_{12}H_{22}O_{11}) \rightarrow 12C + 11H_2O$

b. 濃硫酸遇食鹽：食鹽不含水，仍為白色晶體

c. 稀硫酸沒有脫水性。



(2) 鹽酸 (HCl) 【胃液】

① 解離式： $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ (強酸)

② 學名：氯化氫，俗稱：鹽酸 (正確說法：氯化氫的水溶液稱為「氫氯酸」)

③ 氣態氯化氫極易溶於水，比空氣重 (分子量 36.5)，「氫氯酸」俗稱「鹽酸」)

④ 無色，工業用不純 (含鐵離子) 呈黃色，可用來清洗金屬表面或作為浴室的清潔劑。

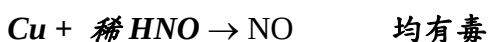
⑤ 將濃鹽酸的瓶蓋打開時，氯化氫分子會蒸發至空氣中，當氯化氫與空氣中的水蒸氣結合成顆粒細小、肉眼可見的鹽酸時，稱為酸霧。(白色煙霧)

(3) 硝酸 (HNO_3) 【國防工業之母】：製造肥料、炸藥

① 解離式： $HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$ (強酸)

② 無色，有光照射則會產生紅棕有毒的二氧化氮 (NO_2) 氣體，所以硝酸必須以深色的玻璃瓶盛裝。

③ 與大多數金屬作用，且可與銅作用 (鹽酸不與銅作用)



(4) 醋酸 (CH_3COOH)【學名：乙酸】 (弱酸)

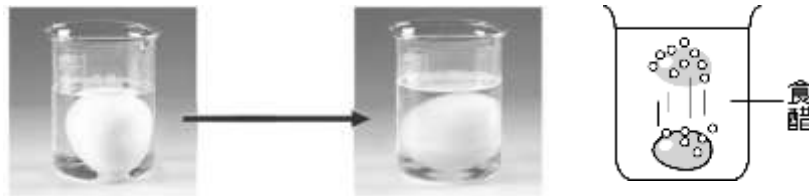
① 解離式： $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$

② 無色有刺激性的液體。極純的醋酸冷卻時很容易凝固 (17°C)，所以又稱為冰醋酸

③ 純醋酸呈 中 性，易溶於水，水溶液呈弱酸性。

④ 食用醋酸約含 3~5 % 的乙酸。

⑤ 醋蛋：



(二) 鹼

1. 鹼的定義：

⇒ 物質溶於水能解離出氫氧離子者。 (OH^-)

⇒ 凡銨根或金屬離子與 OH^- 結合者稱之。例： NH_4OH 、 NaOH
氫氧化銨 氫氧化鈉
(氨水)

2. 鹼的性質：

(1) 鹼在酸鹼試劑的變色：

① 使石蕊試紙呈 藍 色。 ② 使廣用試紙呈藍、靛、紫色。 ③ 使酚酞呈 紅 色。

(2) 鹼性溶液能溶解油脂：鹼能去油(酸能去鏽)。

(3) 鹼性水溶液摸起來有 滑膩 感。

(4) 鹼是電解質。(嚐起來有澀味)

(5) 鹼有腐蝕性。

(6) 依解離度分為 強 鹼、弱 鹼。

① 強鹼：100% 解離者， KOH NaOH $\text{Mg}(\text{OH})_2$ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。

② 弱鹼：部分解離者， NH_4OH $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

(7) 濃鹼稀釋會放熱。

3. 常見的鹼及其性質：

(1) 氫氧化鈉 (NaOH)

① 解離式： $\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$ (強鹼)

② 白色固體，俗稱 燒鹼 或 苛性鈉。

③ 有腐蝕性，溶於水，放熱 反應。

④ 易吸收 CO_2 及 H_2O ⇒ 有潮解現象。
(產生碳酸鈉)

(2) 氨 (NH_3)

① 解離式： $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ (弱鹼) 補充： $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightarrow[200^\circ\text{C}]{\text{Fe粉, 大氣壓}} 2\text{NH}_3$

② 無色，具臭味、比空氣 輕 (分子量 17)

③ 極易 溶於水，形成氨水，有 殺菌 作用

⇒ 氨氣外洩，常 灑水 處理。 ⇒ 製造肥料

哈柏法製氨

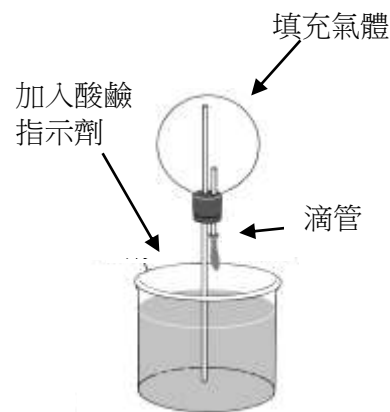
❖ 補充---噴泉實驗

1.實驗流程：

- (1) 燒瓶限內裝**極易溶於水**氣體
- (2) 下方水槽加酸鹼指示劑
- (3) 由滴管擠入數滴水，進入燒瓶中，有如噴泉。

2.原理：因極易溶於水的氣體遇水後溶解於水中，燒瓶內形成真空，內部壓力小於外界。所以下方水槽之水擠噴入燒瓶形成噴泉。若指示劑變色時，即呈有色噴泉。

3.可用作噴泉實驗的氣體：HCl、NH₃。
氯化氫 **氨**

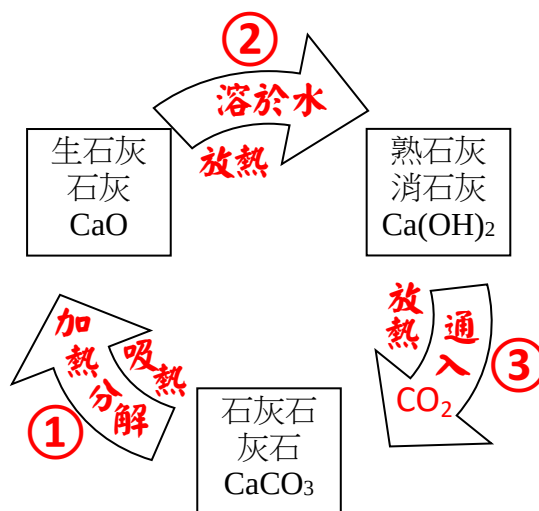


(3) 石灰 (CaO 氧化鈣)

- ① 解離式： $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$ (強鹼) $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- ② 白色，俗稱**石灰**或**生石灰**。
- ③ 溶於水，放熱。形成**鹼性的石灰水**。石灰水：氫氧化鈣 ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 水溶液。
- ④ 檳榔加入石灰，傷害口腔
- ⑤ 易吸收水蒸氣，常用作**乾燥劑**。
- ⑥ 二氧化碳的檢驗反應：
石灰水 + 二氧化碳 → 碳酸鈣 + 水
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

三、灰石、生石灰、熟石灰循環

1.



2.灰石、生石灰、熟石灰循環反應

①	CaCO ₃	石灰石 灰石 大理石 碳酸鈣	$\text{CaCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{CaO} + \text{CO}_2$
②	CaO	石灰 燒石灰 生石灰 氧化鈣	$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
③	Ca(OH) ₂	熟石灰 消石灰 石灰水 氫氧化鈣	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

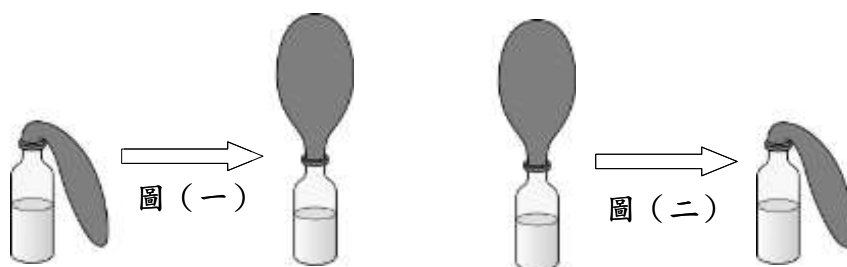
四、日常用品酸鹼性檢驗：

酸性物質	鹼性物質
檸檬汁 蘋果汁 柳丁汁 酸梅汁 食醋 汽水	胃藥 胃乳 石灰水 玻璃清潔劑 氨水 肥皂水 海水
硫酸 H_2SO_4 鹽酸 HCl 硝酸 HNO_3 醋酸 CH_3COOH	氫氧化鈉 NaOH 氨 NH_3 氧化鈣 CaO

❖ 範例解說

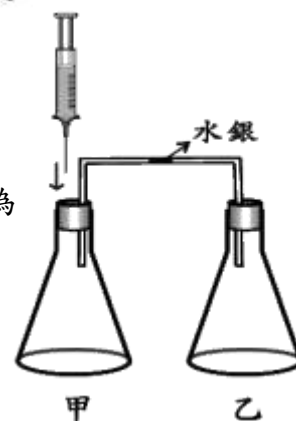
1. 回答下列問題：

- ① 廣口瓶內先裝入下列某種液體，將鋅粒加入之後，立即套上一個氣球，結果如圖（一）。則下列何者最可能為玻璃瓶內所裝的液體？ BE。
- ② 廣口瓶內裝有某種溶液，小惠以口將氣球吹滿後，套入廣口瓶的瓶口，經一段時間後，如圖（二）。則下列何者最可能為玻璃瓶內所裝的液體？ C。
- (A) 乙醇水溶液 (B) 氯化氫水溶液 (C) 氫氧化鈣水溶液
(D) 過氧化氫水溶液 (E) 稀硫酸 (F) 碳酸鈉溶液。



2. (A) 如圖之實驗裝置，甲錐形瓶內充滿特定氣體，乙錐形瓶內充滿空氣，兩錐形瓶之連接管中充入一滴水銀。實驗時，以針筒注入一滴水於甲錐形瓶後，將針筒取出。若實驗過程均為密閉狀態，在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下，發現連接管中的水銀明顯向左移動，則甲錐形瓶最可能盛裝下列何種氣體？

(A) NH_3 (B) N_2 (C) H_2 (D) O_2 。



❖練習題：

- () 1. 關於鹽酸的敘述，下列何者錯誤? HCl
(A)無色 (B)是氯化鈉的水溶液
(C)散發到空氣中會形成酸霧 (D)可用來清洗金屬表面或作浴室清潔劑。
- () 2. 下列對於各種鹼性物質的敘述，何者錯誤?
(A)可以使紅色石蕊試紙變成藍色 (B)氫氧化鈉俗稱燒鹼或苛性鈉
(C)氨~~✗~~與水反應時，也會產生氫氧根離子
(D)氧化鈣俗稱生石灰~~✗~~可以直接和二氧化碳反應產生白色沉澱。
- () 3. 鹽酸若濺到大理岩會產生氣體，若濺到鎂帶也會產生氣體。關於此兩種氣體，下列何者正確?
(A)兩者都是二氧化碳 (B)前者為二氧化碳，後者為氫氣
(C)前者為氧氣，後者為氫氣 (D)兩者都是氫氣。
- () 4. 小育在回家的路上撿到一塊白色的石頭，他想用水清洗，卻不小心撞倒洗馬桶用的鹽酸，結果石頭和鹽酸接觸後開始產生氣泡，且表面出現大小不一的坑洞，請問小育撿到的這顆石頭可能含有什麼成分?
(A)NaOH (B)NaNO₃ (C)CaCO₃ (D)CaCl₂。
- () 5. 關於硫酸、鹽酸及醋酸性質的敘述，下列何者錯誤?
(A)其水溶液都含有氫離子 (B)硫酸的密度比水小~~✗~~故稀釋時應將硫酸加入水中
(C)工業用的鹽酸可用來清洗金屬表面 (D)醋酸可與鎂反應生成氫氣。
- () 6. 下列對於各種酸性物質的敘述，何者錯誤?
(A)濃硫酸有強脫水性，會使碳水化合物脫水形成碳
(B)醋酸會與碳酸鈣產生氫氣 CO₂
(C)鹽酸可用來清洗金屬表面或作為浴室的清潔劑
(D)各種酸溶解在水中，都會產生氫離子。
- () 7. 有關氫氧化鈉與氫氧化鈣的敘述，下列何者正確?
(A)氫氧化鈉稱為苛性鈉、氫氧化鈣稱為燒鹼 熟石灰
(B)生石灰加水之後即可形成氫氧化鈣水溶液
(C)氫氧化鈉加水之後會吸熱，其水溶液對皮膚有腐蝕性
(D)氫氧化鈉的水溶液可以用來檢驗二氧化碳氣體。
- () 8. 氧化鈣溶於水會形成什麼物質?
(A)CaO (B)CaCO₃ (C)Ca(OH)₂ (D)CaCl₂。
- () 9. 玉蘭在整理實驗室時，發現甲、乙、丙三瓶標籤脫落的液體。經過測試，三瓶液體均能使石蕊試紙呈紅色，且甲瓶液體有刺激性氣味；乙瓶液體能在紙張上腐蝕出一個焦黑的洞；丙瓶不斷冒出白色煙霧，且有刺激性臭味。則甲、乙、丙三瓶分別為什麼?
(A)硫酸、鹽酸、醋酸 (B)醋酸、硫酸、鹽酸
(C)鹽酸、硫酸、醋酸 (D)硫酸、醋酸、鹽酸。
- () 10. 有關濃硫酸稀釋的過程，哪一項敘述錯誤?
(A)濃硫酸的密度大於水，因此緩緩加入水中時會往下沉
(B)濃硫酸具有脫水性，因此在稀釋的過程中，水會逐漸減少 仍在容器內
(C)稀釋時，整杯溶液的溫度將逐漸升高
(D)如果將水加入濃硫酸，上層溶液將劇烈沸騰，造成飛濺的危險。

- () 11. 有關鹼性物質的敘述，下列何者正確？
 (A) 氫氧化鈉又稱為燒鹼或苛性鈉
 (B) 氫氧化鈉在空氣中不易變質，容易保存 **潮解**
 (C) 氫氧化鉀可直接用手拿取
 (D) 氧化鈣就是石灰水，可和二氧化碳產生白色碳酸鈉。
~~CaO 生石灰~~ ~~Ca(OH)₂~~
- () 12. 下列哪一項不屬於酸性物質的特性？
 (A) 在水中會解離出氫離子 (B) 水溶液可以導電
 (C) 是電解質 (D) 水溶液可使紅色石蕊試紙呈現藍色。
- () 13. 下列各實驗所產生的氣體，哪兩者混合點火會產生水？甲. 鎂帶加入稀鹽酸中；乙. 大理岩加入稀鹽酸中；丙. 在雙氧水中加入二氧化錳。
 (A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 甲丙 (D) 無法判斷。
- () 14. 有關鹽酸的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 無色、具有刺激性氣味，若人體大量吸入時，會損害器官及黏膜
 (B) 實驗室中的濃鹽酸是重量百分率濃度95%的氯化氫水溶液
 (C) 工業用的鹽酸含有雜質，故呈淡黃色 **37% 課本有寫**
 (D) 常用來清洗金屬表面或作為浴室的清潔劑。
- () 15. 將固體 NaOH 投入水中後，下列哪一種情形不可能發生？
 (A) 水溶液能導電 (B) 水溶液的溫度降低
 (C) NaOH 解離為 Na^+ 、 OH^- (D) 水溶液呈鹼性。
- () 16. 以下四種溶液能與碳酸鈣作用產生二氧化碳的有哪些？甲. 硫酸；乙. 硝酸；丙. 鹽酸；丁. 醋酸。(A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 丙丁 (D) 甲乙丙丁。
- () 17. 鎂帶與鹽酸或醋酸溶液進行反應時，可用下列哪一離子反應式表示？
 (A) $2\text{H}^+ + \text{Mg} \rightarrow \text{H}_2 + \text{Mg}^{2+}$ (B) $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2$
 (C) $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ (D) $2\text{H}^+ + 2\text{Na} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{Na}^+$
- () 18. 已知蛋殼的主要成分為碳酸鈣，當蛋殼丟入下列四種溶液中，哪一種不會產生二氧化碳？(A) 石灰水 (B) 醋 (C) 胃液 (D) 鹽酸。
- () 19. 老師將一張白紙放在火上烤，結果出現黑色文字，同學看見此景覺得很神奇，要求老師教他們製作。老師拿出一杯溶液，用毛筆沾此液體在紙上書寫即完成，試問此溶液為何？(A) 氨水 (B) 食鹽水 (C) 稀硫酸 (D) 稀鹽酸。
- () 20. 有關在實驗室中常用的酸鹼藥品之說明，下列何者正確？
 (A) 如果不小心沾到酸性物質，應迅速以氨水中中和
 (B) 稀釋濃硫酸時，應把水緩緩倒入濃硫酸中
 (C) 氫氧化鈉應置於空氣中保存，才不會因產生化學反應而變質
 (D) 鹽酸使用時應避免直接碰觸或吸入。
無脫水性 加熱變濃
- () 21. 小城在整理實驗室時，發現兩瓶標籤脫落的液體甲、乙。經過測試後，兩瓶均能使藍色石蕊試紙呈現紅色，甲液體有刺激性氣味；乙液體有脫水性。則甲、乙兩瓶分別可能是什麼溶液？
 (A) 硫酸、鹽酸 (B) 硫酸、醋酸 (C) 醋酸、硫酸 (D) 醋酸、鹽酸。
- () 22. 取 A、B 兩種未知水溶液，分別加入貝殼和鎂帶，觀察所發生的反應，記錄如附表所示，請問 A 可能為下列何者？

溶液種類	加入鎂帶	加入貝殼
A	沒有反應	沒有反應
B	產生氣泡反應激烈	產生氣泡反應激烈

- (A) 水 (B) 硫酸 (C) 硝酸 (D) 鹽酸。

- () 23. 下列哪一項不屬於鹼性物質的特性？
 (A)在水中會產生氫氧根離子 (B)是電解質
 (C)可以溶解油脂，有滑膩感 (D)不會腐蝕皮膚，可以直接用手拿取。
- () 24. 下列四種電解質，何者不能在水中解離出氫離子？
 (A) H_2SO_4 (B) HNO_3 (C) NaOH (D) CH_3COOH 。
- () 25. 下列化合物，哪一個不屬於鹼性物質？ **酒精(乙醇)**
 (A) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (B) NaOH (C) NH_3 (D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 。
- () 26. 現有三種化學藥品：硫酸、氫氧化鈉、氯化鈉。請問下列何者為它們的共同性質？
 (A)水溶液呈酸性 (B)能使石蕊試紙呈藍色
 (C)可以和碳酸鈣反應產生二氧化碳 (D)其水溶液能導電。
- () 27. 下列哪一項為酸、鹼性物質的共同性質？
 (A)兩者的水溶液會使相同顏色石蕊試紙的變色反應相同
 (B)兩者的水溶液都可以使活性大的金屬產生氫氣
 (C)兩者的水溶液皆可以溶解油脂 (D)兩者的水溶液皆可導電。
- () 28. 鍋內的水面有一層彩色油亮的油汙，小華滴了一滴液體，觀察到油汙會被溶解，試問此液體可能是下列哪一種？
 (A)醋酸水溶液 (B)氫氧化鈉水溶液 (C)葡萄糖水溶液 (D)鹽酸。
- () 29. 燒鹼和氨溶解在水中時，都能產生下列何者？(A) NH_4^+ (B) H^+ (C) Na^+ (D) OH^- 。

◎世華在書上看到「無殼蛋」是一種健康食品，其做法是將雞蛋浸泡在醋中，試回答 30-32 題：

- () 30. 世華發現蛋一放到醋中，在蛋殼四周會冒出許多小氣泡，請問這些小氣泡的成分和下列哪一個實驗步驟所產生的氣體相同？
 (A)鎂 + 鹽酸 (B)打開濃鹽酸蓋子時所冒出的氣體
 (C)大理岩 + 稀硫酸 (D)雙氧水 + 二氧化錳。
- () 31. 世華還可以採用哪一種溶液來取代醋？
 (A)檸檬汁 (B)食鹽水 (C)氨水 (D)醬油。
- () 32. 世華覺得蛋太大了，而將雞蛋換成鵪鶉蛋，請問鵪鶉蛋可以做成「無殼蛋」嗎？為什麼？
 (A)不可以，醋只能和雞蛋殼反應 (B)不可以，因鵪鶉蛋太小，連殼內的物質都會被腐蝕 (C)可以，因為蛋殼本身就會自行分解 (D)可以，因為不論是雞蛋殼或鵪鶉蛋殼，其成分均以碳酸鈣為主。

◎在整理實驗室時，小翔發現有兩罐標籤已脫落的酸性水溶液（重新編號：甲、乙）。老師指導小翔，利用大理岩塊，分別對其進行測試，隨後再推敲此兩樣溶液的可能成分，而測試後的紀錄表如下。試回答 33-34 題：

- () 33. 請問下列的配對關係，何者較為符合？
 (A)甲：稀鹽酸、乙：氨水
 (B)甲：醋酸、乙：稀鹽酸
 (C)甲：醋酸、乙：氨水
 (D)甲：稀鹽酸、乙：醋酸。

水溶液編號	甲	乙
大理岩浸潤後的結果	冒泡極緩慢	冒泡劇烈，大理岩塊很快消失

- () 34. 承上題，關於在編號乙中所生成的產物，下列敘述何者正確？
 (A)冒泡的氣體應為氫氣 H_2 (B)冒泡的氣體應為氧氣 O_2
 (C)若收集冒泡的氣體，此氣體會使點燃的火柴產生爆鳴聲
 (D)若收集冒泡的氣體，此氣體會使點燃的火柴迅速熄滅。

3-3 酸鹼的濃度

一、常用濃度的表示法

(一) 重量百分濃度：每100克溶液中，所含溶質的克數。(八上第二章)

⇒溶質重量占全體重量的比例

$$\text{公式：} P \text{ 濃度}\% = \frac{\text{溶質克數}}{\text{溶液克數}} \times 100\%$$

$$\text{註：} \text{溶液重} \times P\% = \text{溶質重}$$

(二) 體積百分濃度：每100毫升溶液中，所含溶質的體積。(八上第二章)
(毫升)

⇒溶質體積占全體體積的比例

⇒酒類之酒精濃度使用此表示法 (% v/v 或 % vol)

$$\text{公式：} V \text{ 濃度}\% = \frac{\text{溶質體積}}{\text{溶液體積}} \times 100\%$$

$$\text{註：} \text{溶液體積} \times V\% = \text{溶質體積}$$

(三) 體積莫耳濃度 (莫耳濃度)

1.水溶液濃度的表示法之一

2.定義：每公升水溶液中，所含溶質的莫耳數

中括號

⇒ 單位：莫耳/公升；符號：M。(可以 [] 表示)

3.公式：

$$M = \frac{\text{溶質莫耳數}}{\text{溶液公升數}} = \frac{\text{mole}}{L} \quad \frac{\text{溶質莫耳數mole}}{\text{溶液體積}V(\text{公升})}$$

4.實例討論：

莫耳濃度	意義	表示法
1 M HCl	<u>1 莫耳 HCl</u> 每公升溶液	[HCl] = 1 M
2 M HCl	<u>2 莫耳 HCl</u> 每公升溶液	[HCl] = 2 M

$$\text{溶質莫耳數(mole)} = M \times V$$

5.實例討論：

5M HCl 水溶液表示：(HCl=36.5)

$$\Rightarrow 5M = 5 \text{ mole/L}$$

⇒每公升溶液含純 HCl 5 莫耳

⇒每公升溶液含 3×10^{24} 個 HCl 分子 ($5 \times 6 \times 10^{23}$)

⇒每公升溶液含純 HCl 182.5 公克

二、溶液的稀釋和濃縮 稀釋公式 $M_{\text{前}} \times V_{\text{前}} = M_{\text{後}} \times V_{\text{後}}$

1.稀釋後濃度變小；濃縮後濃度變大；但溶質質量不變。

2.溶液濃度過高時，可經由添加溶劑的方式將溶液稀釋。取定量溶液稀釋時，因為只加入溶劑，所以稀釋前、後溶液中溶質的質量不會改變，也就是溶質莫耳數不變。

例 1. 將 29.25 公克的食鹽 (NaCl) 溶於水中，配製成 10 公升的食鹽水溶液，則此溶液莫耳濃度為 0.05 M。(原子量 Na=23, Cl=35.5)

例 2. 葡萄糖水溶液 0.5M、500 ml：(葡萄糖分子量=180)

① 表示每公升溶液含葡萄糖 0.5 莫耳。表示為：0.5 (mole/L)。

② 此溶液內含葡萄糖 0.25 莫耳 = 45 公克葡萄糖。

例 3. 欲配置濃度 0.5M 的葡萄糖水溶液 1 公升，需稱取葡萄糖 90 克。

並描述其配製方法。(葡萄糖分子量=180)

⇒ 取葡萄糖 90 公克，加水至溶液總體積為 1 公升。

例 4. (**B**) 如果將原本 12M 的濃鹽酸 1 公升加水稀釋成 3 公升，則稀釋後的鹽酸溶液濃度為多少 M？ (A) 6 (B) 4 (C) 3 (D) 2 M。

例 5. (**C**) 有濃度為 3 M 的氫氧化鈉溶液 10 mL，需加多少 mL 的水，才可將其濃度稀釋為 1 M？ (A) 18 (B) 19 (C) 20 (D) 21。

例 6. (**C**) 將濃度 2M 硫酸一瓶倒去半瓶，再用水加滿，又再倒去半瓶，然後再用水加滿，則此溶液最後濃度為何？ (A) 0.05M (B) 0.25M (C) 0.5M (D) 0.75M。

例 7. (**D**) 濃硫酸，密度約為 1.85 公克/立方公分。(H₂SO₄=98) 且其重量百分濃度為 98%，請問其莫耳濃度約為多少 M？ (A) 12.0 (B) 17.5 (C) 15.8 (D) 18.5 M。

重量的濃度轉莫耳濃度

$$\frac{\text{溶質重}}{\text{分子量}} = \text{溶質莫耳數}$$

$$\left(\frac{\text{溶液重}}{\text{密度}} \right) \div 1000 = \text{溶液體積 (L)}$$

$$\frac{98}{98} = 1 \text{ (mole)}$$

$$M = \frac{\text{mole}}{L} = \frac{1}{\frac{1}{18.5}} = 18.5 \text{ (M)}$$

$$\frac{100}{1.85} \times \frac{1}{1000} = \frac{1}{18.5}$$

三、水溶液的酸鹼性

1. 酸鹼定義：水溶液中，氫離子與氫氧根離子共同存在 (酸中也有氫氧根離子，鹼中也有氫離子)

⇒ 水溶液中氫離子與氫氧根離子濃度的相對大小比較 (何者性質多，就顯示出較多者的性質)

(1) 酸性：水溶液中的 [H⁺] > [OH⁻]

(2) 中性：水溶液中的 [H⁺] = [OH⁻]

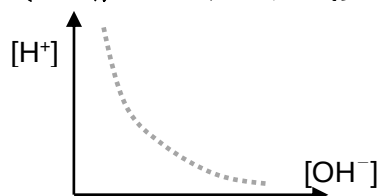
(3) 鹼性：水溶液中的 [H⁺] < [OH⁻]

2. 在 25 °C 的任何水溶液中，氫離子與氫氧根離子濃度的乘積為定值。

[H⁺] × [OH⁻] = 10⁻¹⁴ M² ⇒ 二濃度間是反比關係 (一增加，另一就減少)

$$[H^+] = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{[OH^-]}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14} \text{ M}^2}{[H^+]}$$



3. 室溫下純水的解離：

(1) 純水為非電解質，但仍有極少量解離為氫離子與氫氧根離子

(2) 解離個數討論：(室溫 25°C) [1000÷18]

① 1 公升的純水所含有的水莫耳數：55.55...。其中只有 10^{-7} 莫耳的水會解離。

② 解離方程式： $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ 。

當 10^{-7} 莫耳水解離，解離出的氫離子有 10^{-7} 莫耳；氫氧根離子有 10^{-7} 莫耳。

(3) 25°C 下，純水中的氫離子濃度與氫氧根離子濃度關係：

$\Rightarrow [H^+] = 10^{-7} M$, $[OH^-] = 10^{-7} M$ 。

(4) 討論：

① 在純水中加中性物質，氫離子與氫氧根離子濃度相等。

② 在純水中加酸性物質，氫離子濃度變大、氫氧根離子濃度變小。

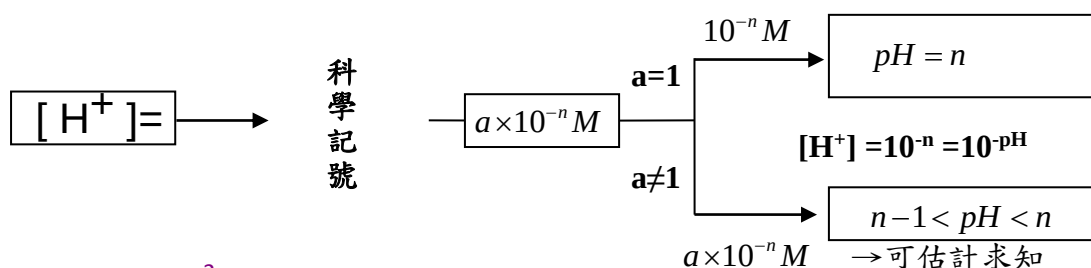
③ 在純水中加鹼性物質，氫離子濃度變小、氫氧根離子濃度變大。

四、酸鹼值 pH value

1. 酸鹼值：氫離子濃度的另一種表示法

(1) 符號pH。

(2) 【延伸學習】氫離子濃度轉換成 pH 值的方法：



例： $[H^+] = 0.01M$ 時，其 $pH = 2$ 。 $[H^+] = 0.03M$ 時，其 $pH = 1 < pH < 2$ ($pH=1.\sim$)

(3) $[H^+]$ 與 $[OH^-]$ 濃度與 pH 的關係：

① $[H^+]$ 愈大， $[OH^-]$ 愈小： $pH \downarrow \rightarrow [H^+] \uparrow, [OH^-] \downarrow$ (反比)。

② 在 25°C 時： $pH > 7 \Rightarrow$ 鹼性； $pH = 7 \Rightarrow$ 中性； $pH < 7 \Rightarrow$ 酸性。

③ pH 愈小 $\Rightarrow$ 酸性愈強， $[H^+]$ 愈大， $[OH^-]$ 愈小。

④ pH 愈大 $\Rightarrow$ 鹼性愈強， $[OH^-]$ 愈大， $[H^+]$ 愈小。

⑤ pH 不見得為整數(可能有小數)，可能為 0 或是負值。

$[H^+]$ (單位:M)	10^1	10^0	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-14}	10^{-15}
pH 值	-1	0	3	4	5	7	8	9	10	14	15
$[OH^-]$ (單位:M)	10^{-15}	10^{-14}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^0	10^1
酸鹼性	酸性愈強 ←					中性	→ 鹼性愈強				

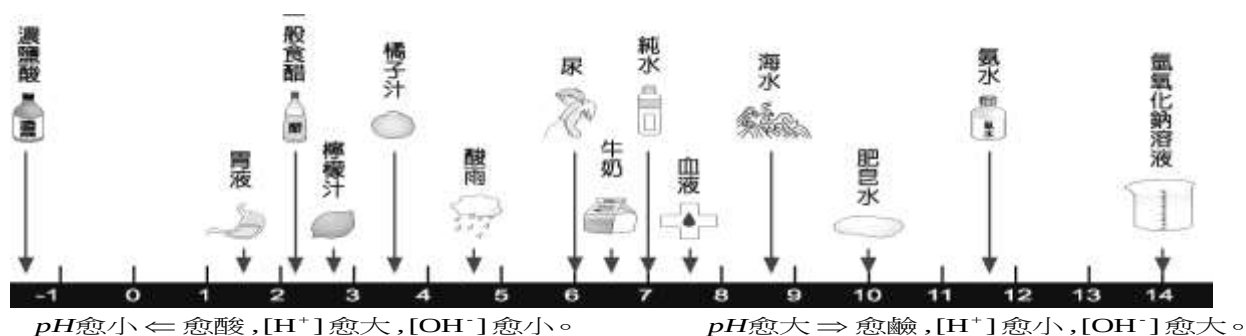
例 1：求以下各溶液之 pH 值？或 $[H^+]$ 濃度？

① $[H^+] = 10^{-5} M \Rightarrow pH = 5$ ，酸性 ($[OH^-] = 10^{-9} M$)

② $[OH^-] = 10^{-3} M \Rightarrow [H^+] = 10^{-11} M$, $pH = 11$ ，鹼性。

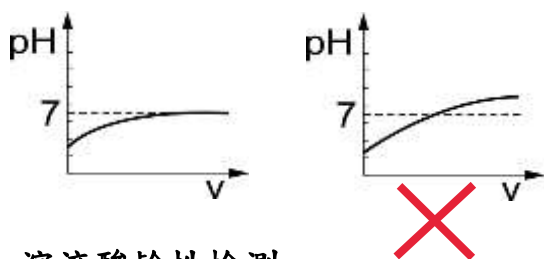
③ $pH = 8 \Rightarrow [H^+] = 10^{-8} M$, $[OH^-] = 10^{-6} M$ ，鹼性。

2. 常見物質酸鹼值：

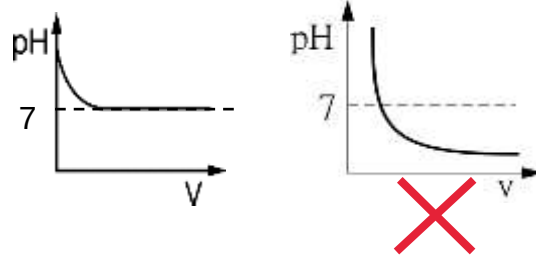


3. 酸與鹼稀釋的 pH 變化：

(1) 酸的稀釋過程中, pH 之變化：



(2) 鹼的稀釋過程中, pH 之變化：



五、溶液酸鹼性檢測

1. 酸鹼指示劑變色範圍

(1) 石蕊：當 $pH < 5$ 時, 呈現紅色；當 $pH > 8$ 時, 呈現藍色；
當 $pH 5 \sim 8$ 時, 不變色。

(2) 酚酞：當 $pH < 8$ 時, 呈現無色；當 $pH > 10$ 時, 呈現紅色；
當 $pH 8 \sim 10$ 時, 不變色。

指示劑名稱	酸中顏色	變色範圍 pH 值	鹼中顏色
石蕊	紅	5~8	藍
酚酞	無	8~10	紅

2. 酸鹼性檢測儀：pH 計, 請參見簡報檔 **見課本 P.77**

3. 天然酸鹼指示劑：在酸鹼中能呈現不同顏色, 可用於檢測。

(1) 紫甘藍：圖略, 請參見簡報檔 **> 見課本 P.75**

(2) 紅鳳菜：圖略, 請參見簡報檔



❖ 範例解說：

例 1. (**B**) 表為石蕊、酚酞、酚紅三指示劑的變色範圍, 若分別以此三指示劑檢測某水溶液, 若以石蕊檢驗時呈藍色, 以酚酞檢驗時呈無色, 若以酚紅檢驗時呈紅色。則某水溶液 pH 值可能是下列哪一個？

- (A) 8.0 (B) 8.2
(C) 8.5 (D) 8.7。

指示劑	顏色	變色範圍	顏色
石蕊試紙	紅	4.5~8.1	藍
酚酞	無	8.4~9.8	紅
酚紅	黃	6.4~8.0	紅

例 5. (**C**) 同溫時, 比較 0.1M HCl 與 0.1M CH_3COOH 水溶液的性質, 下列敘述何者錯誤？

HCl 強電解質
 $[HCl]=0.1M$
 $[H^+]=0.1M$

(A) 前者較後者易導電
(C) 兩者 pH 值相同

(B) 前者的 H^+ 濃度較大

(D) 兩者均使藍色石蕊試紙呈紅色。

CH_3COOH 弱電解質
 $[CH_3COOH]=0.1M$
 $[H^+] < 0.1M$

❖練習題

$$\text{莫耳} = MV = 2 \times 0.1 = 0.2 \text{ 莫耳}$$

$$\text{質量} = \text{莫耳} \times \text{分子量} = 0.2 \times 40 = 8 \text{ (克)}$$

$$\text{NaOH} \\ 23+16+1 \\ = 40$$

- (D) 1. 欲配製 2M 的氫氧化鈉溶液 100 毫升，下列何者是正確配置法？
 (A) 8 克的氫氧化鈉直接溶到 100 毫升的水
 (B) 8 克的氫氧化鈉溶解於少量的水，另外再加 100 毫升水稀釋
 (C) 8 克的氫氧化鈉溶解於 20 毫升水，另外再加 80 毫升水稀釋
 (D) 8 克的氫氧化鈉溶於少量的水，再用水稀釋至 100 毫升。
- (C) 2. 常溫下，將 MgO 固體 溶入水中，形成飽和溶液。有關此水溶液的敘述，何者正確？
 (A) H^+ 濃度 $>$ OH^- 濃度，pH 值 $>$ 7 (B) H^+ 濃度 $>$ OH^- 濃度，pH 值 $<$ 7
 (C) H^+ 濃度 $<$ OH^- 濃度，pH 值 $>$ 7 (D) H^+ 濃度 $<$ OH^- 濃度，pH 值 $<$ 7。
- (B) 3. 在常溫下，下列何項操作可使原有溶液的 pH 值變大？
 (A) 將食鹽水煮沸濃縮 (B) 稀釋鹽酸溶液 (C) 稀釋氫氧化鈉水溶液
 (D) 燒杯中裝入定量氫氧化鈉水溶液，以鹽酸溶液滴定之。
- (D) 4. 常溫下，皮卡丘使用 pH 計測量幾種水溶液的 pH 值，試問下列何者屬於鹼性？
 (A) 3.5 (B) 5.3 (C) 7.0 (D) 8.5。
- (A) 5. 一杯溶液的 pH 值越大，則代表這杯溶液的
 (A) 氫離子濃度越小 (B) 氫氧根離子濃度越小
 (C) 氫離子濃度越大 (D) 氫離子濃度不變。
- (D) 6. 已知食鹽水溶液的 pH=7，中性，關於此溶液的敘述，下列何者正確？
 (A) NaCl 在水中無法解離，所以不影響水的酸鹼性
 (B) NaCl 可解離出相同濃度的 H^+ 與 OH^-
 (C) 溶液均不含 H^+ 與 OH^-
 (D) 溶液中 H^+ 濃度與 OH^- 濃度相同。
- (A) 7. pH 達人為瞭解桃園市雨水的酸化程度，在 3 個不同地點收集雨水，再以自製酸鹼指示劑檢驗，試由下表中的結果來判斷何處氫離子濃度最大？
 (A) Tesco 大賣場 (B) 同德國中 (C) 巨蛋 (D) 資料不足，無法比較。

$[\text{H}^+]$ 越小， $[\text{OH}^-]$ 越大

$$\text{pH} < 2.6 \\ 5.8 < \text{pH} < 7.1 \\ 8.9 < \text{pH}$$

地點	葡萄皮	茄子	咖哩
Tesco 大賣場	紅	—	黃
同德國中	紫	紫	—
巨蛋	—	藍	橙

指示劑	顏色改變的 pH 值範圍
葡萄皮	(紅) 2.6~5.8 (紫)
茄子	(紫) 7.1~8.3 (藍)
咖哩	(黃) 7.0~8.9 (橙)

- (A) 8. 噴灑大量的清水後，氨氣會與水形成氨水溶液，工廠為了降低傷害，仍持續不斷的灑水，氨水在灑水的過程，pH 值的變化的敘述，何者正確？
 (A) 漸減 (B) 漸增 (C) 不變 (D) 先減少再增加。
- (B) 9. pH 值用來表示
 (A) 物質的密度大小
 (B) 物質水溶液的酸鹼性
 (C) 物質水溶液的莫耳濃度大小
 (D) 物質水溶液的比熱大小。

- (A) 10. 甲溶液可使藍色石蕊試紙變紅；乙溶液可使酚酞指示劑變紅，現在將甲、乙、及純水三者依 pH 值大小順序排列，當為
(A) 乙>純水>甲 (B) 乙>甲>純水
(C) 甲>乙>純水 (D) 甲>純水>乙。
- (B) 11. 比較 0.1 M 和 0.01 M 的鹽酸水溶液 pH 值，下列何者正確？
(A) 前者較大 (B) 後者較大
(C) 兩者一樣 (D) 不能比較。
- (B) 12. 在 25°C，1 大氣壓下純水中加入少許鹽酸，則溶液中之 $[H^+]$ 與 $[OH^-]$ 之大小為
(A) $[H^+] = [OH^-]$ (B) $[H^+] > [OH^-]$
(C) $[H^+] < [OH^-]$ (D) $[H^+] = 1 \times 10^{-14} M$ 。
- (C) 13. A 溶液 pH=4，B 溶液 pH=6，則比較 A 的 H^+ 濃度與 B 的 H^+ 濃度為：(延伸補充)
(A) 4:6 (B) 2:1 (C) 100:1 (D) 1:100。
- (D) 14. 下列何者不可能是鹼性水溶液在指示劑中所呈現的顏色？
(A) 石蕊試紙呈藍色 (B) 廣用試紙呈藍色
(C) 酚酞試液呈紅色 (D) 廣用試紙呈黃色。
- (C) 15. 比較 0.1 M 和 0.01 M 的食鹽水溶液 pH 值，下列何者正確？
(A) 前者較大 (B) 後者較大 (C) 兩者一樣 (D) 不能比較。
- (C) 16. 在相同溫度下，有甲和乙兩水溶液，已知乙溶液的氫離子濃度為甲溶液的 1/10 倍，且甲溶液的 pH 值為 3，則下列何者為乙溶液的 pH 值？
(A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 13。
- (A) 17. 下列各化合物，哪一個加入純水中，會減少水溶液中氫離子濃度？
(A) NaOH
(B) CH_3COOH
(C) CO_2
(D) NaCl。
- (B) 18. 甲溶液是檸檬汁，乙溶液是肥皂水，丙是純水；三者的 pH 值，依大小順序排列，下列何者正確？
(A) 乙>甲>丙
(B) 乙>丙>甲
(C) 甲>乙>丙
(D) 甲>丙>乙。
- (C) 19. 比較 0.01 M 氯化氫水溶液和 0.01 M 的醋酸水溶液之 pH 值，下列何者正確？
(A) 氯化氫>醋酸>7
(B) 7>氯化氫>醋酸
(C) 氯化氫<醋酸<7
(D) 7<氯化氫<醋酸。
- (C) 20. 小明於純水中加入 1 莫耳的 $NaNO_3$ 時，水溶液不呈酸性也不呈鹼性，是因為
(A) 溶液中不含 H^+ ，也不含 OH^-
(B) 溶液中含有同樣數量的 Na^+ 和 NO_3^-
(C) 溶液中含有同樣數量的 H^+ 和 OH^-
(D) 溶液呈電中性。

$$\rightarrow 0.0001 \text{ M} = [\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ M} \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-10} \text{ M} \quad \text{pH} = 10$$

(C) 21. 0.001 M 的氫氧化鈉溶液 50 mL，今加入蒸餾水稀釋至 500 mL，則該稀釋溶液之 pH 值應為 (延伸補充)

(A) 3 (B) 4 (C) 10 (D) 11。

(C) 22. 下列有關 pH 值的敘述，何者錯誤？

- (A) pH 值是用來表示水溶液的酸鹼性
 (B) pH 值可表示水溶液中的氫離子的濃度
 (C) pH 值愈高，表示水溶液的氫離子濃度愈大
 (D) 在 25°C 時，中性水溶液的 pH 值是 7。

(B) 23. 在室溫下，甲溶液的 $[\text{H}^+]$ 為 10^{-3} M ，乙溶液的 pH 值為 3，丙溶液的 $[\text{OH}^-]$ 為 10^{-11} M ，則依照溶液 H^+ 濃度的高低排列，下列順序何者正確？

- (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 甲 = 乙 = 丙
 (C) 丙 > 乙 = 甲 (D) 乙 > 丙 > 甲。

(B) 24. 下列可燃物燃燒後的產物，何者置於水中會使紅色石蕊試紙變藍色？

- (A) 酒精 (B) 鎂 (C) 硫 (D) 木炭。

金屬氧化物水溶液呈鹼性

(C) 25. 將 (甲) 牛奶 (乙) 檸檬汁 (丙) 濃硫酸 (丁) 氨水 四種溶液的 pH 值，由大而小排列後，請問是下列何者？

- (A) 乙 > 丙 > 丁 > 甲
 (B) 丁 > 甲 > 丙 > 乙
 (C) 丁 > 甲 > 乙 > 丙
 (D) 丙 > 乙 > 甲 > 丁。

(B) 26. 考慮 0.1M 和 0.01M 的醋酸水溶液的 pH 值，請問下列何者正確？

- (A) 前者較大 (B) 後者較大
 (C) 兩者一樣 (D) 不能比較。

(C) 27. 下列相同濃度的酸溶液，何者的 pH 值最大？

- (A) HCl 強
 (B) HNO_3 強
 (C) CH_3COOH 弱
 (D) H_2SO_4 強

(C) 28. 在 25°C 時將 CaO 固體加入水中，形成飽和水溶液，下列有關此水溶液的敘述，何者正確？

- (A) 此水溶液的 pH 值小於 7
 (B) 此水溶液可用來檢驗氧氣 CO_2
 (C) 此水溶液加入酚酞試劑呈紅色
 (D) 加稀鹽酸於此水溶液中會產生氣泡。

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ 鹼性
 (石灰水)

3-4 酸鹼中和

❖ 酸鹼中和反應

1. 酸鹼中和反應：

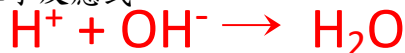
(1) 特徵：當酸與鹼反應時，會形成 鹽類 和 水。

(2) 化學反應式：

① 化學反應式：



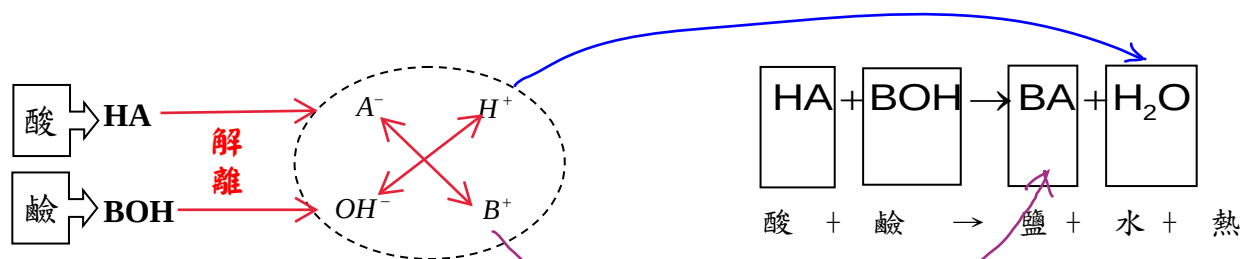
② 離子反應式：



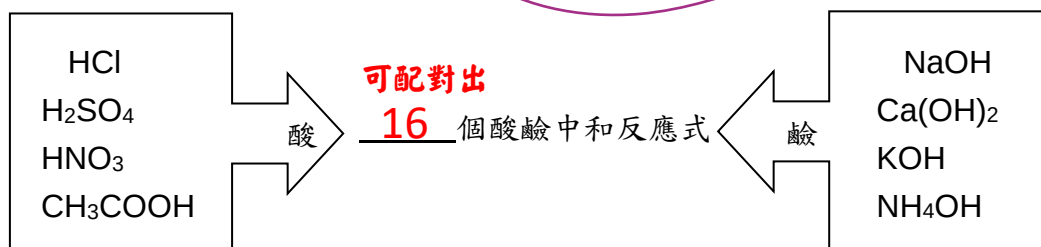
(3) 熱量：放熱 反應，水溫 上升。

(4) 中和後水溶液之酸鹼性，視反應物酸及鹼 抵銷 的程度而定，蒸發中和液後，能得到 鹽類。

2. 討論：反應特徵 ⇨ 特徵：酸 與 鹼 反應，生成 鹽類 與 水 的反應



3. 酸鹼中和反應配對思考：



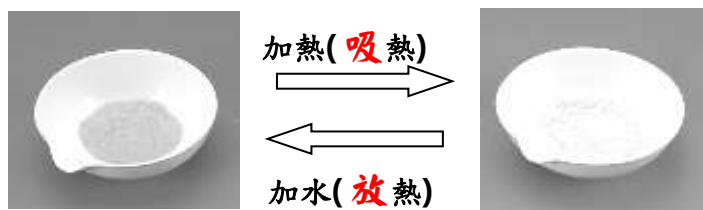
4. 酸鹼中和化學反應演練

鹽類 + 水

$\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow$	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow$	$\text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$	$\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
$\text{HCl} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
$2\text{HCl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$	$\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$	$\text{CaSO}_4\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} \rightarrow$	$\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

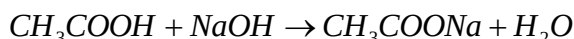
5.『酸鹼中和形成水』驗證：

- (1) 白色無水硫酸銅粉末：檢驗水存在的試劑之一
⇒ 未知液體遇之，變成藍色時，即是水



(2) 酸鹼中和形成水實驗：

- ① 試管中加入白色無水硫酸銅粉末及冰醋酸（純醋酸）
② 加入氫氧化鈉 ③ 發現試管內溶液變成藍色



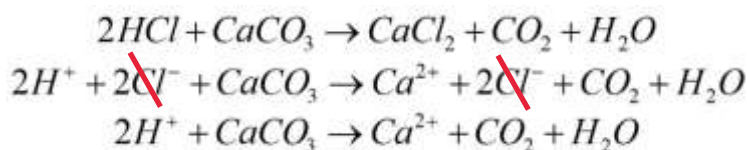
6. [延伸學習]離子方程式表示法：

- 1.改寫原則：① 電解質解離。② 左右相同者抵銷。③ 重新整理。

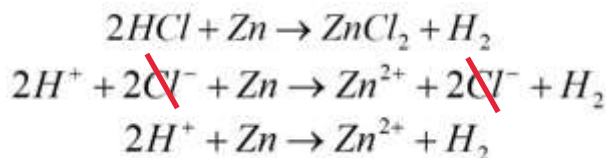
⇒ 被抵銷者，表示未實際參與反應

2.實例說明：

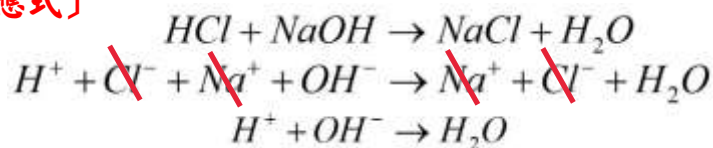
- (1) 凡酸遇碳酸鹽的反應： $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。



- (2) 凡酸遇活性大金屬的反應： $2\text{H}^+ + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2$ 。



- (3) 凡酸鹼中和反應： $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ 。(中和是形成水的反應)
[離子反應式]



✧生活中的酸鹼中和

- 1.早期農民於稻子收割後，會燃燒稻草，形成草木灰

⇒ 草木灰 (碳酸鉀 K_2CO_3) 為鹼性，能中和酸性的土壤

- 2.酸性的胃液分泌過多時，醫生會開給鹼性的胃藥（乳）

⇒ 胃液 (鹽酸 HCl) + 胃藥 (NaHCO_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$...) 為鹼性

- 3.被蚊蟲叮咬，可塗上弱鹼性的氨水或肥皂水。

⇒ 蚊蟲叮咬時，分泌酸性的甲酸（蟻酸）。

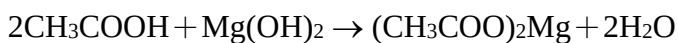
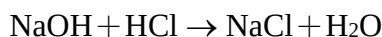
- 4.胰臟分泌鹼性的消化液

⇒ 胰液的鹼性，可中和流入腸中的酸性胃液 (鹽酸 HCl)。

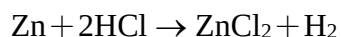
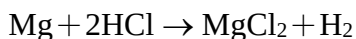
❖ 鹽類

1. 鹽類的製備方式：鹽，由金屬離子或銨根離子與酸根或非金屬離子形成

(1) 酸鹼中和 反應：



(2) 活性 大 的金屬與 酸 反應：



(3) 碳酸鹽類與酸 反應：



通式

正離子		負離子		
金屬		酸根	+	非金屬
NH ₄ ⁺		(銨根)		如：F ⁻ Cl ⁻ Br ⁻ I ⁻

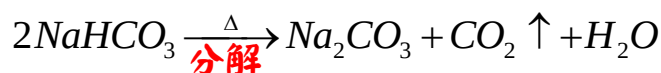
2. 常見的鹽類：

氯化鈉 NaCl	① 俗稱食鹽，常用於調味。 ② 透明無色晶體，<u>易溶於水</u>，水溶液呈<u>中</u>性。 ③ 氯化鈉是製造金屬鈉、氯氣及氫氧化鈉的原料。
硫酸鈣 CaSO ₄	① 白色固體，不易溶於水。② <u>石膏</u> 的主成分，用於石膏製品。
碳酸鈣 CaCO ₃	① 白色固體，不易溶於水。② 大理石、石灰岩、珊瑚、貝殼的主成分。 ③ 遇酸或加熱，產生 <u>CO₂</u>。 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
碳酸鈉 Na ₂ CO ₃	① 白色粉末，易溶於水，並生成氫氧根離子。 ② 常作為 <u>清潔劑</u> 成分，水溶液呈<u>鹼</u>性。 ③ 又稱『<u>洗滌鹼</u>』、『蘇打』。 ④ 遇熱 <u>無</u> 反應、遇酸會產生 <u>CO₂</u> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaOH}$ 離子反應式 $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
碳酸氫鈉 NaHCO ₃	① <u>白</u> 色粉末，<u>易溶於水</u>，水溶液呈<u>鹼</u>性。 ② 乾粉滅火器內的乾粉。 ③ 為發粉的成分，遇熱產生 <u>CO₂</u>，使食材膨脹，如槓糖。 ④ 又稱『<u>焙用鹼</u>』、『<u>小蘇打</u>』。 ⑤ 遇熱、遇酸均會產生二氧化碳 $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$ 離子反應式 $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$
碳酸鉀 K ₂ CO ₃	① 農夫收割稻子後，燃燒稻草之草木灰成分之一 ② 鹼性，能中和土壤中之酸性。

3. 鹽類說明：碳酸氫鈉受熱



(1) 白 色的碳酸氫鈉加熱，會產生 CO₂ 氣體（為 吸熱 反應）



碳酸氫鈉 → 碳酸鈉 + 二氧化碳 + 水

(2) 實驗觀察：

① 澄清石灰水：專用於檢驗 CO₂ 氣體

⇒ 若通入澄清石灰水產生白色混濁（白 色的 碳酸鈣 沉澱）

② 藍 色氯化亞鈷試紙：專用於檢驗 水。

③ 避免 回流 發生：實驗結束時，導管先移開水中，再滅火源，產生危險。

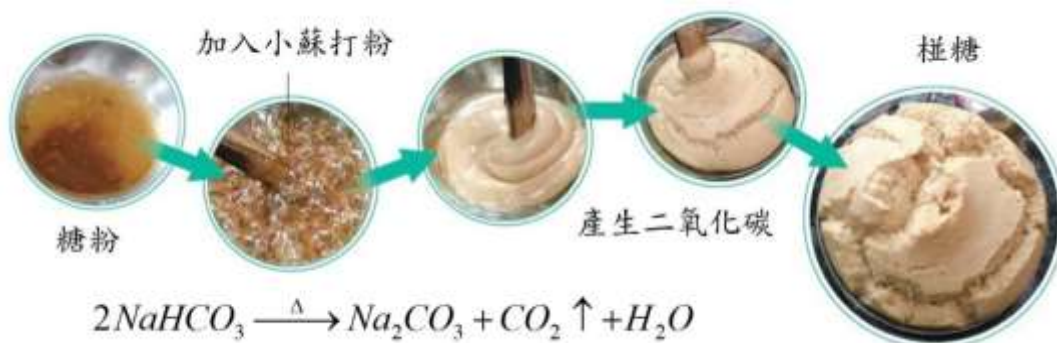
（先滅火源，管內氣體因 冷凝，內部壓力 減小，使石灰水流入管內，造成試管裂開）

❖ 鹽類圖說

1. 草木灰 (K₂CO₃)；石膏像 (CaSO₄)：碳酸氫鈉（小蘇打粉、NaHCO₃）：



槌糖：（碳酸氫鈉、小蘇打粉、NaHCO₃）



❖練習題

- (D) 1. 關於日常生活中常見的鹽類之敘述何者錯誤？
(A) 氯化鈉俗稱食鹽 (B) 石膏的主要成分是硫酸鈣
(C) 大理石、貝殼的主要成分是碳酸鈣 (D) 碳酸鈉是一種弱酸。
弱鹼
- (A) 2. 下列選項中的水溶液，何者屬於鹽類水溶液？
(A) NaHCO_3 (B) HCl (C) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (D) NH_3 。
- (C) 3. 請問酸鹼中和產物為？(A) 酸與鹼 (B) 酯與水 (C) 鹽與水 (D) 甘油。
- (A) 4. 下列關於氯化鈉的敘述何者正確？
(A) 俗稱食鹽 (B) 為無色晶體
(C) 溶解於水中會放出熱量 (D) 只能由酸鹼中和反應獲得。
- (D) 5. 下列關於硫酸鈣的敘述何者正確？
(A) 化學式 CuSO_4 (B) 黃色固體 (C) 食鹽的主要成分 (D) 可做成石膏像。
CaSO₄ 白
- (C) 6. 下列關於碳酸鈣的敘述何者正確？
(A) 顏色為黃色 (B) 極易溶於水 (C) 大理石的主要成分 (D) 化學式為 CaO 。
- (D) 7. 下列關於碳酸鈉的敘述何者正確？
(A) 俗稱小蘇打 (B) 加熱後可分解出二氧化碳
(C) 溶於水呈現酸性 (D) 是一種白色粉末。
- (A) 8. 每餐食用的食鹽，它的化學式為？
(A) NaCl (B) CaCO_3 (C) Na_2CO_3 (D) CaSO_4 。
- (C) 9. 下列鹽類，何者俗稱蘇打？
(A) NaCl (B) CaCO_3 (C) Na_2CO_3 (D) CaSO_4 。
- (D) 10. 在醫療上經常作為外科治療骨折的石膏模是下列何？
(A) NaCl (B) CaCO_3 (C) Na_2CO_3 (D) CaSO_4 。
- (B) 11. 石灰岩、大理石和貝殼等主要成分為？
(A) NaCl (B) CaCO_3 (C) Na_2CO_3 (D) CaSO_4 。
- (B) 12. 鹽酸加氫氧化鈉產生鹽加水，是下列選項中的哪一種反應？
(A) 解離反應 (B) 中和反應 (C) 氧化反應 (D) 分解反應。
- (D) 13. 下列化合物的水溶液何者不呈鹼性？
(A) NaHCO_3 (B) K_2CO_3 (C) Na_2CO_3 (D) NaCl 。
草木灰
- (D) 14. 關於鹽類性質的討論，下列何者正確？
(A) 鹽類一定可溶於水 (B) 鹽類的水溶液一定是中性
(C) 鹽類一定需由酸鹼中和才能製備 (D) 氯化鎂是可在海水中找到一種鹽類
- (C) 15. 下列有關各種常見鹽類的敘述何者正確？
(A) 氯化鉀又稱食鹽，是工業上製造氯氣及氫氧化鈉的原料
(B) 燒石膏的主要成分為碳酸鈣，是易溶於水的鹽類
(C) 草木灰燼中含有鹼性的碳酸鉀，可中和土壤中的酸性
(D) 硫酸鈣為白色固體，不易溶於水，為大理石的主要成分。
- (C) 16. 在操作酸鹼中和實驗時，要如何確定已經達到滴定終點？
(A) 錐形瓶內溶液溫度不再變化 (B) 滴定管內溶液使用完畢
(C) 指示劑顏色產生變化 (D) 錐形瓶內產物產生了沈澱。

- (D) 17. 在進行酸鹼中和實驗前，小宏量測錐形瓶內的溶液溫度為 20 度，則完成中和後，再次測量錐形瓶的溫度可能為？(A) 14 度 (B) 18 度 (C) 20 度 (D) 22 度。
- (D) 18. 小華看見外公將收割後留在田裡的稻草燒成灰，就問外公：「燒稻草做什麼？」外公說：「稻草灰可以作肥料，又可以中和土壤的酸性。」稻草灰中可以作肥料又可以中和土壤酸性的成分是什麼？
(A) 氯化鈉 (B) 氯化鉀 (C) 硫酸鈉 (D) 碳酸鉀。
- (D) 19. 人體的胃液中含有鹽酸，若胃酸分泌多，則會造成身體的不適。魯夫因為最近課業壓力過大，使得胃酸分泌過多，因此魯夫應服用含有哪種成分的胃藥，來提高胃液中的 pH 值而且不會造成身體傷害？
(A) 硫酸 (B) 氫氧化鈉 (C) 氯化鈉 (D) 碳酸氫鈉。
- (A) 20. 同上題，服用胃藥來提高胃液中的 pH 值，屬於下列哪一種變化？
(A) 為放熱的化學變化 (B) 為吸熱的化學變化
(C) 為放熱的物理變化 (D) 為吸熱的物理變化。
- (D) 21. 小明因胃酸過多必須服用胃藥你認為該胃藥 pH 值可能為多少？
(A) 5 (B) 6 (C) 7 (D) 8。
- (A) 22. 已知硫酸與氫氧化鈉之化學反應方程式如下：
$$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
 (未平衡)，若 1 公升 1.0M 的硫酸水溶液需加入多少莫耳數的氫氧化鈉才可最接近中性？
(A) 2 莫耳 (B) 1.5 莫耳 (C) 1 莫耳 (D) 0.5 莫耳。

【題組】請閱讀下文章，回答第 23-24 題：

實驗時，常以各種試劑檢測物質的酸鹼性，其顏色會隨溶液的 pH 值差異而變色者，會用來指示溶液的酸鹼性。除了化學物質外，還有許多天然的酸鹼指示劑。

以前的人們辨別酸鹼只能用過往經驗作為判別，嘗起來味酸即為酸性；摸起來滑膩即為鹼性。因此農夫在種植作物時，僅能以口嚐土以辨酸鹼，甚至因此染上了疾病。波以耳想改善測試的方法，但始終沒有突破，直到在一次的實驗中有了新進展。實驗時，他不慎將鹽酸濺到紫羅蘭上，擔心花朵遭到腐蝕的波以耳，將其放入水盆清洗，卻沒想到花瓣竟然由紫變紅。發現這個令人驚訝的變化後，他以不同種類的酸進行檢測，花變成深淺不一的紅，而後又以鹼性溶液測試，驗證了他的猜想——紫羅蘭中含有某種辨別酸鹼的物質。於是，他便利用此特性加以研究製作出了石蕊試紙，使人們能夠輕易辨別物質的酸鹼性質。

紫羅蘭中所含的便是與蝶豆花相同的花青素，這是一種存在於多種蔬果中的水溶性色素總稱，其種類約有 300 多種，會因為所處的環境酸鹼性而改變顏色，故能作為酸鹼指示劑使用。一般來說，土壤的酸鹼性並不會影響植物的呈色，但繡球花便是其中一個特例。繡球花是少數會聚積鋁離子的植物，而其呈色色素正好是一種能與鋁離子結合的花青素，在鹼性的土壤中，不利於鋁離子吸收，繡球花萼片便呈現紅色；而在酸性的土壤中，花青素能與大量鋁離子結合，繡球花萼片便呈現藍色。許多種植者會利用這種特性調配成喜歡的顏色，在花季時吸引遊客爭相觀賞。

- (C) 23. 波以耳發現鹽酸濺到紫羅蘭後，放入水盆清洗，花色由紫色變成紅色。他接著改變哪一因素使花變成深淺不一的紅？
(A) 溶液中鋁離子的濃度 (B) 花的種類 (C) 酸的種類 (D) 鹼的種類
- (B) 24. 關於繡球花變色的敘述何者正確？
(A) 繡球花的花瓣會隨土壤酸鹼性變色 (B) 變色的因素是因為與土壤中的鋁離子結合
(C) 當土壤為酸性時呈紅色；當土壤為鹼性時呈藍色
(D) 繡球花所含的色素與紫羅蘭的色素相同

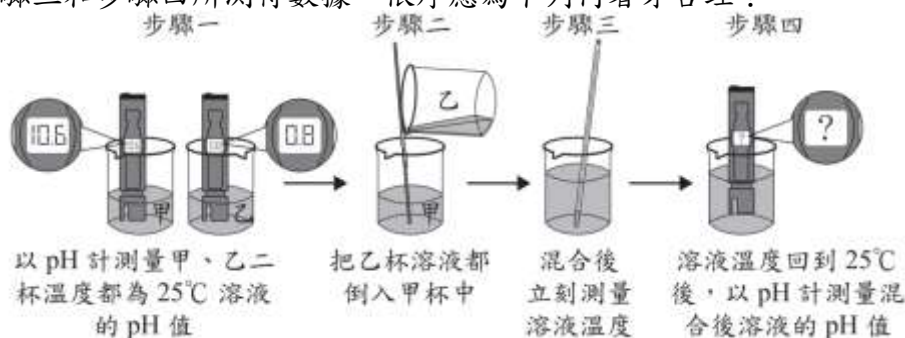
☆歷屆會考試題☆ 第三章 酸鹼鹽

【107 年會考】

1. () 圖為小玟進行水溶液混合實驗的步驟示意圖：

3-4

她在步驟三和步驟四所測得數據，依序應為下列何者才合理？

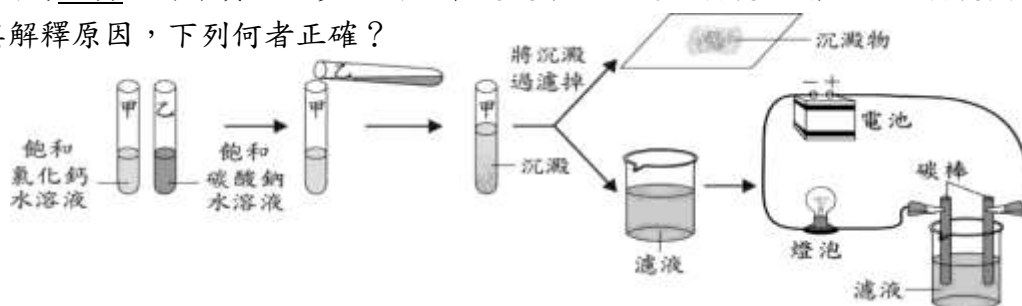


- (A) 小於 25°C；大於 10.6 或小於 0.8 (B) 小於 25°C；在 0.8~10.6 之間
(C) 大於 25°C；大於 10.6 或小於 0.8 (D) 大於 25°C；在 0.8~10.6 之間。

【108 年會考】

✓ 2. () 下圖為小賀進行某實驗的步驟圖，最後觀察燈泡是否發亮。關於燈泡發亮與否及其解釋原因，下列何者正確？

3-1



- (A) 會發亮，因濾液只含有水 (B) 會發亮，因濾液含有電解質
(C) 不會發亮，因濾液只含有水 (D) 不會發亮，因濾液含有電解質。

3. () 雜誌上的一篇報導如下：「海水因二氧化碳等非金屬氧化物的增加而酸化(一)，嚴重影響珊瑚和其他分泌碳酸鈣的海洋生物生存。因海水氫離子的濃度增加，這些海洋生物的碳酸鈣外殼可能會遭到分解(二)。」關於此報導畫底線處內容的判斷與解釋，下列何者正確？

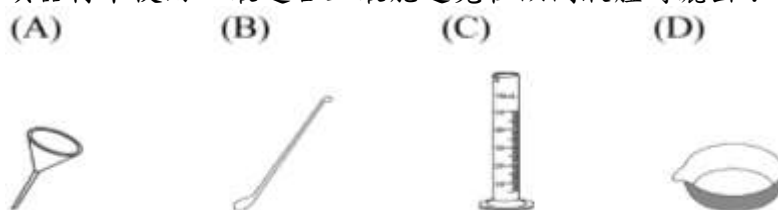
3-3

- (A) 第(一)句合理，因為這些氧化物溶於海水中會使海水 pH 值增加
(B) 第(一)句不合理，因為這些氧化物溶於海水中會使海水 pH 值下降
(C) 第(二)句合理，因為這些海洋生物的碳酸鈣外殼會與氫離子反應
(D) 第(二)句不合理，因為這些海洋生物的碳酸鈣外殼不會與氫離子反應。

【109 年會考】

4. () 如圖所示，美美想把燒杯中的液體倒入滴定管中，她搭配下列哪一項器材來使用，最適合且最能避免在傾倒液體時灑出？

3-4



5. () 室溫下，小綺分別配製甲、乙、丙三杯濃度皆為 0.2 M 的水溶液，其溶質種類與說明，如下表所示。這三杯水溶液 pH 值的大小關係，應為下列何者？

3-3

- (A) 甲 > 乙 > 丙
(B) 甲 = 乙 > 丙
(C) 丙 > 乙 > 甲
(D) 丙 > 乙 = 甲。

水溶液	溶質	說明
甲	HCl	強酸
乙	CH ₃ COOH	弱酸
丙	NaOH	強鹼

6. () 右圖為進行甲和乙兩組溶液混合實驗的示意圖，關於兩組實驗是吸熱反應或放熱反應的說明，下列何者正確？

3-4

- (A) 只有實驗甲是吸熱反應
(B) 只有實驗甲是放熱反應
(C) 兩組實驗均是吸熱反應
(D) 兩組實驗均是放熱反應。



- ✓ 7. () 如圖中的試紙一般是用於下列何種目的？

3-2

- (A) 檢測物質中是否含水 (B) 檢測物質對氧的活性
(C) 檢測水溶液的熔沸點 (D) 檢測水溶液的酸鹼性。



- ✓ 8. () 四位學生分別對「可導電的物質」或「電解質」的說明如下：

3-1

曉芬：「可導電的物質都是化合物。」

惠心：「可導電的物質都可以溶於水。」

欣怡：「電解質溶於水後，其水溶液都可導電。」

宜庭：「電解質溶液內含有的正、負離子個數都相等。」

上述四位學生的說明，哪一位的說明最合理？

- (A) 曉芬 (B) 惠心 (C) 欣怡 (D) 宜庭。

9. () 依據反應物、產物和熱量的關係，將反應分為以下兩類：

3-4

①：反應物 → 產物 + 熱量（能量）

②：反應物 + 熱量（能量）→ 產物

已知煙火爆炸會發出光和熱，下列關於「煙火爆炸」的反應分類說明，何者正確？

- (A) 與酸鹼中和一同歸類屬於 ① (B) 與酸鹼中和一同歸類屬於 ②
(C) 與光合作用一同歸類屬於 ① (D) 與光合作用一同歸類屬於 ②。

【110 年會考試題】

10. () 患有「胃酸過多症」的患者，即使空腹也會大量分泌胃酸 (HCl)，使胃液的 pH 值在_____左右，並引起胃灼熱或胃痛等症狀。此時，可服用胃藥，胃藥中的成分如碳酸氫鈉，能與胃酸發生中和反應，使胃液的 pH 值暫時_____，並緩解胃灼熱及胃痛等症狀。上述畫線處，依序應填入下列何者才比較合理？

3-3

- (A) 1~2；上升到 5~7 (B) 8~9；下降到 5~6
(C) 7~8；上升到 8~9 (D) 3~4；下降到 1~2。

- ✓ 11. () 鐵原子 (Fe)、鐵離子 (Fe³⁺) 和亞鐵離子 (Fe²⁺) 三種粒子中，下列數值的比較何者正確？

3-1

- (A) Fe³⁺ 的質子數 > Fe 的電子數 (B) Fe³⁺ 的電子數 > Fe 的質子數
(C) Fe²⁺ 的電子數 > Fe 的電子數 (D) Fe²⁺ 的電子數 > Fe³⁺ 的電子數。

- ✓12. () 取硫粉和鎂帶分別在空氣中燃燒，燃燒後的產物依序於 X、Y 兩瓶密閉容器內與水充分混合。在室溫下先以石蕊試紙檢測 X、Y 兩瓶水溶液，再將兩瓶水溶液混合並測量溫度變化。已知實驗結果兩瓶的石蕊試紙皆有變色，則表中哪一個代號最可能是實驗結果的紀錄？(A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁。

代號	石蕊試紙檢測		混合後的溫度變化
	X瓶	Y瓶	
甲	變紅色	變藍色	下降
乙	變紅色	變藍色	上升
丙	變藍色	變紅色	上升
丁	變藍色	變紅色	下降

	質子數	電子數
X離子	甲	乙
Y離子	丙	丁

- ✓13. () 表為兩種離子的質子數和電子數，已知此兩種離子可結合形成化合物 XY_2 ，學名是氯化鈣，關於甲、乙、丙、丁的關係式，下列何者正確？
(A) 甲 = 乙 - 2 (B) 甲 = 乙 + 2 (C) 丙 = 丁 - 2 (D) 丙 = 丁 + 2。

【111 年會考】

- ✓14. () 圖(一)~圖(二)為一則新聞報導，有一種「自熱罐」飲料，罐身下方隔層有 CaO 和水，兩者混合後會放出熱量，可使飲料溫度上升至 $60^\circ C$ 左右，且續熱半小時以上，在寒冷的冬天相當方便。小禾認為圖(三)中說明產生的物質有誤，應更正為何種物質？

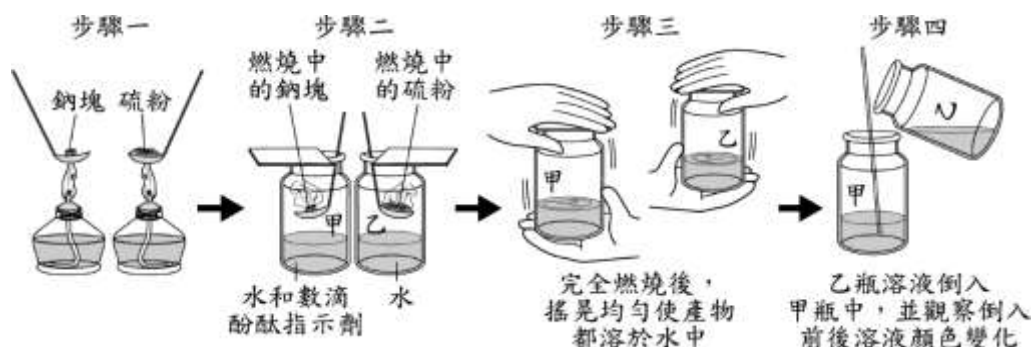


- (A) 碳酸鈉 (B) 硫酸鈣 (C) 氫氧化鈉 (D) 氫氧化鈣。

- ✓15. () 有一個帶電的離子含有 X、Y、Z 三種粒子（質子、電子、中子，未依照順序排列），且 X、Y、Z 的粒子數目依序為 N_X 、 N_Y 、 N_Z 。已知 X 粒子的質量最小，關於此離子的說明，下列何者最合理？

- (A) 若為陽離子，且 $N_Y > N_X = N_Z$ ，則 Z 為質子
(B) 若為陽離子，且 $N_Y > N_X = N_Z$ ，則 Z 為電子
(C) 若為陰離子，且 $N_X = N_Y > N_Z$ ，則 Z 為質子
(D) 若為陰離子，且 $N_X > N_Y = N_Z$ ，則 Z 為電子。

- ✓16. () 圖為老師進行實驗的步驟示意圖，在步驟四乙瓶溶液倒入前，若要預測甲瓶溶液顏色變化的可能情形，則下列的預測何者最合理？



- (A) 只有一種可能，會觀察到顏色由無色變成紅色
 (B) 只有一種可能，會觀察到顏色由紅色變成無色
 (C) 有兩種可能，會觀察到顏色由無色變成紅色或維持無色
 (D) 有兩種可能，會觀察到顏色由紅色變成無色或維持紅色。

✓ 17. () 表列出甲和乙兩種粒子的中子、電子和質子(未依照此順序排列)的數目，且分別以不同的球表示中子、電子和質子。關於甲和乙的推論，下列何者合理？

- (A) 若甲為陰離子，則可知○位於原子核外
 (B) 若乙為陽離子，則可知●位於原子核內
 (C) 若●位於原子核內，則可知甲是陰離子
 (D) 若●位於原子核內，則可知乙是陽離子。

	●	○	●
甲	20	19	19
乙	20	20	18

【題組】表為甲、乙、丙三種常用消毒液的簡介。已知甲、乙、丙和酒精的密度依序為 0.85 g/cm^3 、 1 g/cm^3 、 1 g/cm^3 、 0.8 g/cm^3 ，則甲、乙、丙三種消毒液的 pH 值大小關係應為下列何者？

消毒液	甲	乙	丙
名稱	消毒用酒精($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	漂白水(NaOCl)	次氯酸水(HClO)
使用濃度	體積百分率濃度75%	500 ppm	200 ppm
酸鹼性	中性	鹼性	酸性
消毒機制	使病菌的蛋白質變質失去活性	使病菌的多種有機分子發生氧化反應，反應後生成氯離子	
應用範圍	人體、一般環境	一般環境	
注意事項	1.具可燃性，需遠離火源 2.濃度介於70%～78%時，消毒效果最佳	1.不可與鹽酸混用 2.需放置於陰涼處，避免陽光直射	

18. () 已知甲、乙、丙和酒精的密度依序為 0.85 g/cm^3 、 1 g/cm^3 、 1 g/cm^3 、 0.8 g/cm^3 ，則每 100 mL 的甲、乙、丙三種消毒液中，所含溶質質量的大小關係，應為下列何者？

- (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 乙 > 甲 > 丙 (C) 乙 > 丙 > 甲 (D) 丙 > 乙 > 甲。

19. () 甲、乙、丙三種消毒液的 pH 值大小關係應為下列何者？

- (A) 甲 > 丙 > 乙 (B) 乙 > 丙 > 甲 (C) 乙 > 甲 > 丙 (D) 丙 > 甲 > 乙。

✓ 20. () 根據附表中次氯酸水的消毒機制，下列說明何者正確？

- (A) 次氯酸進行氧化反應，有機分子進行氧化反應
 (B) 次氯酸進行氧化反應，有機分子進行還原反應
 (C) 次氯酸進行還原反應，有機分子進行氧化反應
 (D) 次氯酸進行還原反應，有機分子進行還原反應。

第四章 反應速率與平衡

4-1 反應速率

❖ 反應速率

1. 反應速率：R

(1) 意義：化學反應的快慢程度，可以反應時間的倒數表示其值的大小。

① 反應花的時間少者，反應快 ⇒ t小R大。

② 反應花的時間多者，反應慢 ⇒ t大R小。

$$R \propto \frac{1}{t} \quad R \propto \frac{1}{\text{反應時間}}$$

(2) 反應速率表示法：

① 定量表示法：單位時間內反應物或生成物的變化量（質量、莫耳數、體積）

② 定性表示法：以反應中易於觀察的性質來描述。

⇒ 如沉澱量多寡、顏色變化或氣泡生成量...

2. 化學反應的快慢：

① 煙火爆炸：一瞬間

② 鐵鏽：一段時間

③ 銅綠：比鐵生鏽久

④ 鐘乳石、石筍：數千年



煙火爆炸 ⇒ 一瞬間



鐘乳石、石筍
⇒ 數千年



鐵鏽
⇒ 一段時間



銅綠
⇒ 比鐵生鏽久

❖ 影響反應速率的五因素

1. 因素一：物質本性與反應速率

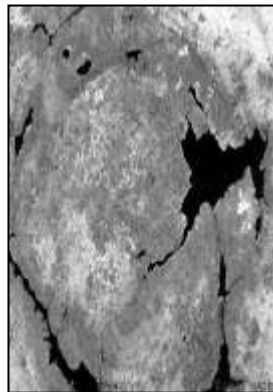
(1) 鐵在空氣中容易與氧作用而生鏽；而黃金則不會與氧作用。

(2) 鈉、鉀較鎂、鋁、鐵、銅等金屬，容易與水反應

⇒ 能說明物質本性因素影響反應速率（活性大者，反應快）



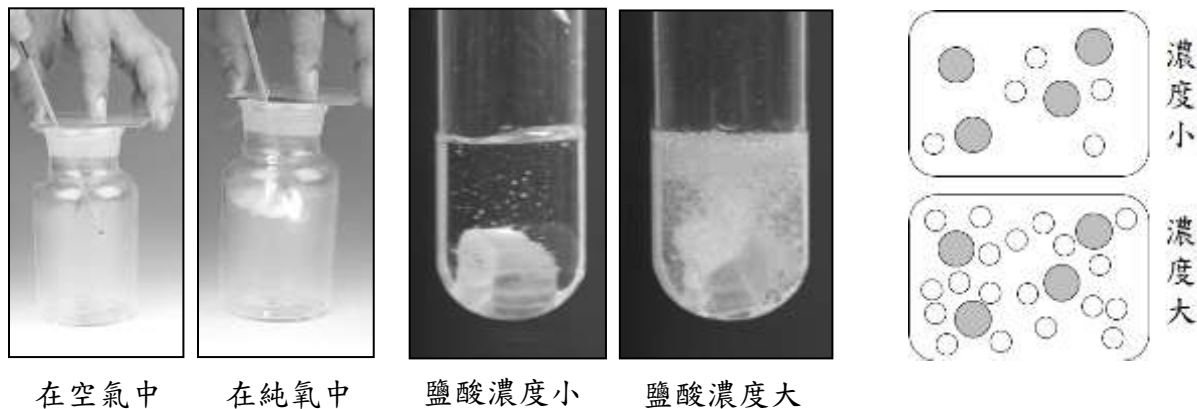
埃及黃金古物



日常生活中鐵的生鏽

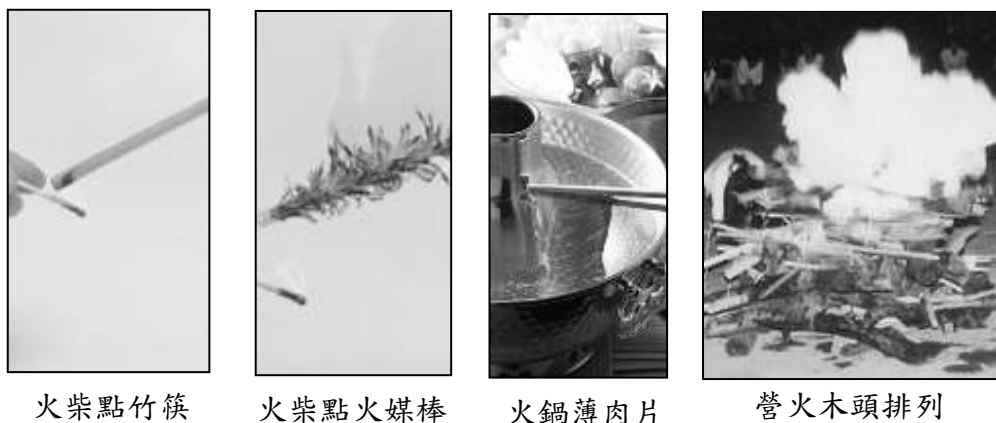
2. 因素二：濃度與反應速率

- (1) 線香在純氧中的燃燒比在空氣中燃燒劇烈。
- (2) 二鹽酸與等量大理石反應，濃度大的鹽酸產生 CO_2 速率快。
- (3) 烤肉生火，對著木炭吹風，燃燒更加旺盛（木炭接觸的氧氣量增加）
- ⇒ 能說明濃度因素影響反應速率（濃度大者，反應快）



3. 因素三：表面積與反應速率

- (1) 竹筷削成等質量的碎竹片後，比較容易點燃
- (2) 吃火鍋時，總是將肉片切成薄片再燙涮。
- (3) 營火晚會的營火總是把粗木頭放在底部，愈往上木頭逐次變細。
- (4) 麵粉廠等容易有粉塵的場所，有塵爆危險，須嚴禁菸火。
- ⇒ 能說明表面積因素影響反應速率（表面積大者，反應快）

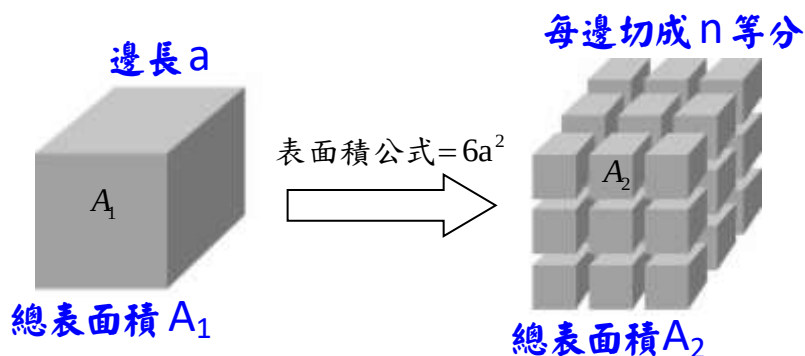


(5) 顆粒大小與表面積的關係：

- ① 討論：邊長 3 公分正方體切成邊長 1 公分之正方體
- ① 表面積由 54 cm^2 增加至 162 cm^2 ，增為 3 倍。
- ② 正方體每邊若分割為 n 份，則共可分為 n^3 個小立方體。
- ③ 邊長變為 $1/n$ 倍時，總表面積增為 n 倍。
- ② 物質質量相等時，顆粒愈小者，表面積愈大。
- ⇒ 質量相等時，表面積大小：水溶液 > 粉末 > 顆粒 > 塊狀

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{6 \times \left(\frac{a}{n}\right)^2 \times n^3}{6a^2}$$

= n (倍)



(6) 表面積與反應速率圖說：

- ① 大理岩表面積： A < B < C 。
- ② 反應速率： A < B < C 。



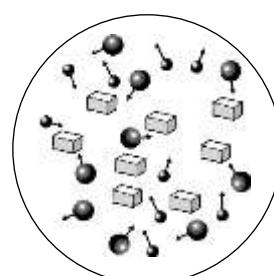
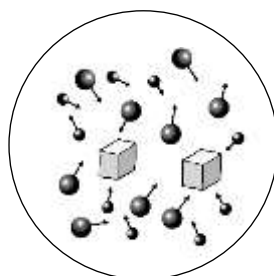
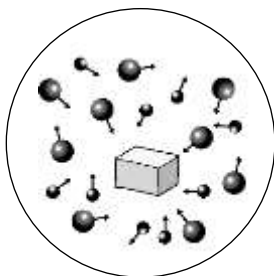
A 大顆粒



B 小顆粒



C 粉末狀



4. 因素四：溫度與反應速率

- (1) 夏天食物比在冬天容易腐敗
- (2) 實驗室常以 加熱 進行化學反應
- (3) 加油站嚴禁煙火
- (4) 藥品需低溫保存

⇒ 能說明 溫度 因素影響反應速率 (溫度高者，反應快)



藥品低溫保存



溫水溶解清潔錠快



實驗室的加熱



嚴禁煙火



二氧化錳催化雙氧水分解

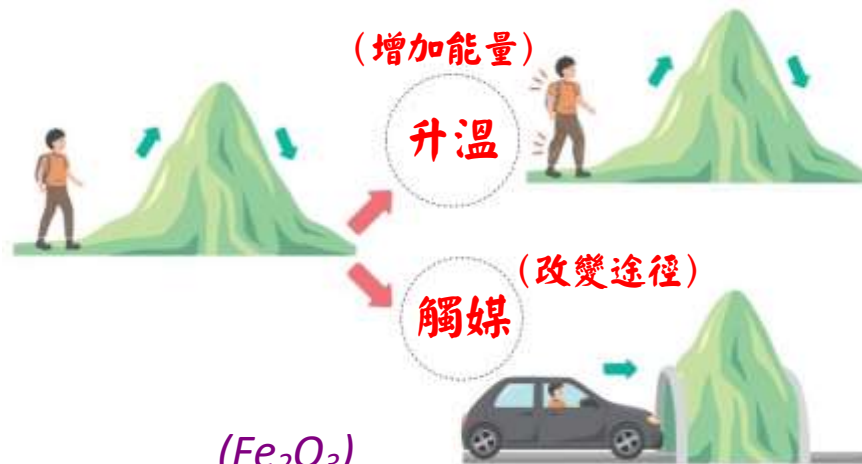
5. 因素五：催化劑與反應速率

(1) 催化劑 (觸媒)：能加快反應速率的物質 (參與反應，但本質不變)

(2) 特性：① 化學反應 選擇性。(專一性)

② 反應前後質量與性質不變。

③ 改變反應途徑，使反應加快，但無法增加生成物的產量，。



(3) 說明例：

① 在高溫、高壓下，用 氧化鐵粉 (Fe_2O_3) 作為催化劑，以氫和氮製備氨氣 (哈柏法)



② 雙氧水若加入 二氧化錳，氧的產生較快。



(4) 生物體內的催化劑 (酵素、酶)：

① 紅蘿蔔加入雙氧水能加快分解

② 傷口上的血液中有含有 亞鐵 的化合物，能加快雙氧水分解

⇒ 能說明 催化劑 因素影響反應速率



❖ 溫度對反應速率的實驗探討

1. 實驗探討：

(1) 實驗目的：探討溫度對反應速率的影響

- ① 操縱變因 $\Rightarrow$ 溫度。
 ② 應變變因 $\Rightarrow$ 反應速率。(1/時間)
 ③ 控制變因 $\Rightarrow$ 反應物濃度、表面積、物質本性...。

NaHCO_3 小蘇打

Na_2CO_3 蘇打

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 大蘇打

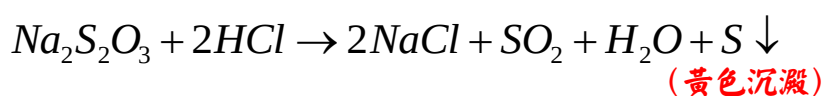
(2) 實驗設計：(秒錶 反應)

秒錶反應：
是指以計時器
測量操縱變因
對達成相同實
驗結果所需的
反應速率。

① 反應：硫代硫酸鈉 (大蘇打、海波) 與鹽酸反應，會產生 黃 色的 硫 沉澱。
 $\Rightarrow$ 硫代硫酸根離子 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。

❶ 硫代硫酸鈉、鹽酸、氯化鈉為 無 色；二氧化硫有臭味，但溶於水。

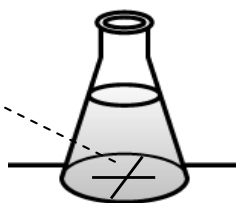
❷ 硫是難溶於水、黃 色固體，顆粒小，形成黃色混濁。



② 規劃：

- ❶ 不同溫度下，所產生的黃色硫沉澱量 相等。(因反應物的量控制不變)
 ❷ 紀錄蓋住白紙上的記號所需的時間，或可換算為反應速率 (時間的倒數 $1/t$) 來做比較。

錐形瓶下放一張作
十字記號的紙

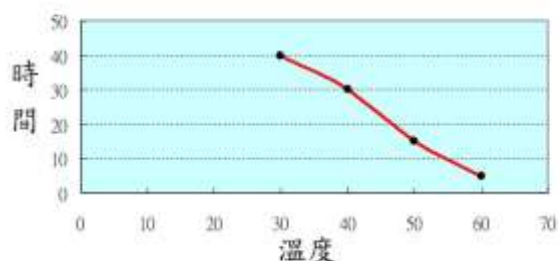


$\Rightarrow$ 蓋住沉澱的時間 t

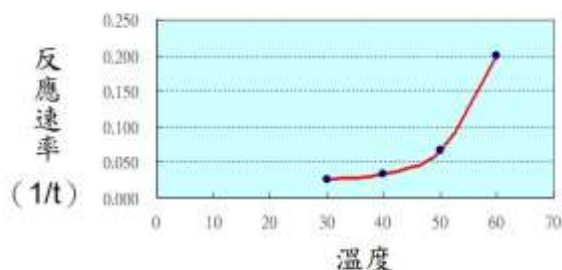
$\Rightarrow$ 反應速率 $R \propto \frac{1}{t}$

(3) 實驗結果：

實驗 次數	甲 溫度($^{\circ}\text{C}$)	乙 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 濃度(M)	丙 HCl 濃度(M)	丁 時間 t (秒)	戊 時間倒數 $1/t$ (1/秒)
1	30	0.20	0.30	40	0.025
2	40	0.20	0.30	30	0.033
3	50	0.20	0.30	15	0.067
4	60	0.20	0.30	5	0.200



$\Rightarrow$ 溫度愈高，時間愈少



$\Rightarrow$ 溫度愈高，反應速率愈大

❖ 碰撞學說

1. 『碰撞學說』解釋反應速率：

(1) 物質由粒子組成，當彼此有效碰撞時，產生新物質

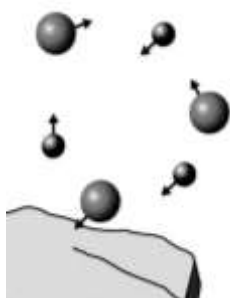
(2) 有效碰撞條件：

① 粒子有足夠能量。

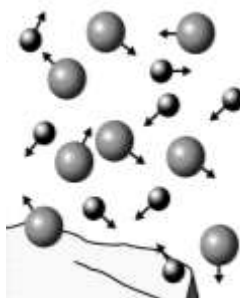
② 碰撞方位正確。

⇒ 碰撞機會增加，反應速率快 (攪拌時，反應速率增加)

(3) 溫度、濃度及，表面積因素，可以『碰撞學說』解釋。



碰撞機會小
反應慢



碰撞機會大
反應快

2. 影響反應速率的五因素：

(1) 物質本性：活性大，反應快

(2) 濃度：濃度高，反應快

⇒ 濃度高，碰撞機會增加，反應速率快

(3) 表面積：顆粒小、表面積大，反應快

⇒ 接觸面積大，碰撞機會增加，反應速率快

(4) 溫度：溫度高，反應快

⇒ 溫度高，粒子能量增加，有效碰撞機會增加，反應速率快

(5) 催化劑：改變反應速率 一、催化劑不能使彼此不反應的物質發生反應。

⇒ 催化劑本身質量無變化，對產物質量亦無影響。

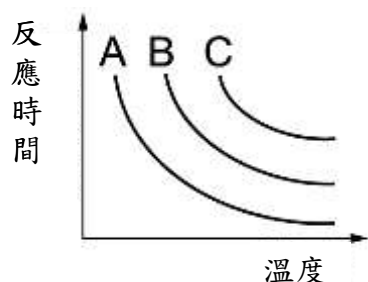
二、催化劑有參與反應，但反應後功臣身退，本身絲毫無損。

三、催化劑只改變單位時間產物的生成量，但不改變最終總產量。

❖ 範例解說

1. 阿鈞與阿布在探究反應速率的實驗中，分別在 A、B、C 三瓶中分別加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 及 HCl 溶液後，輕搖錐形瓶使兩溶液混合，同時開始計時，直到生成物恰好完全遮蓋「+」字記號為止，並記錄所需的時間，則：

若圖為阿鈞測量反應時間與溫度的關係圖，則 A、B、C 濃度大小？ $C < B < A$ 。



2. 貝殼與鹽酸反應，測定甲、乙、丙、丁四實驗之反應速率快慢，則：

實驗條件	甲	乙	丙	丁
貝殼重	2g	2g	2g	2g
貝殼顆粒大小	粉狀	粉狀	顆粒	粉狀
加入 20mL 鹽酸的濃度	1M	5M	1M	5M
反應溫度	25°C	25°C	25°C	35°C

- ① 四次實驗中，反應速率快慢大小順序？丁 > 乙 > 甲 > 丙。
- ② 由甲及乙兩次實驗，可知濃度影響反應速率的快慢。
- ③ 由甲及丙兩次實驗，可知表面積影響反應速率的快慢。
- ④ 由乙及丁兩次實驗，可知溫度影響反應速率的快慢。
- ⑤ 由丙及丁兩次實驗，可知哪個變因如何影響反應速率的快慢？無法判斷。

3. 若想要利用「大理石與鹽酸的反應，對產生二氧化碳的速率快慢」進行研究，相關實驗紀錄如右圖所示，試回答下列問題：

實驗室藥品規格

大理石：粗顆粒、細顆粒

鹽酸：5%、10%

溫度：20°C、40°C

實驗目的

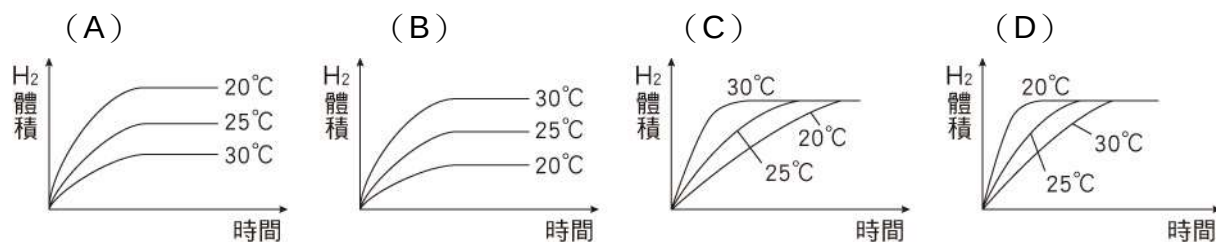
從實驗甲和乙，探討顆粒大小的影響

從實驗丙和丁，探討濃度的影響

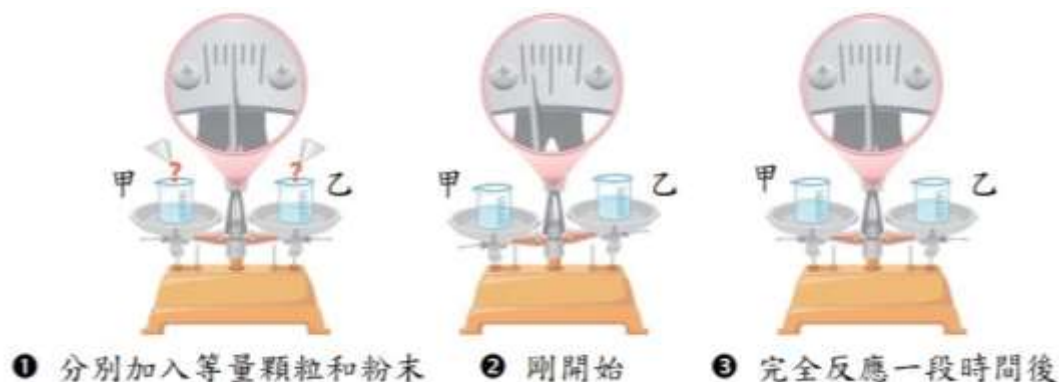
	溫度	大理石	鹽酸
甲	20°C	粗顆粒	5%
乙	20°C	細顆粒	X
丙	40°C	Y	5%
丁	40°C	細顆粒	10%

- ① 實驗過程中，表格不小心被墨水弄髒，請根據實驗目的和實驗室藥品規格，判斷表格中的 X 和 Y 分別是什麼？X 為5%；Y 為細顆粒。
- ② 根據實驗表格，實驗乙和實驗丙還可以探討哪個變因對反應快慢的影響？溫度。

4. (C) 鋅粉與鹽酸反應可產生氫氣。今各加 1 公克鋅粉於定量、同濃度的三份鹽酸中，鹽酸溫度各控制在 20°C、25°C 及 30°C，若鋅粉皆充分反應，則下列曲線圖中，何者最可能說明所放出氣體，在定壓時，體積與時間的關係？



5.取相同條件的鹽酸溶液，放置在天平兩端，同時加入等質量的碳酸鈣顆粒與粉末，探討顆粒大小是否會影響最終的產物生成量。實驗過程中觀察到的結果如下圖，則：



- ① 則可判斷：乙杯加入的是碳酸鈣粉末，甲杯則是碳酸鈣顆粒。
 ② 完全反應一段時間後，哪一杯產生的二氧化碳氣體最多？相等。

6.【延伸學習】A、B 與氧為三種相異物質，混合後產生下列兩步驟反應：



若總反應式為 (丙) $B + O_2 \rightarrow BO_2$ ，則可推論此反應：

- ① 反應物為 B、 O_2 ；生成物為 BO_2 。
 ② 催化劑為何？A。
 ③ 中間產物為 AO_2 。

❖練習題 (part1:物質本性、濃度、表面積)

- () 1. 鋼絲絨以酒精燈加熱可以燃燒，但鐵釘卻無法燃燒，為什麼？
 (A)鐵釘傳導熱能較慢 (B)鐵釘比熱大
 (C)鋼絲絨和空氣接觸的面積較大，加熱後反應速率快(D)鐵釘比較硬。
- () 2.假設煤炭的燃燒速率和其接觸空氣的面積成正比，今將一正方體的煤炭分割成八塊大小相同的小正方體後，其燃燒的速率是原來的？
 (A) 2 倍(B) 4 倍(C) 6 倍(D) 8 倍

- () 3. 測定反應速率的快慢，取貝殼與鹽酸做下表四次實驗。何者冒出氣泡的速率最快？

	(A)	(B)	(C)	(D)
貝殼重	3g	3g	3g	3g
貝殼狀態	粉狀	整塊	粉狀	整塊
鹽酸濃度	0.2M	1.0M	1.0M	0.2M

- () 4. 為測定反應速率的快慢，取2g貝殼與試管中不同濃度鹽酸做下表四次實驗。
 何者冒出氣泡的速率最快？

	(A)甲試管	(B)乙試管	(C)丙試管	(D)丁試管
鹽酸濃度、體積	0.1M 5mL	0.1M 1mL	0.5M 5mL	0.1M 5mL
試管中加入的水量	10mL	14mL	10mL	10mL
貝殼狀態	粉末狀	粉末狀	粉末狀	顆粒狀

- () 5. 紙張燃燒前應先點火，點火乃是為了
 (A)此燃燒反應為吸熱反應 (B)提高碰撞方向的準確度
 (C)增加粒子碰撞的能量 (D)增加與氧碰撞的總表面積。
- () 6. 在 $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 反應中加入水，則反應速率變慢了，主要原因為何？
 (A) H_2O_2 量變少了 (B) MnO_2 量減少了 (C) H_2O_2 濃度變小了 (D) O_2 散失到大氣中了。
- () 7. 爸爸想訂做一樣具有美麗光澤又能流傳給後代子孫的傳家寶，你認為用哪一種材料製作比較理想？ (A)金 (B)鎂 (C)鈉 (D)鐵。
- () 8. 鋁比鐵不容易鏽蝕的原因是(A)鋁比較不容易和氧反應(B)鋁容易和氧起反應(C)鋁的氧化物質地緻密不易脫落 (D)鋁的密度大約是鐵的三分之一。
- () 9. 當大量的煤灰瀰漫在乾燥空氣的場所中，常會有爆炸的危險性，其理由與下列何種因素有關？ (A)煤灰的燃點低於 30°C (B)煤灰的顆粒小，比較容易與氧接觸碰撞，反應速率很快 (C)煤灰是助燃劑 (D)煤灰是催化劑
- () 10.博物館收藏的古文物，通常銅器多於鐵器。這可能與銅和鐵的何種性質有關？
 (A)延展性 (B)導熱、導電性 (C)硬度 (D)化學活性
- () 11.下列哪一個反應速率最快？
 (A)鐵釘生鏽 (B)光合作用 (C)木材燃燒 (D)銅生銅綠
- () 12.燃燒紙張時，將紙張逐一放入火爐中會比整疊放入火爐中，燃燒得更旺盛，何者為造成的主因？
 (A)溫度的高低不同 (B)物質對氧的活性不同
 (C)反應物的總體積不同 (D)反應物的接觸面積不同。
- () 13.甲試管裝入 1mL、10%的鹽酸及 14mL 的水，乙試管裝入 14mL、1%的鹽酸及 1mL 的水，之後再分別加入等質量、相同大小的大理石塊，則哪一支試管產生的二氧化碳速率較快？ (A)甲 (B)乙 (C)一樣多 (D)資料不足
- () 14.下表中所列的試管中放入等質量的貝殼，再分別加入等體積的不同濃度 HCl 溶液，則生成氣泡的速率快慢順序為
 (A)甲丙乙丁 (B)丁丙乙甲 (C)甲乙丙丁 (D)丙乙丁甲

	甲試管	乙試管	丙試管	丁試管
貝殼狀態	粉狀	粉狀	塊狀	塊狀
鹽酸濃度	3M	2M	2M	1M

- () 15.下列何者反應速率最快？
 (A)鐵片在空氣中燃燒 (B)鐵粉在空氣中燃燒
 (C)鐵片在純氧中燃燒 (D)鐵粉在純氧中燃燒。

- () 16.將鐵釘分置於兩試管中，如圖。甲試管中的鐵釘生鏽嚴重，實驗中影響生鏽速率的因素為何？
 (A)接觸面積 (B)濃度 (C)溫度 (D)顆粒大小。

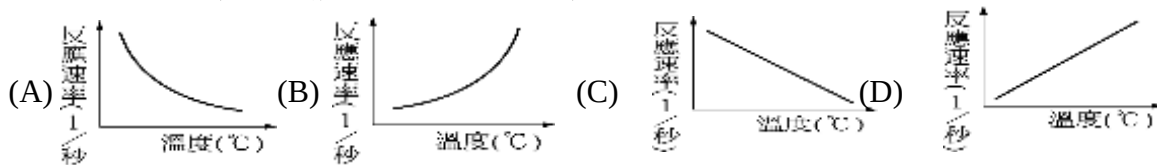


- () 17.埃及法老王的金製面具經歷了數千年，至今仍然色澤鮮豔。這與黃金的那項性質有關？(A)延展性 (B)導熱性、導電性 (C)硬度 (D)化學活性。

❖練習題 (part2:溫度)

- (A) 1.食物儲存在冰箱中不易腐敗的原因，就反應速率而言是什麼因素引起的？
(A)溫度 (B)表面積 (C)催化劑 (D)濃度
- (A) 2.將同為 30°C 的 0.2M 硫代硫酸鈉溶液 10mL 與 0.3M 的鹽酸 5mL 放入錐形瓶中， 40 秒後產生的硫沉澱會將錐形瓶下方所畫的十字遮住，若改用 40°C 的相同溶液重複此實驗，產物硫沉澱遮住十字的時間可能是？
(A) 30 秒 (B) 40 秒 (C) 50 秒 (D) 60 秒
- (D) 3.汽油可以燃燒，但將其曝露於空氣中，不經點燃，不發生燃燒，這是因：
(A)空氣中 O_2 的濃度太低 (B)汽油中添加了催化劑 (C)空氣中的 O_2 和汽油，並未碰撞
(D)空氣中的 O_2 和汽油分子，雖有碰撞但能量太低 **需達到燃點**
- (D) 4.下列操作：(甲)將反應物顆粒研磨成粉末；(乙)升高反應時的溫度；(丙)增加反應物濃度；(丁)將可溶性的反應物配成溶液，可使反應速率變快的共有幾項？
(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4
- (C) 5.為測定反應速率的快慢，取貝殼與鹽酸做甲、乙、丙三次實驗，如下表。下列敘述何者錯誤？
- | | 甲 | 乙 | 丙 |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 貝殼重 | 1g | 1g | 1g |
| 貝殼顆粒 | 粉狀 | 塊狀 | 粉狀 |
| 加入 5mL 鹽酸濃度 | 0.1M | 0.1M | 0.1M |
| 反應溫度 | 25°C | 25°C | 35°C |
- (A)欲探討溫度對反應速率的影響，需比較甲、丙兩次的實驗結果
(B)甲、乙、丙三次實驗中反應速率最快的是丙 **→ 表面積增加**
(C)將貝殼敲碎可以使反應速率加快的原因是顆粒變小時，貝殼的重量會增加
(D)欲探討貝殼顆粒大小對反應速率的影響，需比較甲、乙兩次的實驗結果。
- (C) 6.在 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ 的反應中，於不同溫度下作反應速率實驗，得到如附圖所示的關係圖，若橫坐標表示溫度，則縱坐標表示何者？
(A)時間 (B)溫度的平方
(C)時間倒數 (D)溫度的倒數
- 
- (D) 7.在 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$ 反應中，若欲觀察反應的速率，則應觀察下列哪一項會比較明顯而容易？
(A) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的消耗量 (B) SO_2 的生成量 (C) H_2O 的生成量 (D) S 的生成量
- (A) 8.在便利商店所賣的御飯團，常以 5°C 冷藏的方式儲存 $1\sim 2$ 天而不壞。按反應速率而言，是什麼因素使它如此？ (A)溫度 (B)表面積 (C)濃度 (D)催化劑
- (B) 9.在做化學實驗時，通常以酒精加熱，其用意是：(A)增加生成物的數量 (B)減少反應時間 (C)提高濃度 (D)產生吸熱反應，使四周溫度下降

(B) 10. 溫度對反應速率的影響，溫度與反應速率關係圖下列何者正確？



(C) 11. 霽宇的爸爸去海邊釣魚，釣上來的漁貨就放入帶來的大水桶中，如果爸爸想讓霽宇吃到比較新鮮的漁貨，他該如何處理呢？（假設魚釣上來之後便立刻死亡）

- (A) 釣上來的魚直接放入大水桶中
- (B) 釣上來的魚先放在岸邊晒，回家前再放入水桶
- (C) 在大水桶內加入一些碎冰塊，再將魚塞入冰塊中
- (D) 將魚切成小塊後，再放入大水桶中

(C) 12. 下列有關化學反應的敘述，何者正確？

- (A) 硫代硫酸鈉和鹽酸作用，所生的黃色沉澱是一種化合物
- (B) 溫度升高則反應物粒子間碰撞機會太多，使反應不容易完成
- (C) 溫度升高可增加粒子能量加快反應速率
- (D) 煤氣和空氣混合，若不燃燒，則是兩種粒子沒有相互碰撞的緣故

→ S 是元素

(B) 13. 仙女棒燃燒時會發出美麗的光芒，下列有關仙女棒燃燒的敘述，何者有誤？

- (A) 仙女棒燃燒屬於劇烈的化學反應
- (B) 仙女棒不容易點燃，屬於緩慢的化學反應
- (C) 仙女棒必須達到一定溫度，才可燃燒
- (D) 仙女棒燃燒的反應速率很快

(A) 14. 取 30°C 的 0.5 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 20 mL 與 1.0 M 的 HCl 溶液 10 mL 放入錐形瓶中，40 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，若改以 50°C 的溶液重複此實驗，沉澱遮住圖案的時間可能是？

- (A) 30 秒 (B) 40 秒 (C) 50 秒 (D) 60 秒

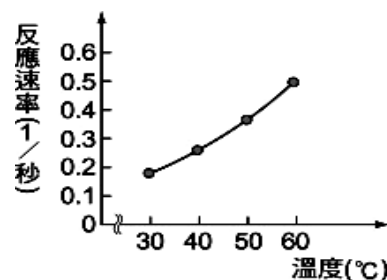
(B) 15. 取 30°C 的 0.5 M 之 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 20 mL 與 1.0 M 的 HCl 溶液 10 mL 放入錐形瓶中，40 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，若改以 50°C 的溶液重複此實驗，20 秒後沉澱會將瓶下所畫的圖案遮住，則後者實驗的反應速率是前者的幾倍？

- (A) $\frac{1}{2}$ 倍 (B) 2 倍 (C) $\frac{5}{3}$ 倍 (D) $\frac{3}{5}$ 倍

$$\frac{1}{20} : \frac{1}{40} = 2 : 1$$

(C) 16. 附圖為某反應之反應速率對溫度關係圖，下列敘述何者正確？

- (A) 30°C 時的反應速率約為 60°C 時的反應速率之 2 倍
- (B) 60°C 時的反應速率約為 30°C 時的反應速率之 2 倍
- (C) 50°C 時的反應速率約為 30°C 時的反應速率之 2 倍
- (D) 30°C 時的反應速率約為 50°C 時的反應速率之 2 倍



❖練習題 (part3:催化劑)

- (D) 1. 「雙氧水製氧」的實驗中，為何加入二氧化錳？
(A)反應後可以得到比較多的氧氣 (B)二氧化錳是反應物
(C)二氧化錳可以改變化學平衡 (D)二氧化錳可以加快反應速率。
- (C) 2. 有關化學反應速率的敘述，下列何者錯誤？
(A)敲碎的木炭比大塊的木炭容易燃燒
(B)食物放冰箱中較不易腐敗，是因溫度低反應速率較慢
(C)鋁製器具比鐵製器具不易鏽蝕，是因活性大小：鐵>鋁
(D)生物體內的酵素是用來加速反應的催化劑。
- (C) 3. 對於催化劑的敘述，下列何者錯誤？
(A)主要功能為改變反應速率 (B)生物體內也有許多催化劑
(C)唾液中的澱粉酶，可將蛋白質分解成胺基酸 (D)又稱為觸媒
- (B) 4. 燒杯中裝有 20mL 的雙氧水，分解後可以得到若干的水及 5mL 的氧氣；若在另外一個燒杯(裝有 20mL 雙氧水)加入二氧化錳時，可以得到多少的氧氣？
(A)大於 5mL (B)等於 5mL (C)小於 5mL (D)不一定，必須看加入二氧化錳的質量而定
- (B) 5. 有關化學反應速率的敘述，下列何者錯誤？
(A)市售沙拉油瓶中充填氮氣，是因氮氣對沙拉油的活性較氧氣小，較不易使油變質
(B)食物放入冰箱較不易腐敗，是因為溫度低時反應速率較快
(C)生物中體中的酵素是用來加速反應的催化劑。
(D)敲碎的木炭比大塊的木炭容易燃燒
- (D) 6. (甲)20 mL 雙氧水；(乙) 20 mL 雙氧水+2 g MnO_2 ；(丙) 20 mL 雙氧水+5 g MnO_2 。上述三個反應，正確的敘述為：
(A)反應最慢的是乙 (B)產物最多的是丙
(C)甲因未加 MnO_2 ，所以不反應 (D)若反應完全，則氧氣產生的總量為甲=乙=丙
- (C) 7. 假設有一反應經由甲、乙之步驟進行：
甲： $\text{AB} + 2\text{C} \rightarrow \text{AC} + \text{BC}$ ；乙： $\text{AC} + \text{BC} + 2\text{D} \rightarrow \text{AD} + \text{BD} + 2\text{C}$
由反應中可知何者為催化劑？(A) AB (B) AC (C) C (D) D
$$\text{AB} + 2\text{D} \xrightarrow{\text{C}} \text{AD} + \text{BD}$$
- (D) 8. 綠色植物進行光合作用時，吸收光能而將二氧化碳與水合成葡萄糖與氧。則下列何者是光合反應中的催化劑？
(A)光 (B)二氧化碳 (C)水 (D)葉綠素內的酵素
- (C) 9. 關於催化劑的敘述，下列何者正確？
(A)可使化學反應產生不同種類的生成物 (B)是屬於反應物
(C)在生物體中又稱為酶或酵素 (D)反應後催化劑的質量會減少
- (D) 10. 在 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 的反應，下列何種處理方式可降低其反應速率？
(A)減少 CO_2 濃度 (B)加熱
(C)磨細碳酸鈣，以增加其表面積
(D)加水稀釋鹽酸的濃度

- (C) 11. 下列有關於化學反應速率之敘述，何者錯誤？
(A) 固體總表面積大者，反應速率快，所以鋼絲絨能在空氣中燃燒
(B) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ 和 $\text{HCl}(\text{aq})$ 反應的速率比較，可由產生一定量的黃色硫觀察
(C) 食物放入冰箱中較不易腐敗是因為溫度低時反應速率較快
(D) 以 H_2O_2 製造 O_2 時加入 MnO_2 可使反應速率加快，此 MnO_2 是催化劑
- (C) 12. 下列有關催化劑的敘述，何者錯誤？
(A) 催化劑又叫觸媒。工業上以哈柏法製氨，是以鐵粉當做催化劑
(B) 雙氧水製造氧氣，加入二氧化錳是當做催化劑
(C) 催化劑在化學反應中，是當反應物，所以可以增進反應速率
(D) 生物體中的催化劑，叫做酶或酵素
- (D) 13. 小黑在燒杯中進行右列之反應： $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ，下列敘述何者錯誤？
(A) 加入 MnO_2 可加速反應速率 (B) MnO_2 在反應結束後，質量不變
(C) 使用 10% H_2O_2 做此實驗會比 3% H_2O_2 的反應速率快
(D) 40°C 之反應速率比 10°C 為慢
- (B) 14. 在燒杯中進行右列之反應： $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ，下列敘述何者錯誤？
(A) 加入 MnO_2 可加速反應速率
(B) MnO_2 在反應結束後，質量會減少
(C) 使用 30% H_2O_2 做此實驗會比 3% H_2O_2 的反應速率快
(D) 40°C 之反應速率比 20°C 為快
- (C) 15. 有關雙氧水與二氧化錳產生氧氣的實驗，下列敘述，何者錯誤？
(A) 二氧化錳是催化劑 (B) 二氧化錳可加快反應速率
(C) 二氧化錳可改變化學平衡 (D) 沒有二氧化錳，雙氧水本身也可分解產生氧
- (D) 16. 某生在 20°C ，取數粒二氧化錳，加入 20 毫升，3% 雙氧水，用以製備氧，今若將實驗條件作下列改變：(甲)溫度改為 50°C ；(乙)雙氧水改用 30% 者；(丙)二氧化錳磨成粉狀。上述三種改變，哪一種或哪幾種會增快氧的產生速率？
(A) 甲乙 (B) 乙丙 (C) 甲丙 (D) 甲乙丙
- (D) 17. 氮與氫合成氨的過程中，改變下列哪一項因素，不能增加其反應速率？
(A) 升高溫度 (B) 加入催化劑 (C) 加入更多的氮和氫
(D) 增加反應容器之體積，使碰撞次數減少
- (B) 18. 電影中，詹姆斯胖德在黑暗中將大量麵粉灑在地下室的密閉空間中，並敲碎燈泡，隨即逃出建築物；當敵人追入地下室尋人時，一打開電燈隨即因燈絲的火光而引發爆炸，因此阻止了敵人追殺。此情節中，麵粉產生爆炸之化學反應與哪一項因素無關？
(A) 溫度 (B) 催化劑 (C) 濃度 (D) 總表面積
- (D) 19. 雙氧水之分解反應如下： $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ，選出下列錯誤的敘述為何？
(A) 雙氧水的濃度愈大，則加熱時分解速率增快
(B) 溫度升高，分解速率會增快
(C) 加入二氧化錳使分解速率增快
(D) 不加入二氧化錳，雖然加熱時反應並不發生

4-2 可逆反應與平衡

❖ 可逆反應

1. 可逆反應：

- (1) 意義：反應物能互相作用得到生成物 (**正反應**)；同時生成物亦會互相作用得到反應物 (**逆反應**) 的反應。

⇒ 正反應與逆反應能

同時進行的反應，稱為**可逆**反應。



(2) 實例說明：

① 物理變化的可逆反應：

- ① 水的蒸發與凝結 ② 溶質的溶解（解離）與結晶

② 化學變化的可逆反應：

- ① 酸鹼試紙的變色 ② 硫酸銅受熱與無水硫酸銅遇水 ③ 酯化反應

- (3) 不是所有的化學反應都能進行正、逆反應 ⇒ 如：**燃燒**反應為不可逆的反應。

2. 可逆反應實例圖說：圖略，請參閱簡報檔。

① 試紙遇酸與試紙遇鹼

② 硫酸銅晶體受熱與無水硫酸銅遇水

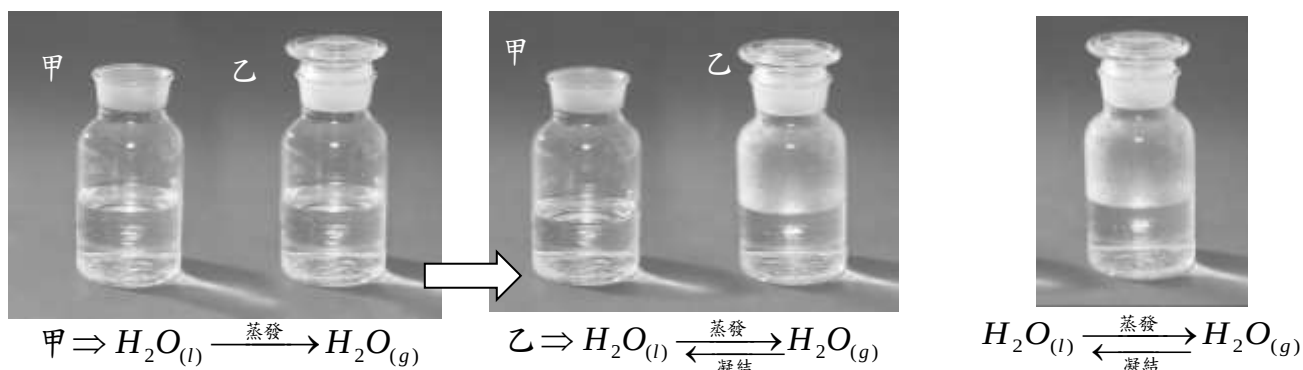
3. 討論—水的蒸發與凝結：甲、乙兩杯水量相同，甲未加蓋；乙加蓋。一段時間後，發現：

- (1) 甲 液面顯著降低，且甲瓶壁上沒有水滴附著；再隔一段時間：

⇒ 瓶內的水**全部蒸發**。(蒸發速率 **>** 凝結速率)

- (2) 乙 液面幾乎沒有降低，且乙瓶壁上有水滴附著；再隔一段時間：

⇒ 水位**仍不變**，達到**平衡**狀態。(蒸發速率 **=** 凝結速率)

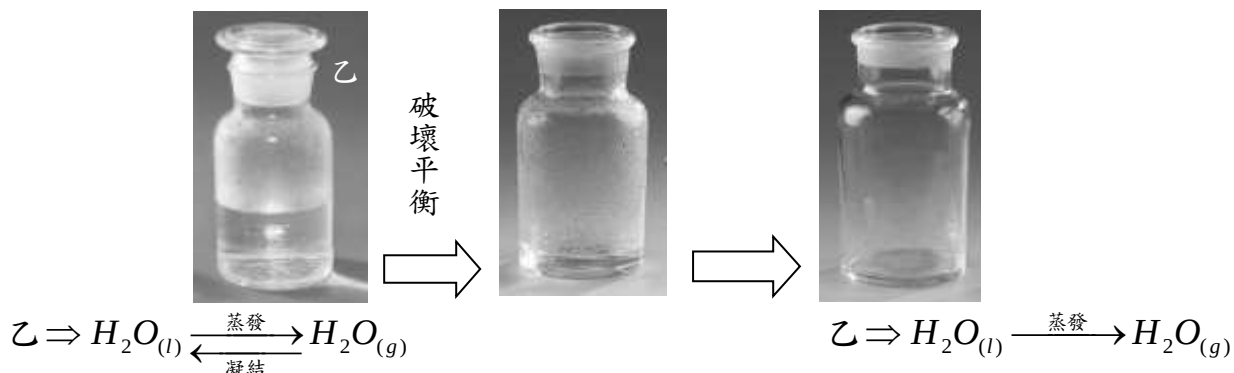


(3) 乙液面為何不再降低：

- ① 剛開始時：蒸發速率 **>** 凝結速率 ⇒ 部份水凝結於器壁 ⇒ 液面微降
- ② 因加蓋，凝結速率開始增加
- ③ 當，蒸發速率 **=** 凝結速率 ⇒ 液面不再變化 ⇒ 達到**動態平衡**。

(4) 乙已達平衡後，將蓋子取下(破壞平衡)，隔一段時間 $\Rightarrow$ 水位降低，直到蒸乾。

① 開蓋前，蒸發速率=凝結速率。 ② 開蓋後，蒸發速率>凝結速率。

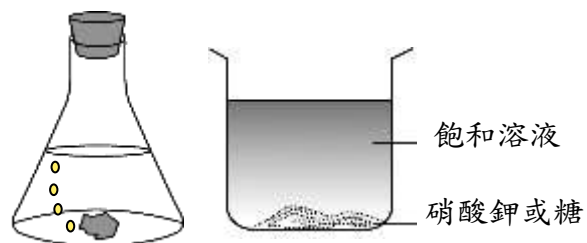
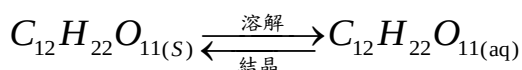
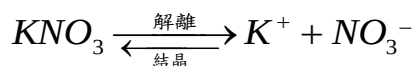


4. 其他的可逆反應：

(1) 酸與碳酸鈣反應：



(2) 溶質溶解(解離)與結晶反應：



❖ 化學平衡

1. 化學平衡：

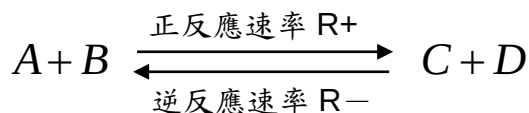
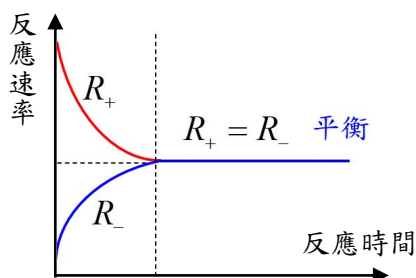
(1) 化學平衡的意義：定溫的密閉系統中，一可逆反應的正、逆反應速率相等時
 $\Rightarrow$ 系統不再發生明顯變化，即達化學平衡。

(2) 平衡的四個條件：

- ① 定溫
- ② 密閉系統 (和外界無質量交換)。
- ③ 可逆反應
- ④ 正逆反應速率相等。

(3) 正逆反應速率相等(不是零)，反應沒有停止，屬於動態平衡。

$\Rightarrow$ 巨觀上沒有明顯變化，反應物及生成物共存，且各物種濃度不會隨時間而改變
 (濃度不再改變、彼此不相等)



2.化學平衡的移動：

(1) 影響化學平衡的因素：

① 濃度。② 溫度。③ 壓力。

⇒ 催化劑 不影響化學平衡。

(2) 破壞平衡：當系統中的這些因素發生改變時，原來的平衡會受到破壞

(3) 平衡移動：① 平衡破壞後，系統會使正、逆反應速率之一增加，以達再平衡

② 勒沙特列原理：勒沙特列所提出，以決定平衡如何移動

(4) 勒沙特列原理：

在一個平衡系統中，當一影響平衡的因素改變時，

反應必向抵銷此因素的方向進行。

(因素改變 ⇒ 指濃度、溫度或壓力改變時)

平衡 ⇒ ① 巨觀上，外觀無變化

② 微觀上，速率相等

❖ 範例解說

1.是非題(○、X)：室溫下，當一化學反應已達平衡時，則回答下列問題(注意訂正)：

① (X) 反應物完全耗盡。

各粒子共存

② (X) 正反應和逆反應均停止。

持續進行

③ (○) 正反應速率等於逆反應速率。

④ (X) 反應物和生成物濃度必相等。

無變化

⑤ (○) 平衡時，反應的巨觀狀態(顏色、濃度比例、沉澱大小…)不變。

❖ 濃度對平衡移動

1.濃度對平衡移動的影響—勒沙特列原理：反應向相對少的那一方進行

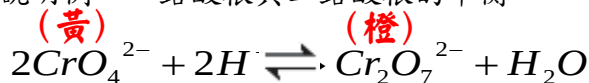


改變平衡的因素	濃度相對比較	平衡移動方向
增加左側濃度時	<u>右</u> 側相對少	向 <u>右</u> 移動
減少右側濃度時	<u>右</u> 側相對少	向 <u>右</u> 移動
減少左側濃度時	<u>左</u> 側相對少	向 <u>左</u> 移動
增加右側的濃度時	<u>左</u> 側相對少	向 <u>左</u> 移動

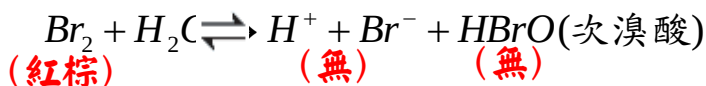
⇒ 平衡向左移動時，表示逆反應速率增加。 ⇒ 平衡向右移動時，表示正反應速率增加。

2.濃度對平衡移動的影響—因有離子帶有顏色 ⇒ 常用以探討濃度改變對平衡之影響

(1) 說明例一：鉻酸根與二鉻酸根的平衡



(2) 說明例二：溴水平衡，溴水紅棕色(or暗紅)



❖ 範例解說

1. 在 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \xrightleftharpoons[\text{加鹼}]{\text{加酸}} \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 的平衡狀態下，則：
- ① 加入酸性物質時，使上式左邊的 H^+ 變多，反應向右方進行（正反應速率增加），溶液由黃色變為橙色。
 - ② 加入鹼性物質時，使上式左邊的 H^+ 變少，反應向左方進行（逆反應速率增加），溶液由橙色變為黃色。
 - ③ 加入中性物質時，反應如何進行？不移動。
 - ④ CrO_4^{2-} 在鹼中較為安定； $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 在酸中較為安定。（酸或鹼）
 - ⑤ （X）平衡時， CrO_4^{2-} 與 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的莫耳數比為 2：1。
2. 在 $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightleftharpoons[\text{加酸}]{\text{加鹼}} \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ 的平衡狀態下，則：
- ① 加入酸性物質時，使上式右邊的 H^+ 變多，反應向左方進行（逆反應速率增加），溶液由無色變為紅棕色。
 - ② 加入鹼性物質時，使上式右邊的 H^+ 變少，反應向右方進行（正反應速率增加），溶液由紅棕色變為無色。
 - ③ 加入中性物質時，反應如何進行？不移動。
 - ④ $\text{Br}_2(\text{aq})$ 在酸中較為安定； Br^- 在鹼中較為安定。（酸或鹼）
 - ⑤ 溴水有毒，在倒入水槽前須添加鹼性物質處理。

❖ 溫度對平衡移動

❖ 溫度對平衡移動

1. 溫度對平衡移動的影響—勒沙特列原理：反應向相對少的那一方進行

反應類型	溫度變化	熱能相對比較	平衡移動方向	顏色變化
吸熱反應 $A + B + \text{熱} \rightleftharpoons C + D$	升溫時	<u>右</u> 側相對少	向 <u>右</u> 移動	<u>左</u> 向 <u>右</u>
	降溫時	<u>左</u> 側相對少	向 <u>左</u> 移動	<u>右</u> 向 <u>左</u>
放熱反應 $A + B \rightleftharpoons C + D + \text{熱}$	升溫時	<u>左</u> 側相對少	向 <u>左</u> 移動	<u>右</u> 向 <u>左</u>
	降溫時	<u>右</u> 側相對少	向 <u>右</u> 移動	<u>左</u> 向 <u>右</u>

⇒ 平衡向右移動時，表示正反應速率增加。 ⇒ 平衡向左移動時，表示逆反應速率增加。

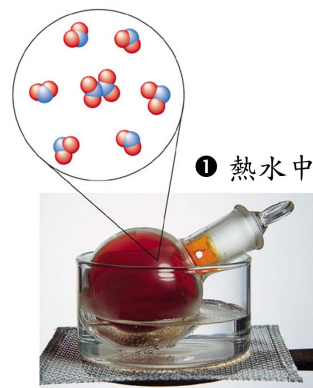
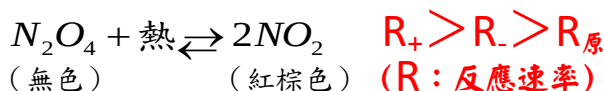
2. 四氧化二氮與二氧化氮的平衡—討論：當氣體體積一定時

⇒ 有顏色的粒子：二氧化氮 NO_2 ，是紅棕色（深色）

- （1）若升高溫度：系統顏色變紅棕，反應趨向正反應進行。

① NO_2 生成量更多； N_2O_4 生成量更少。

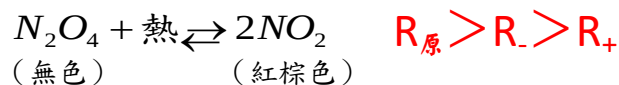
② 正逆反應速率均增加；且正反應較逆反應快。



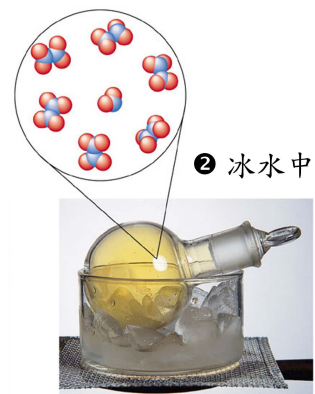
(2) 若降低溫度：系統顏色變無色，反應趨向逆反應進行。

① NO₂ 生成量更少；N₂O₄ 生成量更多。

② 正逆反應速率均降低；且正反應較逆反應慢。



溫度—冷熱改變時 ⇨ 冷淡；熱深。



❖ 範例解說

1. (A) 已知反應：N₂O₄ (無色) ⇌ 2NO₂ (紅棕色)，今有一密閉的錐形瓶中裝有 NO₂ 氣體，要讓此氣體的紅棕色變淡，應使用下列哪一種方式？

- (A) 將錐形瓶放入冰水中 (B) 將錐形瓶放入熱水中
(C) 將錐形瓶倒立放置 (D) 將錐形瓶放置一段時間。

❖ 壓力對平衡移動

1. 壓力對平衡移動的影響—勒沙特列原理：反應向抵銷壓力變化的方向進行

(1) 壓力減小時，反應向氣體粒子莫耳數總和大的方向進行。

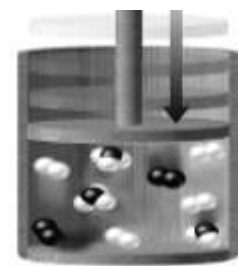
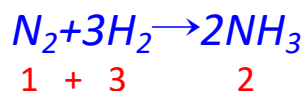
(2) 壓力增大時，反應向氣體粒子莫耳數總和小的方向進行。

2. 討論：氮氣與氫氣在高溫、高壓下製氨的化學平衡

當活塞壓縮時，體積縮小，壓力增加：

⇨ 反應向係數和較小的一方進行

⇨ 反應向右進行 (正反應速率增加)。



3. 討論：大理石與鹽酸反應的化學平衡

(1) 最初在針筒中裝入大理石和鹽酸時，即產生大量CO₂，並將推筒位置上移。直至不再產生氣體，顯示達到化學平衡。



① 平衡狀態



② 活塞拉起

(2) 若推筒緩慢拉出，則又發生大量氣體 ⇨ 平衡受到破壞：

① 推筒拉出，使內部體積增加，壓力減小。

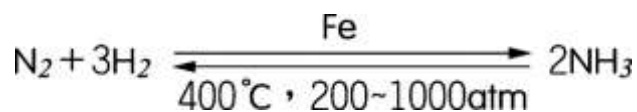
② 反應向氣體係數大的一方進行，即向右方進行。

⇨ 反應趨向正反應進行，即正反應速率較逆反應速率快。

壓力改變	採取措施	平衡移動方向
壓力 <u>減小</u>	容器體積加大	向氣體粒子係數總和較 <u>大</u> 的一方移動
壓力 <u>增大</u>	容器體積壓縮	向氣體粒子係數總和較 <u>小</u> 的一方移動

❖ 範例解說

1. (**B**) 氮氣與氫氣在高溫、高壓下製氨的化學反應為一可逆反應，其平衡反應式如下：



若改變反應條件時，下列何者不會使平衡反應式發生改變？

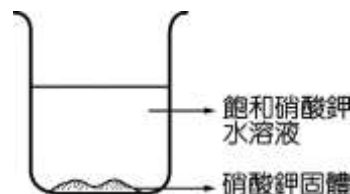
- (A) 增加氮氣與氫氣的濃度 (B) 增加催化劑的量
(C) 增高溫度 (D) 增大壓力。
2. (**C**) 在 25°C 下，某固定體積之密閉系統中的化學反應已達平衡，其平衡反應式如下：
 2NO_2 (紅棕色) $\rightleftharpoons$ N_2O_4 (無色) + 熱量，則下列敘述何者正確？
 (A) 當系統溫度下降時，氣體顏色變深
 (B) 當系統溫度上升時，反應向右進行
 (C) 當系統溫度上升時， N_2O_4 分子數減少
 (D) 當系統溫度上升時，氣體總分子數減少。

3. (**C**) 甲： KNO_3 (固體) $\rightleftharpoons$ $\text{K}^+ + \text{NO}_3^-$ 乙： $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OH}^- + \text{H}^+$

丙：水 (液體) $\rightleftharpoons$ 水蒸氣

上面三種平衡存在於燒杯內 (如圖) 的有哪些？

- (A) 僅有甲 (B) 僅有乙
(C) 僅有甲、乙兩種 (D) 有甲、乙、丙三種。



4. (**A**) 密閉容器中裝有紅棕色的 NO_2 氣體，可以化合成無色的 N_2O_4 氣體； N_2O_4 也可分解成 NO_2 。其反應式為： $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{熱} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$
 則下列何者操作，氣體顏色最深？

- (A) 高溫低壓 (B) 高溫高壓
(C) 低溫高壓 (D) 低溫低壓。



❖ 練習題：

- (**C**) 1. 當一個化學反應達到反應平衡時，表示其正反應與逆反應之何者相等？
 (A) 濃度 (B) 分子數 (C) 反應速率 (D) 原子數。
- (**A**) 2. 定溫下，某一化學反應已達到平衡，則下列各項敘述中，何者正確？
 (A) 正向與逆向的反應速率相等 (B) 正向與逆向反應均停止
 (C) 反應物與生成物的濃度相等 (D) 反應物完全變成生成物。
- (**D**) 3. 小明將稀鹽酸與碳酸鈣放入一密閉的瓶中，經一段時間後，氣泡不再產生，則下列敘述何者正確？
 (A) 碳酸鈣完全反應 (B) 正、逆反應均停止反應
 (C) 打開瓶塞時，正反應速率小於逆反應速率 (D) 打開瓶塞又見氣泡生成。

- (B) 4. 已知溴水的可逆反應為： $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ 。若要得到更多的 Br_2 ，請問可加入下列何種物質？
(A)食鹽水 (B)鹽酸 (C)氫氧化鈉 (D)氨水
- (A) 5. $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ 達到平衡時，表示什麼？
(A)水蒸發的速率等於水蒸氣凝結的速率 (B)水蒸發的速率小於水蒸氣凝結的速率
(C)水蒸發與凝結的速率無關 (D)水蒸發的速率大於水蒸氣凝結速率。
- (C) 6. 有一可逆反應 $\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$ ，正反應速率 $= 6 \times 10^{-2}$ 莫耳/秒，逆反應速率 $= 2 \times 10^{-8}$ 莫耳/秒，則此反應
(A)已達平衡狀態 (B)反應物及生成物之濃度相同
(C)未達平衡狀態，反應向右方進行 (D)未達平衡狀態，反應向左方進行。
- (C) 7. 有關飽和食鹽水的敘述，下列何者正確？
(A)飽和食鹽水的食鹽分子不能再溶於水中
(B)飽和食鹽水的沉澱速率 大於 溶解速率 **相等**
(C)飽和食鹽水再加熱時，溶解速率大於沉澱速率
(D)加入催化劑，可使飽和食鹽水再溶解。
- (C) 8. 小明發現密閉瓶子中的水經一段時間後仍未見減少，推測其原因可能是下列何者？
(A)水的蒸發與水蒸氣的凝結反應，均停止反應
(B)密閉環境中，水不會變成水蒸氣
(C)水變成水蒸氣的速率等於水蒸氣變成水的速率
(D)水變成水蒸氣的速率大於水蒸氣變成水的速率。
- (A) 9. 熱水能溶解較多的食鹽，所以當含有結晶鹽顆粒的飽和食鹽水在達到溶解平衡時略加溫，則會發生下列哪一個情形？
(A)結晶鹽的顆粒減少 (B)水會增加 (C)食鹽水濃度下降 (D)食鹽水變成紅色
- (D) 10. 下列哪一項無法達到平衡現象？
(A)酸鹼中和 (B)硝酸鉀溶解於水，形成飽和溶液
(C)有機酸和醇的酯化反應 (D)酒精燃燒產生二氧化碳與水。
- (A) 11. (甲)密閉容器內裝半滿的水 (乙)密閉容器內裝大理石與稀鹽酸
(丙)開放容器內裝酒精 (丁)飽和溶液中的沉澱溶質與溶液。
在上述情況中，哪些可達到平衡狀態？
(A)甲、乙、丁 (B)甲、丁 (C)甲、乙 (D)乙、丙。
- (C) 12. 下列何者 不能 改變可逆反應中的平衡狀態？
(A)加熱 (B)加入更多的反應物 (C)將反應物磨成細粉 (D)減少生成物的量。
- (D) 13. 有關平衡的觀念，下列敘述何者正確？
(A)反應達成平衡後，反應物濃度必等於產物濃度 **正逆反應速率相等，濃度不一定相等**
(B)飽和溶液中再加入溶質會產生新的平衡
(C)化學平衡是指正、逆反應皆停止反應
(D)反應速率愈大的反應，愈容易達成平衡。
- (D) 14. 關於平衡狀態的敘述，下列何者正確？
(A)在平衡系統內，粒子並不會發生碰撞，所以反應是靜止的
(B)無須可逆反應也可以達成平衡
(C)在達到平衡的過程中，正逆反應的速度均 不斷減慢 **-增-減**
(D)不只化學變化能達到平衡，物理變化也可以。



- (D) 15. 已知溴水的可逆反應為： $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ 。小明實驗完畢後，欲處理溴水，下列何種方法較為合適？
 (A) 直接倒入水槽，用水沖掉
 (B) 將溶液加熱完全蒸發掉
 (C) 先加入酸溶液，使紅棕色加深，再倒入水槽，用水沖掉
 (D) 先加入鹼溶液，使紅棕色消失，再倒入水槽，用水沖掉。
- (B) 16. 已知在密閉容器中，碳酸鈣與酸會進行如右的平衡反應：
 $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2$
 當平衡達成後，再加入下列哪一種溶液，會使反應向右移動？
 (A) 加入 NaOH 溶液 (B) 加入 CH_3COOH 溶液
 (C) 加入 $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 溶液 (D) 加入 NaCl 溶液。
- (B) 17. 已知氯水的可逆反應為： $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{HClO}$ ；因氯有劇毒，必須如何處理才不會汙染環境？
 (A) 加入適量的氯化鈣溶液 (B) 加入適量的氫氧化鈉溶液
 (C) 加入適量的鹽酸 (D) 加入適量的食鹽溶液。
- (B) 18. 所謂化學平衡是指什麼？
 (A) 反應物、生成物濃度相等 (B) 正逆反應速率相等
 (C) 反應物、生成物體積相等 (D) 反應物、生成物質量相等。
- (A) 19. 於密閉系統中，化學反應達平衡時，下列相關敘述何者正確？
 (A) 溶液中各物質之濃度維持一定的關係 *不一定相等，可能偏*
 (B) 反應物的總莫耳數等於生成物的總莫耳數 *反應物，可能偏*
 (C) 正反應速率與逆反應速率等於零 *生成物，視環*
 (D) 反應物的總質量等於生成物的總質量。 *境而定*
- (B) 20. 下列哪些因素將影響反應： $\text{N}_2\text{O}_4 + \text{熱} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ 的平衡？
 (甲) 加熱 (乙) 加壓 (丙) 增加 NO_2 的量。
 (A) 甲 (B) 甲、乙、丙 (C) 丙 (D) 甲、乙。 *應該叫「離子反應式」*
- (D) 21. 桌上有一杯未飽和的 K_2CrO_4 溶液。已知 K_2CrO_4 在溶液中解離的反應式為 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。又 CrO_4^{2-} 為黃色， $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 為橘紅色。若要使杯中溶液的橘紅色變得更深，則下列何種處理方法是無效的？ (A) 添加鹽酸 (B) 提高溶液中的 $[\text{H}^+]$ (C) 添加 K_2CrO_4 (D) 提高溶液的 pH 值。
- (B) 22. 某一可逆反應為 $\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons \text{C} + 2\text{D}$ ，其中 B 為黃色氣體，D 為棕色氣體，A 與 C 為黑色固體，則下列敘述何者錯誤？ (A) 此反應必須在密閉系統才可達成平衡 (B) 當黑色固體的量在兩定值之間作變化時，表示反應已達平衡 *一下向右一下向左* (C) 反應達平衡時，增加反應物濃度可破壞平衡狀態 (D) 當系統中氣體顏色不再改變時，可知反應已達平衡狀態。
- (D) 23. 某化學反應之反應式為 $\text{X} + \text{Y} \rightleftharpoons \text{Z} + \text{W}$ ，且此反應必須加熱才可進行。其中 X、Z 為固體，Y 為液體，W 為氣體。當此反應已達到平衡，若想增加 Z 的產量，則應採用下列何種方式較佳？ (A) 將 X 磨成細粉 (B) 將 Y 移除 (C) 將 Y 加水稀釋 (D) 加熱。
- (C) 24. 已知反應： $\text{含水硫酸銅} + \text{熱} \rightleftharpoons \text{無水硫酸銅} + \text{水}$ ，下列有關此反應的敘述，何者錯誤？ (A) 含水硫酸銅為藍色 (B) 加熱時，正反應速率大於逆反應速率 (C) 當進行正反應時，硫酸銅的顏色由白色變藍色 (D) 無水硫酸銅可以當作水的檢驗試劑。

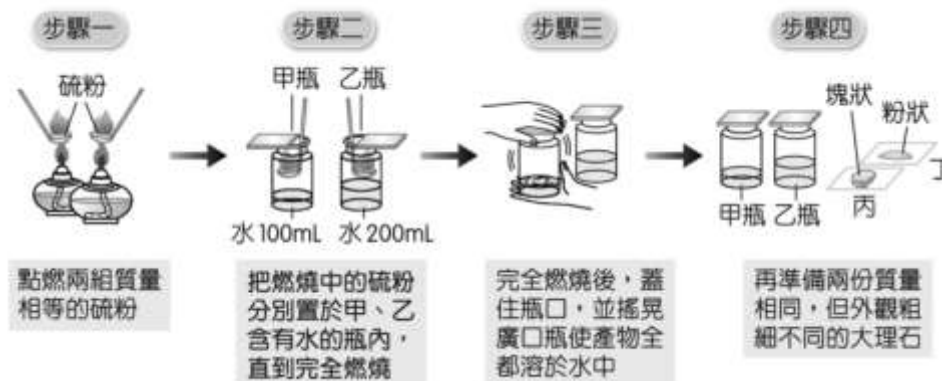
☆歷屆會考試題☆ 第四章 反應速率與平衡

【 106 年會考】

1. (B) 下圖為阿謙進行實驗的步驟圖：

假設實驗過程中，硫粉燃燒後產生的氣體沒有散失，則步驟四完成後，分別取其中一瓶溶液與其中一份大理石反應，反應初期何種組合其冒泡的速率最快？

(A) 甲瓶溶液和丙 (B) 甲瓶溶液和丁 (C) 乙瓶溶液和丙 (D) 乙瓶溶液和丁。



【 108 年會考】

2. (D) 野外露營或攀登高山時，鎂塊常是求生必備的物品之一。將鎂塊削成碎片，在潮濕環境或強風吹襲中，仍然能引燃柴火，是一種較不受環境限制的野外生火方式。關於將鎂塊「削成碎片」的動作，主要是考慮下列何種影響反應速率的因素？

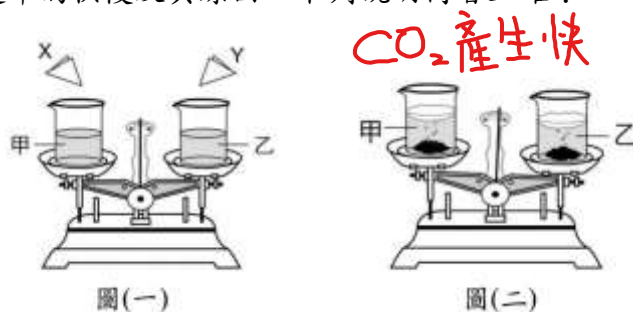
(A) 溫度 (B) 催化劑 (C) 物質本質 (D) 接觸面積。

3. (A) 小帆想知道某一植株在不同環境條件下，葉片行光合作用時速率的快慢，應依據下列哪一資料進行推測最為合理？

(A) 單位時間內產生氧氣的量 (B) 單位時間內消耗葉綠素的量
(C) 單位時間內消耗葡萄糖的量 (D) 單位時間內產生二氧化碳的量。

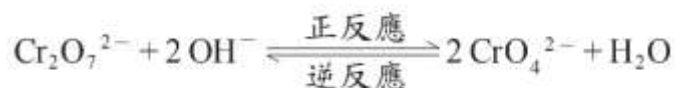
【 109 年會考】

4. (B) 天平兩邊秤盤上分別有甲、乙兩燒杯，燒杯中盛有濃度、體積均相同的鹽酸，靜止時指針指在中央的位置。將質量相同但顆粒大小不同的 X、Y 兩份大理石碎塊，同時分別倒入甲、乙兩燒杯，如下圖(一)所示。反應剛開始冒出氣體，使兩杯質量均減輕，且指針往右偏轉，如圖(二)所示。根據圖(二)結果，判斷燒杯內初始反應速率的快慢及其原因，下列說明何者正確？



(A) 甲燒杯較快，因為 X 的顆粒較大 (B) 甲燒杯較快，因為 X 的顆粒較小
(C) 乙燒杯較快，因為 Y 的顆粒較大 (D) 乙燒杯較快，因為 Y 的顆粒較小

5. (D) 室溫時，在含有橘紅色二鉻酸根離子 ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) 的水溶液中加入氫氧化鈉，會產生黃色的鉻酸根離子 (CrO_4^{2-})，達平衡時，其可逆反應表示為：

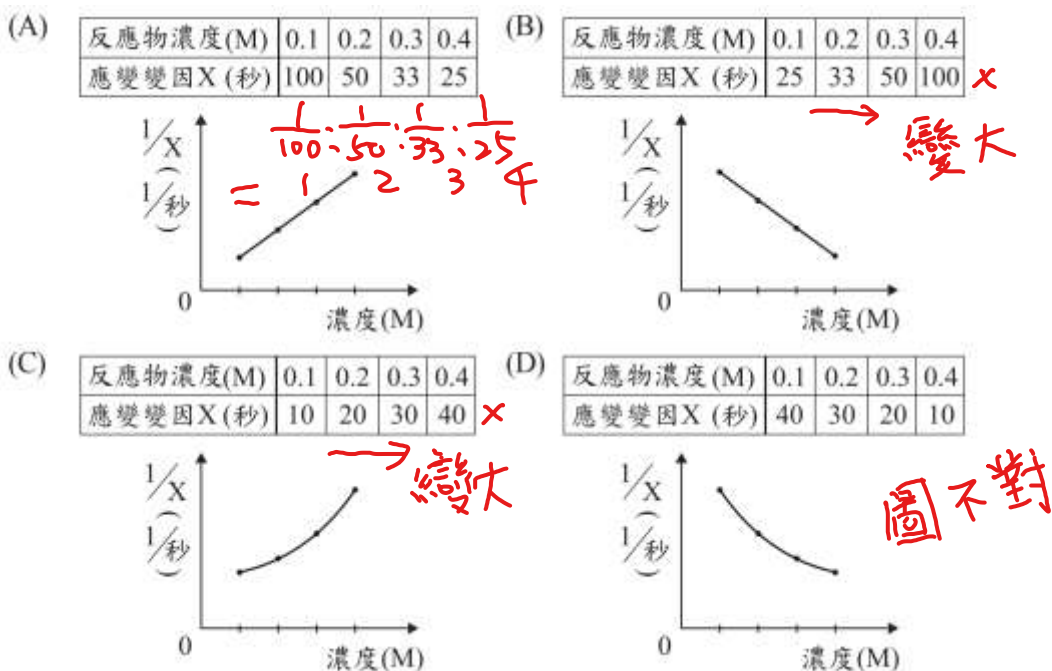
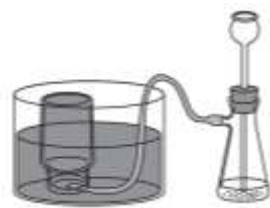


若對上述水溶液通入二氧化碳，使平衡再次移動，則關於此反應趨向和物質濃度的敘述，下列何者正確？
碳酸和 OH^- 中和， OH^- 減少，反應向左

- (A) 反應向正反應方向進行，達新平衡時， $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ 等於 0
(B) 反應向正反應方向進行，達新平衡時， $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 增加
(C) 反應向逆反應方向進行，達新平衡時， $[\text{CrO}_4^{2-}]$ 等於 0
(D) 反應向逆反應方向進行，達新平衡時， $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]$ 增加。

【110 年會考】

6. (A) 小憲欲探討反應物的四種濃度與應變變因 X 的關係，經由實驗結果，得到「反應物濃度上升，應變變因 X 之值越小」的結論。根據上述結論，小憲的實驗紀錄和應變變因 X 的倒數 ($1/X$) 與反應物濃度的關係圖，可能為下列何者？



7. (A) 下列為探討製造氧氣的實驗，實驗步驟如下：

- 一、將胡蘿蔔磨成泥狀後，取 20 公克放入錐形瓶中，並在瓶內裝入足以淹沒胡蘿蔔的水。
- 二、將上述錐形瓶與薊頭漏斗、橡皮軟管等器材組裝成排水集氣裝置，如下圖所示。
- 三、將 5% 的雙氧水 50 mL 倒入薊頭漏斗中，並記錄反應開始 5 分鐘內所收集到氣體的體積。
- 四、將步驟一胡蘿蔔的處理方式分別改切成丁塊、片狀、絲狀，以及刨成薄片，並重複進行上述各步驟實驗。實驗結果如下表所示：

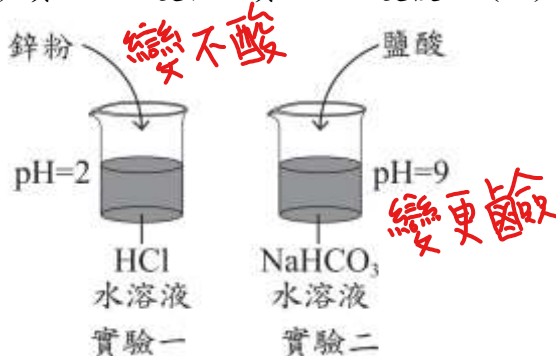
← 催化劑

胡蘿蔔	泥狀	丁塊	片狀	絲狀	薄片
收集到的氧氣量(mL)	395	48	63	328	180

依據實驗內容與結果，可以說明下列何者？

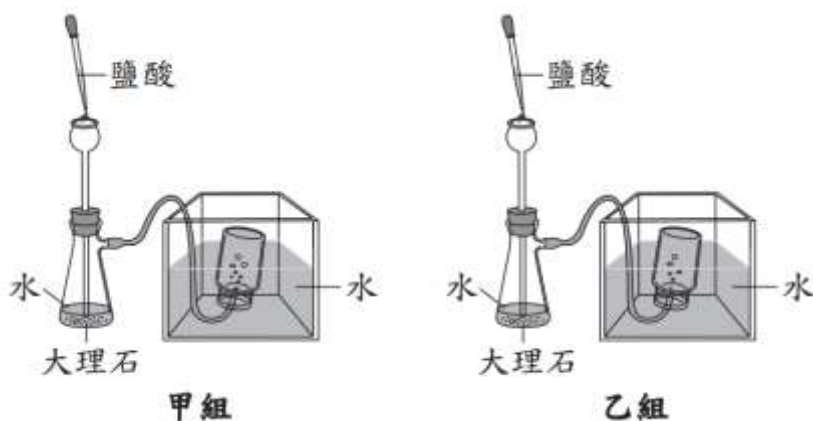
- (A) 本實驗是在探討胡蘿蔔接觸面積與反應速率的關係
- (B) 本實驗是在探討胡蘿蔔濃度與產生氧氣體積多寡的關係
- (C) 若改變步驟一中所加入水量的多寡，並不會影響表中的實驗數值
- (D) 胡蘿蔔為本實驗的反應物，且接觸面積越大，氧氣的最終總產量越多。

8. (D) 如圖所示，室溫下有 HCl 水溶液和 NaHCO₃ 水溶液，在這兩杯水溶液中分別加入適量的鋅粉和鹽酸，均會使水溶液冒泡。若改變 HCl 和 NaHCO₃ 的濃度，使這兩杯水溶液的 pH 值都增加，但其他實驗條件皆不變，則分別加入鋅粉和鹽酸後，這兩杯水溶液冒泡速率的改變情形，最可能為下列何者？
- (A) 兩杯水溶液都變快
 - (B) 兩杯水溶液都變慢
 - (C) 實驗一：變快，實驗二：變慢
 - (D) 實驗一：變慢，實驗二：變快。



【 111 年會考】

9. (A) 甲、乙兩組製備氣體的實驗裝置如圖所示，兩組裝置僅有一個條件不同，而其他條件皆相同。已知乙組裝置產生氣泡的初始速率明顯較甲組裝置慢，則上述的條件不同，可能是指下列何者？
- (A) 甲組的鹽酸濃度較高
 - (B) 甲組的廣口瓶容積較大
 - (C) 乙組的反應溫度較高
 - (D) 乙組的大理石顆粒較小。



氮和氯沒那麼容易結合成 NCl_3 ，而且剛蒸發的

【112 年會考】

10. (A) 下列為一則新聞報導：2013年墨西哥，有人死亡

一場泳池慶生派對中，工作人員在泳池中倒入大量的液態氮，以製造煙霧效果並且炒熱氣氛，最後卻造成數人昏迷送醫。有人分析：「氮氣和池水中的氯會反應產生有毒的三氯化氮，對皮膚和呼吸道相當刺激。」

小莫看完報導後，認為三氯化氮雖然有毒，但應該不是此次意外的原因，應是其他因素所致，下列何者最可能是她認為不是三氯化氮的理由？

- (A) 空氣中有大量氮氣，池水也會接觸氮氣，但一般泳池並沒有類似的意外
- (B) 池水溫度會因液態氮汽化而下降，反而會加快產生三氯化氮的反應速率
- (C) 泳池會加入較高濃度的氯氣用以殺菌消毒，故泳池的氯含量比自來水高
- (D) 液態氮汽化後所產生的氣體會溶於池水中，與池水中的氯接觸機會增加。

其實是 N_2 突然大量產生造成窒息

的氮氣溫度很低

第五章 有機化合物

5-1 認識有機化合物

❖ 何謂「有機化合物」

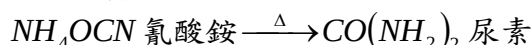
1. 有機還是無機?! : 早期的定義 ⇨ 早期的定義是以化合物的來源來分類

(1) 早期有機化合物的定義：來自於有生命 (有機體) 的化合物

(2) 早期無機化合物的定義：來自於無生命的化合物

2. 定義的修正：

(1) 德國化學家烏勒：首次於實驗室合成出有機化合物 ⇨ 尿素。



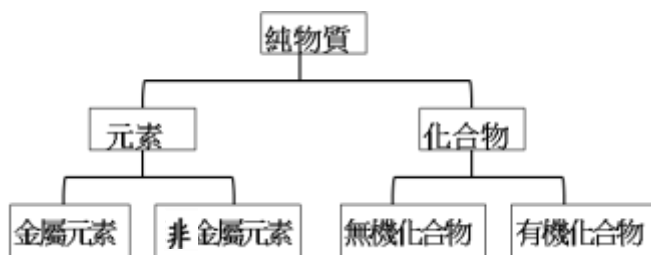
(2) 貢獻：打破原來認為有機物只來自生命體的觀念 ⇨ 定義因此做了修正

3. 有機化合物的分類標準

(1) 現行的分類標準 ⇨ 現行定義是以化合物是否含碳來分類

① 有機化合物的定義：含碳的化合物 (除四類例外)

② 無機化合物的定義：不含碳的化合物



(2) 含碳的化合物，除四個例外，其他則為有機化合物

⇨ 例外：① CO ② CO₂ ③ 碳酸鹽類 ④ 氰化物，屬無機化合物

① 有機化合物必含碳，含碳的不一定是有機化合物

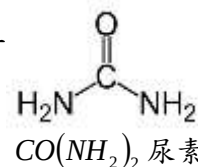
② 無機化合物不一定不含碳，不含碳的一定是無機化合物

(3) 示例：

CO	CO 一氧化碳
CO ₂	CO ₂ 二氧化碳
(CO ₃ ²⁻) 碳酸鹽 XCO ₃	CaCO ₃ 、MgCO ₃ 、Na ₂ CO ₃ 、NaHCO ₃
(CN ⁻ 氰根) 氰化物 XCN	HCN、NaCN、KCN、NH ₄ OCN



Friedrich Wöhler
西元1800—1882



❖ 有機化合物檢驗

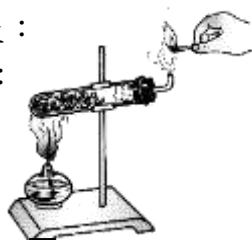
1. 木材的乾餾：

(1) 意義：將物質以隔絕空氣加熱方式，裂解為小分子的過程。

⇨ 過程為吸熱的化學變化。[若直接燃燒，會形成灰燼 (木炭(C))]

(2) 實驗室中的乾餾裝置：

① 大試管裝木屑：



② 鋁箔包裹竹筷



(3) 竹筷乾餾：為吸熱的化學變化。

① 初期白煙：水氣 H_2O 。(小水滴液體)

② 可燃氣體：甲烷 CH_4 、一氧化碳 CO 、氫氣 H_2 。

③ 不可燃氣體：二氧化碳 CO_2 。

④ 液體：黑色黏稠的焦油、酸性的醋酸 CH_3COOH

⑤ 殘留黑色固體：木炭 C 。

木材 $\xrightarrow{\text{乾餾}}$ $\begin{matrix} \text{水} \\ \text{液體} + \text{氣體} \rightarrow \text{固體} \\ \text{焦油} \quad \text{4種} \quad \text{木炭} \\ \text{醋酸} \end{matrix}$

❖ 比較

1. 蒸餾與分餾：

(1) 乾餾：隔絕空氣加熱，將大分子裂解的過程，屬於化學變化。

(2) 蒸餾與分餾：藉成分物質沸點差異，將混合物分離的過程。

① 二者均為物理變化

② 蒸餾為定溫收集；分餾為區段溫度收集。

③ 蒸餾收集液為純物質，分餾則為混合物。

❖ 有機化合物中碳與氫的檢驗

1. 燃燒檢驗法：

(1) 原理：氧化還原。

(2) 檢驗法：將待測物與氧化銅 CuO 共熱

① 檢驗生成物若有 H_2O 生成 $\Rightarrow$ 使藍色氯化亞鈷變粉紅色

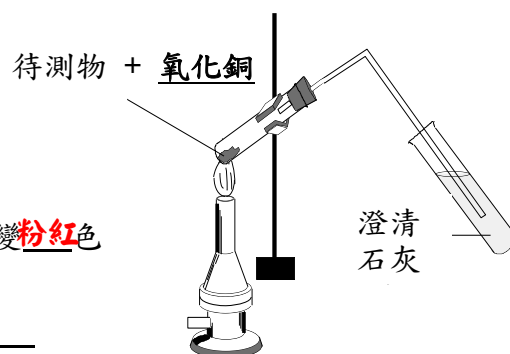
$\Rightarrow$ 待測物成分就含有H元素

檢驗反應： $H + CuO(黑) \rightarrow Cu(紅) + H_2O$

② 檢驗生成物若有 CO_2 生成 $\Rightarrow$ 使澄清石灰水變混濁

$\Rightarrow$ 待測物成分就含有C元素

檢驗反應： $C + CuO(黑) \rightarrow Cu(紅) + CO_2 \uparrow$



❖ 範例解說

1. 標示出下列何者為有機化合物：(14 項)

1 $C_6H_{12}O_6$	CaO	$MgCO_3$	2 CH_4	$NaCN$
H_2SO_4	3 C_3H_8	C	Na_2CO_3	4 C_2H_5OH
$CaCO_3$	HCN	HCl	5 CH_3COOH	H_2O
$NaHCO_3$	6 CH_3COONa	$NaCl$	CO_2	7 $(NH_2)_2CO$ 尿素
8 蔗糖	一氧化碳	石墨	9 澱粉	10 葡萄糖
食鹽	11 汽油	12 纖維素	13 尿素	14 CH_3COCH_3 丙酮

2. 有機化合物中主要的成分元素是C和H。

❖練習題：(題目出處：教育部國中學學習資源網)

- (A) 1. 有機化合物的主要成分元素是 (A) C (B) H (C) Cl (D) Cu
- (D) 2. 將白色的砂糖、麵粉與食鹽分別置於蒸發皿中並加熱一段長時間，觀察其顏色變化情形，試問砂糖加熱後顏色變化為何？
 (A) 白色 (B) 紅色 (C) 藍色 (D) 黑色。
 醣類為碳水化合物 水份去掉，剩下碳
- (B) 3. 下列何者屬於有機化合物？ (A) Fe_2O_3 (B) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (C) CaSO_4 (D) K_2CO_3
- (D) 4. 下列有關有機化合物與無機化合物的敘述，何者正確？
 (A) 含碳的化合物皆屬於有機化合物 (B) 無機化合物僅能在礦物中取得
 (C) 碳酸鹽類中含碳，故為有機化合物 (D) 現在已可從無機物中製造出有機化合物
- (B) 5. 關於有機化合物的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 有機化合物都含有碳元素 (B) 有機化合物皆來自於有機的動植物
 (C) 蛋白質、纖維素都是有機化合物 (D) 有機化合物比無機化合物多
- (C) 6. 小明以自助餐常用的麵粉，準備進行「麵粉乾餾」的實驗，實驗裝置如圖所示。以藍色石蕊試紙檢驗漏斗壁上殘留的液體，結果發現石蕊試紙呈紅色，這可能是下列哪一種物質所造成？
 (A) 二氧化碳 (B) 焦油
 (C) 醋酸 (D) 鹽酸。



- (A) 7. 小萱取木炭粉、麵粉、食鹽分別與氧化銅混合後，置入試管中加熱，實驗結果如下表。則由此實驗結果可以推斷，麵粉中含有下列何種元素？
 (A) C、H (B) C、O (C) H、O (D) C、S

實驗材料	澄清石灰水有無變混濁	藍色氯化亞鈷有無變成粉紅色
木炭粉	有	無
麵粉	有	有
食鹽	無	無

- (D) 8. 下列化合物中，何者不是有機化合物？
 (A) C_3H_8 (B) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (C) CH_3COOH (D) CaCO_3 碳酸鹽類

- (A) 9. 小玉用鋁箔捲包竹筷子後乾餾，乾餾後打開鋁箔，取出乾餾後的殘留固形物，做了一些實驗。請問下列有關乾餾後殘留物性質的敘述，何者錯誤？

- (A) 點燃殘留固形物，無法繼續燃燒 (B) 殘留固形物可以在紙上寫字
 (C) 乾餾完全的固形物無法導電 (D) 磨成細粉後無法溶於濃硫酸

- (C) 10. 下列四種物質加水之後，哪種物質既是有機物也是電解質？

- (A) 砂糖 (B) 食鹽 (C) 食醋 (D) 味精

- (A) 11. 有關有機化合物與無機化合物的敘述，何者正確？

- (A) 有機化合物必含碳 (B) 無機化合物必不含碳
 (C) 有機化合物一定只能由生物體產生 (D) 無機化合物的種類比有機化合物多

- (B) 12. 下列那個實驗可以證明有機化合物的主要成分是碳元素？

- (A) 石油分餾實驗 (B) 衛生紙乾餾實驗 (C) 酒精蒸餾實驗 (D) 木材燃燒實驗

- (B) 13. 常說的柴、米、油、鹽、醬、醋、茶加上水，以上所說的有機物共有幾種？

- (A) 5 種 (B) 6 種 (C) 7 種 (D) 8 種

要更高溫才能變成「石墨」，才可以導電

- (B) 14. 竹子乾餾時，最先看到的白煙並不臭，也不可燃。試問這白煙的主要成分和下列哪一成分相同？
 (A) 抽煙時產生的白煙 (B) 乾冰昇華時產生的白煙
 (C) 燃燒稻草時產生的白煙 (D) 紅磷燃燒產生的白煙
- (B) 15. 將澱粉與氧化銅一起加熱，並檢驗其組成的敘述，何者正確？
 (A) 檢驗有機物是否含碳，可用藍色石蕊試紙
 (B) 檢驗有機物是否含氫，可用藍色氯化亞鈷試紙 檢驗水
 (C) 氧化銅為催化劑 (D) 將澱粉改成食鹽，其實驗結果與澱粉相同
- (B) 16. 有關「麵粉乾餾」實驗的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 麵粉乾餾產生許多碳氫化合物，故構成麵粉的主要成分為有機化合物
 (B) 麵粉乾餾時必須以鋁箔包起來，主要是因為鋁箔傳熱快、溫度高
 (C) 乾餾時最先看到的白煙不具可燃性，其主要成分為水 → 隔絕空氣
 (D) 麵粉乾餾屬於吸熱的化學變化。
- (A) 17. 有關糖和食鹽加熱的結果，下列敘述何者正確？
 (A) 糖加熱後變成黑色，所以為有機物 (B) 糖加熱後不變色，所以為無機化合物
 (C) 食鹽加熱後不變色，所以為有機化合物
 (D) 食鹽加熱後變黑色，所以為無機化合物
- (C) 18. (甲)食醋 (乙)米飯 (丙)精鹽 (丁)大理石 (戊)丙醇 (己)小蘇打 (庚)蛋白質；
 上述七種物質，有幾種含有碳元素？(A) 4 (B) 5 (C) 6 (D) 7 種

【題組】 小喬將葡萄糖倒在內層包覆鋁箔紙的蒸發皿中，將漏斗倒蓋在其上方，在火上烘烤，進行乾餾後的產物與其特性如下圖所示，試回答 19-23 題。



- (C) 19. 在加熱過程中密封受熱物質，僅留上方漏斗口的主要目的為何？
 (A) 使葡萄糖均勻受熱，加速實驗進行 (B) 避免乾餾產物的逸散
 (C) 隔絕空氣加熱 (D) 使葡萄糖先熔化再氣化。
- (D) 20. 當實驗中的葡萄糖烘烤後，殘留在鋁箔上的固體己其特性為何？
 (A) 己不可以燃燒 (B) 己有固定的熔點，是純物質
 (C) 其外觀與顏色與原本葡萄糖相同 (D) 其主要的成分是碳。
- (B) 21. 實驗過程中，乾餾出的氣體產物甲、乙、丙為何？
 (A) NH_3 、 H_2O 、 N_2 (B) CO 、 CH_4 、 H_2
 (C) He 、 O_2 、 Ar (D) C 、 Ar 、 H_2O 。
- (D) 22. 從乾餾分解的產物中可以發現，葡萄糖可能含有以下哪些元素？(甲)氫；(乙)氧；(丙)氮；(丁)碳。(A) 甲乙丙 (B) 乙丙丁 (C) 甲丙丁 (D) 甲乙丁
- (B) 23. 下列哪一物質乾餾後，和有機物乾餾後的結果不同？
 (A) 米飯 (B) 食鹽 (C) 麵粉 (D) 蔗糖。

5-2 常見的機化合物

❖ 有機化合物—碳的鍵結

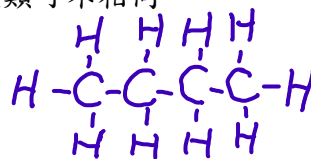
1. 碳的鍵結量：

(1) 碳的鍵結量 4 $\Rightarrow$ 每個碳原子可連結四個原子，種類可不相同。

(2) 最簡單的有機化合物 甲烷。(CH_4)

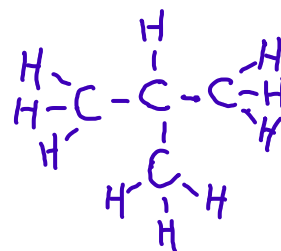
(3) 有機化合物的分類：官能基 (取代基)。

$\Rightarrow$ 含有特定的取代基時，其性質就不相同



2. 同分異構物：分子式相同而結構式不同的分子 $\Rightarrow$ ① 甲醚與乙醇 ② 正丁烷與異丁烷 (化合物)

分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	
甲醚	乙醇 (酒精)
示性式 CH_3OCH_3	示性式 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
常溫時，氣體。沸點 -23°C	常溫時，液體。沸點 78°C



元素：
同素異形體
(鑽石、石墨)

3. 有機化合物的數目眾多：有機化合物的數目何以多於無機化合物？

(1) 有機化合物的性質隨著原子排列情形與結合方式而不同

(2) 無機化合物約十萬種；有機化合物超過百萬種

4. 有機化合物官能基的部分分類：

R ：碳鏈 = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{...}$

類別	通式簡記	官能基	分子式實例
烴類	RH	H	CH_4 甲烷 C_2H_6 乙烷 C_2H_4 乙烯 C_3H_6 丙烯 C_2H_2 乙炔
醇類	ROH	OH	CH_3OH $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 甲醇、乙醇
有機酸類	RCOOH	COOH	HCOOH CH_3COOH 甲酸、乙酸
酯類	RCOOR'	COOR'	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 乙酸乙酯 $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$ 丁酸乙酯

5-2-1 有機化合物—烴類 (讀音：去一厶類)

1. 烴類：

(1) 只含 C、H 二元素的有機化合物 $\Rightarrow$ 又稱為 碳氫 化合物。

(2) 性質：

① 無色、無味、無毒，對水溶解度 不 溶。

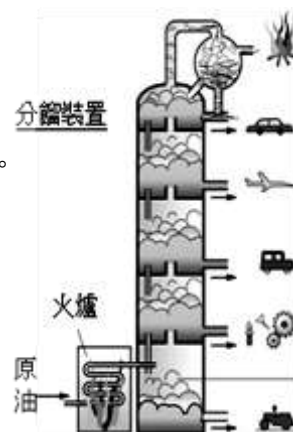
② 完全燃燒時，產生 CO_2 和 H_2O 。

③ 來源：石油分餾

① 天然氣主成分 CH_4 (甲烷) $\Rightarrow$ 天然瓦斯

② 液化石油氣主成分 C_3H_8 (丙烷)、 C_4H_{10} (丁烷) $\Rightarrow$ 桶裝瓦斯

④ 常溫常壓狀態：

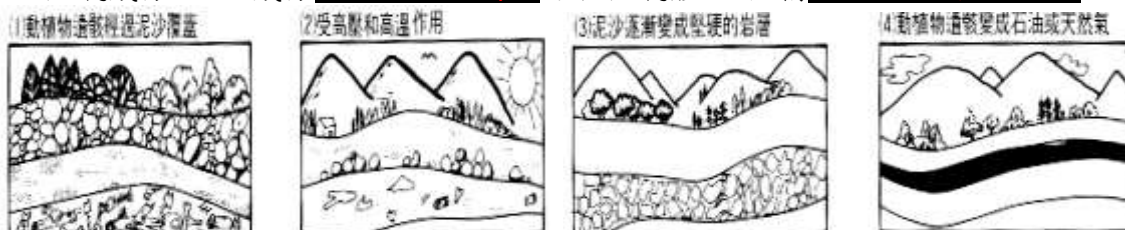


碳數	C1~C4	C5~C17	C18 以上
沸點	沸點較低	----- $\rightarrow$	沸點較高
狀態	<u>氣</u> 體	<u>液</u> 體	<u>固</u> 體
舉例	CH_4 、 C_2H_6 C_3H_8 、 C_4H_{10}	C_5H_{12} 、 C_6H_{14} $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$ 、 $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	$\text{C}_{18}\text{H}_{38}$... 如：蠟燭

❖石油的分餾：

1.石油與天然氣：

- ① 成因：古代浮游生物和動、植物遺骸埋在地下沉積物
 ⇒ 經由長時間高溫、高壓形成的
- ② 石油成分：主成分碳氫化合物；及氧、氮、硫其他元素。
- ③ 天然氣成分：主成分甲烷 CH_4 可燃性氣體⇒ 俗稱沼氣。



2.石油的分餾：

(1) 分餾原理：成份物質沸點不同而分離

① 分餾為物理變化 ② 採區段溫度收集，收集物為混合物

(2) 分餾塔收集物之沸點高低：

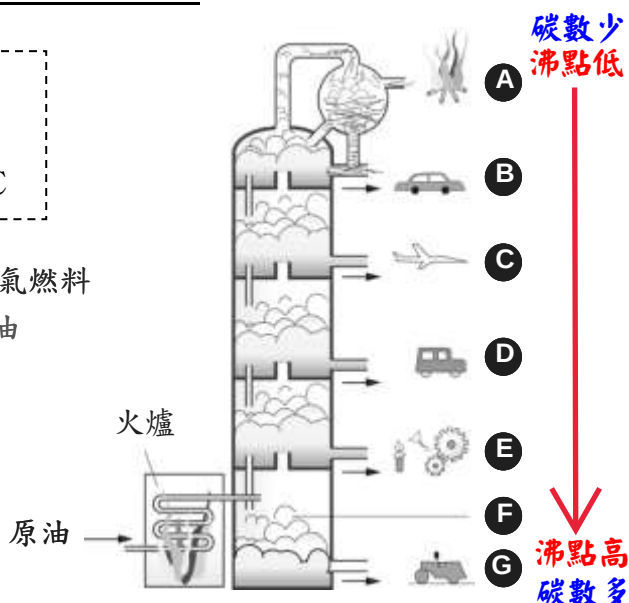
$A < B < C < D < E < F < G$ 。

沸點比較：

汽油：30 ~ 200°C

柴油：250 ~ 400°C

- A 煉油氣、液化石油氣燃料
- B 石油醚、輕油、汽油
- C 煤油、航空汽油
- D 柴油
- E 石蠟、潤滑油
- F 原油蒸發物
- G 殘餘產物、瀝青



(3) 比較：

	分餾	蒸餾	乾餾
反應變化	<u>物理</u> 變化	<u>物理</u> 變化	<u>化學</u> 變化
熱量變化	<u>吸</u> 熱	<u>吸</u> 熱	<u>吸</u> 熱
原理	成份物質 沸點差異	成份物質 沸點差異	有機化合物的 裂解
應用	混合物分離法	混合物分離法	
實例	石油分餾	海水淡化	木炭製作
說明	收集物為 <u>混合物</u>	收集物為 <u>純物質</u>	

❖ 常見烴類燃料：均為混合物

(1) 汽油：己烷、庚烷和辛烷為其主要成分

(2) 天然氣：甲烷 CH_4 為其主要成分（沼氣）

(3) 液化石油氣（桶裝瓦斯）：丙烷 C_3H_8 和 丁烷 C_4H_{10} 為其主要成分 $\Rightarrow$ 加壓液化，鋼瓶盛裝

3. 鏈狀烴分類：烷類(甲烷、乙烷、丙烷.....) 丁烷

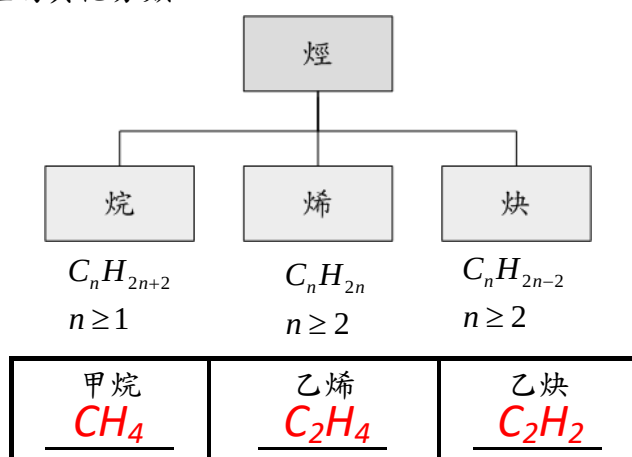
$\Rightarrow$ 命名：以甲、乙、丙表示最長碳鏈上的碳原子個數。

	<u>甲</u> 烷 <u>CH_4</u>		
	<u>乙</u> 烷 <u>C_2H_6</u>		
	<u>丙</u> 烷 <u>C_3H_8</u>		

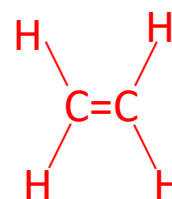
❖ 烷類的通式 $\Rightarrow C_nH_{2n+2}$ $n \geq 1$ （回家功課） ($n=1=$ 甲)

命名	化學式	命名	化學式
甲烷	CH_4	戊烷	C_5H_{12}
乙烷	C_2H_6	己烷	C_6H_{14}
丙烷	C_3H_8	庚烷	C_7H_{16}
正丁烷	C_4H_{10}	正二十烷	$C_{20}H_{42}$

❖ 烴的其他分類：



乙 烯



乙 炔



5-2-2 有機化合物—醇類

國語辭典讀作 ㄅㄣˋ ㄉㄨˋ

1. 醇類：

(1) 含官能基 OH 的有機化合物，為 碳氫氧 化合物。

⇒ 醇類可視為烴中的 H 被 OH 原子團取代而成

科學界讀作 ㄅㄣˋ ㄉㄨˋ

OH 稱為「羥基」
溶於水不解離

(2) 性質：

① 酸鹼性：中 性，無 色，具可燃性。 ② 不導電，非電解質

③ 完全燃燒時，產生 CO₂ 和 H₂O。

④ 有殺菌作用，70 % ~ 75 % 酒精，殺菌效果最好

(3) 常見的醇：

名 稱	甲醇 (<u>木精</u>)	乙醇 (<u>酒精</u>)
化學式	<u>CH₃OH</u>	<u>C₂H₅OH</u>
性 質	① 有毒又稱「木精」 ② 工業上常將酒精混加甲醇，稱為 <u>變性</u> 酒精。	① 酒的主成分 ② 碘酒是碘的乙醇溶液 ③ 葡萄糖經酒精發酵製備酒精

(4) 酒精發酵：利用 發酵 作用把葡萄糖分解成 乙醇 和 二氧化碳。

⇒ 反應進行時，不需要氧氣



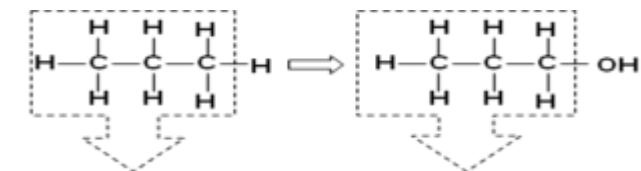
(5) 醋酸發酵：乙醇 氧化成 乙酸 的反應 ⇒ 酒放在空氣中會變酸的原因



2. 醇的命名： $C_nH_{2n+1}OH$ $n \geq 1$

甲烷 $\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array}$	乙烷 $\begin{array}{cc} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$	丙烷 $\begin{array}{ccc} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$
⇒ 甲醇 $\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-OH \\ \\ H \end{array}$ CH_3OH 甲醇	⇒ 乙醇 $\begin{array}{cc} H & H \\ & \\ H-C & -C-OH \\ & \\ H & H \end{array}$ C_2H_5OH 乙醇	⇒ 丙醇 $\begin{array}{ccc} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-OH \\ & & \\ H & H & H \end{array}$ C_3H_7OH 丙醇

3. 醇的通式：



烷基 $R = C_nH_{2n+1}$

醇類通式： $C_nH_{2n+1}OH = ROH$ $n \geq 1$

5-2-3 有機化合物—有機酸類

1. 有機酸類：

(1) 含官能基 COOH 的有機化合物，為 碳氫氧 化合物。

⇒ 有機酸類可視為烴中的 H 被 COOH 原子團取代而成

(2) 性質：

① 酸鹼性 酸性。

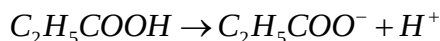
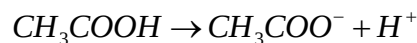
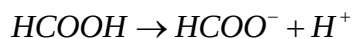
② 導電，電解質，會解離出共通之 H⁺ 離子。

③ 水果中嚐起來有酸味，因含有豐富的有機酸類。

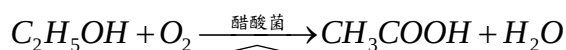
(3) 常見的有機酸：

名稱	甲酸 (<u>蟻</u> 酸)	<u>乙</u> 酸 (醋酸)
化學式	<u>HCOOH</u>	<u>CH₃COOH</u>
性質	① 蜜蜂、螞蟻分泌甲酸，被螫後發生紅腫	① 食醋含 3~5% 醋酸 ② 純醋酸稱冰醋酸 (凝固點 16.6°C) ③ 酒在空氣中會變酸 (因產生醋酸)

(4) 電解質解離方程式： $\Rightarrow RCOOH \rightarrow RCOO^{-} + H^{+}$



(5) 醋酸發酵：乙醇 氧化成 乙酸 的反應 ⇒ 酒放在空氣中會變酸的原因

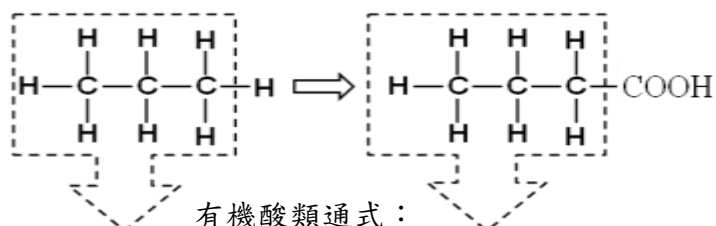


醋酸菌來自空氣中

3. 有機酸的命名： $C_nH_{2n+1}COOH$ $n \geq 0$ ($n=0=$ 甲)

$\begin{array}{c} O \\ \\ H-C-OH \end{array}$ ⇔ 甲酸 $H-COOH$ $HCOOH$ 甲酸	⇒ 乙酸 $\begin{array}{c} H \\ \\ H-C-H \\ \\ H \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-COOH \\ \\ H \end{array}$ CH_3COOH 乙酸	⇒ 丙酸 $\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array} \rightarrow \begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-COOH \\ & \\ H & H \end{array}$ C_2H_5COOH 丙酸
--	--	--

4. 有機酸的通式：



烷基 $R = C_nH_{2n+1}$

$C_nH_{2n+1}COOH = RCOOH$ $n \geq 0$

5-2-4 有機化合物－酯類

1. 酯類：(R:有機酸的碳鏈；R':醇的碳鏈)

(1) 含官能基 RCOOR' 的有機化合物，為 碳氫氧 化合物。

⇒ 酯類可視為烴中的 H 被 COOR' 原子團取代而成

(2) 性質：

① 酸鹼性：中 性，不 於水。密度 < 水，浮 於水面上。

② 藉 有機酸 與 醇 反應生成酯類，稱為 酯化 反應。

③ 有香味，常見水果香精。

④ 動、植物油脂：屬於一種 酯 類

⇒ 是 脂肪酸 與 丙三醇 (俗稱 甘油) 酯化而成

(3) 常見的水果香精：

化合物	水果香精	化合物	水果香精
乙酸戊酯	香蕉油	丁酸戊酯	杏仁油
丁酸乙酯	鳳梨油	戊酸戊酯	蘋果油

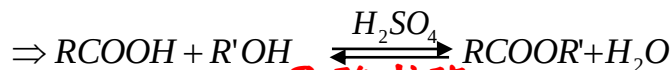
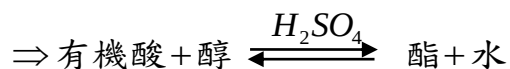
2. 酯化反應：

(1) 酯化反應：有機酸 與 醇類 反應，生成 酯 和 水。

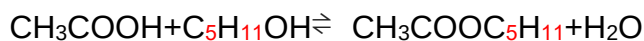
① 酯化反應是一種可逆的化學平衡反應，反應速率慢

② 催化劑：① 加入 濃硫酸，增加反應速率

② 因其脫水性，吸收了反應產生的水，促進正反應速率



(2) 說明例：乙酸與戊醇，酯化生成 乙酸戊酯。



(3) 酯化反應可作為醇類或有機酸之檢驗反應。

3. 乙酸乙酯製備：

(1) 酯化反應：乙酸 與 乙醇，酯化生成 乙酸乙酯 與 水。

(2) 催化劑：濃硫酸。

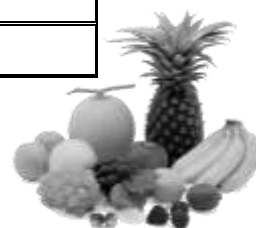
(隔水加熱) ← ① 反應採水浴法 (60~70°C) 進行 (乙酸乙酯沸點 77°C)

② 酯分離法：添加 水，吸取上層液體而分離出乙酸乙酯

③ 乙酸乙酯有水果香味，澄清透明，且難溶於水、比水輕。

4. 酯的命名與通式：酯 $C_nH_{2n+1}COOC_mH_{2m+1}$ $n \geq 0$ $m \geq 1$

化合物	化學式	水果香精
乙酸戊酯	<u>$CH_3COOC_5H_{11}$</u>	香蕉油
<u>乙酸辛酯</u>	$CH_3COOC_8H_{17}$	橙花油
<u>丁酸乙酯</u>	$C_3H_7COOC_2H_5$	鳳梨油
丁酸戊酯	<u>$C_3H_7COOC_5H_{11}$</u>	杏仁油



❖ 有機化合物－化學式練習

1. 認識有機化合物：

化學式	學名	化學式	學名
CH_4	甲烷	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	乙醇
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	丙酸	C_3H_8	丙烷
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOCH}_3$	丙酸甲酯	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	乙酸乙酯
C_2H_6	乙烷	HCOOH	甲酸
CH_3COOH	乙酸	CH_3OH	甲醇

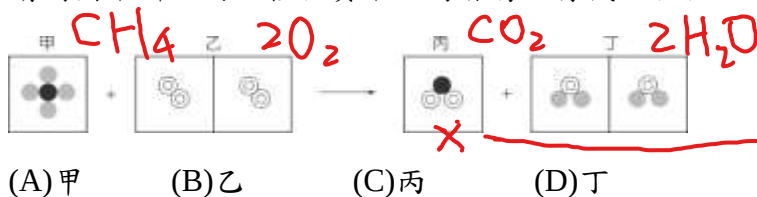
項目	學名	化學式
① 酒的主成分	乙醇	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
② 天然氣的主成分	甲烷	CH_4
③ 液化石油氣的主成分	丙烷	C_3H_8
④ 食醋的主成分	乙酸	CH_3COOH
⑤ 被螞蟻叮咬時，其分泌物為何？	甲酸	HCOOH
⑥ 工業用酒精常添加的木精？	甲醇	CH_3OH
⑦ 甘油常加入化妝品，作為保濕劑用	丙三醇	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$
⑧ 最簡單的有機化合物	甲烷	CH_4

❖ 練習題：

- (C) 關於有機化合物的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 有機化合物必定含有碳元素的存在
 (B) 從石油可以分餾出多種的有機化合物
 (C) 小蘇打為有機化合物
 (D) 生物體內亦有無機化合物的存在。
- (C) 關於石油的說明，下列何者正確？
 (A) 由地底開採出來的石油，即可作為一般汽、機車所使用的燃料
 (B) 石油是化合物 混合物
 (C) 石油為古代生物的遺骸，埋在地底下經過細菌分解及長時間高溫高壓作用所形成
 (D) 液化石油氣不可作為燃料
 需要先分餾
- (B) 關於分離原油的原理，下列何者錯誤？
 (A) 其原理為利用物質的沸點不同
 (B) 分餾所得物質為純物質
 (C) 沸點較高者，會在分餾塔下層收集得到
 (D) 原油應為組成複雜的混合物

4. (D) 下列何者屬於有機化合物？ (A)一氧化碳
(B)二氧化碳 (C)碳酸鈣 (D)乙醇。

5. (A) 如圖是一化學反應的示意圖。其中●代表碳原子，●代表氫原子，⊙代表氧原子，請問圖中所示的四種物質中，何者屬於有機化合物？



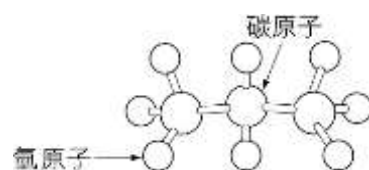
正確排列方式

6. (A) 下列何者不是烴類的性質？

- (A)易溶於水
(B)碳數少的烴在常溫時大多數是氣體
(C)碳數多的烴在常溫時大都是液體，甚至是固體
(D)在空氣中燃燒的產物為 CO_2 和 H_2O

7. (C) 某分子的結構模型如附圖所示，圖中大球表碳原子，小球表氫原子。下列有關此分子的敘述，何者錯誤？

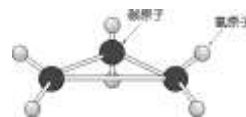
- (A)此分子是有機化合物
(B)此分子的分子式是 C_3H_8
(C)此分子在常溫、常壓下是液體 **氣體**
(D)此分子是液化石油氣的主要成分之一。



8. (B) 乙烯(C_2H_4)、甲苯(C_7H_8)、甲醇(CH_3OH)、己烷(C_6H_{14})、乙酸(CH_3COOH)等有機化合物，屬於烴類的有幾種？ (A)2 (B)3 (C)4 (D)5。

9. (A) 環丙烷的分子結構如圖，下列哪一個是其分子式？

- (A) C_3H_6 (B) C_3H_8
(C) C_3H_4 (D) C_4H_{10}



10. (B) 丁醇和乙醚的分子式同為 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 但卻有著不同的化學性質，主要原因為何？
(A)名稱不同 (B)原子排列方式不同
(C)發現時間不同 (D)分子排列方式不同。

11. (A) 甲醚和酒精的分子式相同，都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ，但是物理和化學性質卻明顯不同，原因為何？

- (A)結合原子的排列方式不同 (B)結合原子的種類不同
(C)結合原子的數目不同 (D)結合原子的質量不同。

12. (A) 下列何者不是烴類的性質？

同6.

- (A)易溶於水
(B)碳數少的烴在常溫時大多數是氣體
(C)碳數多的烴在常溫時大都是液體，甚至是固體
(D)在空氣中完全燃燒的產物為 CO_2 和 H_2O 。

13. (C) C_2H_4 、 C_3H_6 、 C_2H_2 、 C_7H_8 四種化合物的共同性質為何？

- (A)分子式均相同 (B)結構模型均相同
(C)均屬於烴類 (D)在氧氣中完全燃燒均會產生 CO 。

14. (C) 日常生活中，天然氣、石油是和我們密不可分的有機物質，有關這兩者的敘述，下列何者正確？
 (A)家庭使用的「瓦斯桶」，其裡面裝的是天然氣 → 丙烷
 (B)天然氣的主要成分為丙烷
 (C)汽機車所加的各種汽油是石油提煉出的產品
 (D)石油直接汽化後，即為「瓦斯桶」內所裝的燃料。 → 分餾提煉
15. (C) 有關天然氣與液化石油氣的比較，下列何者正確？ 都是混合物
 (A)天然氣屬於純物質，而液化石油氣屬於混合物
 (B)天然氣主要成分為 CH_4 ，而液化石油氣的主要成分之一是 C_2H_6 C_3H_8
 (C)石油及天然氣的成因是遠古時期的動、植物死亡後，與泥沙沉積於地底，經由細菌及溫度、壓力的作用，而漸漸分解形成的
 (D)天然氣一般都被壓縮成液態，裝在鋼桶中運送，而液化石油氣則是由管線送到家庭使用。 相反
16. (A) 假酒事件頻傳，常導致消費者誤食而失明或喪命，這是因為假酒中含有下列何種成分？ (A)甲醇 (B)乙醇 (C)丙醇 (D)丁醇。
17. (D) 以下關於醇類的敘述，何者為非？
 (A)可以用酵母菌將醣類發酵製成乙醇
 (B)乙醇可以當作燃料、溶劑及消毒劑
 (C)變性酒精是加入有毒甲醇的溶液
 (D)螞蟻叮咬時會分泌甲醇，使人皮膚紅、腫、癢。
18. (C) 有關乙醇的敘述，下列何者錯誤？ 甲酸 燃燒都是放熱
 (A)無色液體 (B)燃燒時會放出大量的熱
 (C)是實驗室常用的溶劑 (D)有殺菌作用，可作為消毒劑。
19. (D) 下列何者為醇類所具備的特性？ 溶劑
 (A)含有 $-\text{COOH}$ 原子團 (B)組成元素僅為 C、H
 (C)在水中可以解離出 OH^- (D)水溶液呈中性。
20. (A) 下列有關日常生活中常見酒類的敘述，下列何者正確？ 甲醇
 (A)所含的酒精化學式為 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 (B)有人飲用假酒而中毒，以致失明甚至死亡，是因為假酒中摻了有毒的異丙醇
 (C)酒精可使紅色石蕊試紙呈藍色 → 體積百分濃度
 (D)市售的臺灣啤酒標示酒精濃度為 5%，表示每 100 g 酒中含酒精 5 g。 mL mL
21. (B) 有關酸類的敘述，下列何者錯誤？ 甲
 (A)被蜜蜂叮螫時，蜜蜂分泌的甲酸會使皮膚紅腫
 (B)被螞蟻咬後會有刺痛感，是因為螞蟻會分泌乙酸的緣故
 (C)醋酸是有機酸，溶於水後呈酸性
 (D)醋酸可用來製造染料、藥品及布料。
22. (C) 下列何者不是有機酸類所具備的特性？
 (A)含 $-\text{COOH}$ 原子團 (B)組成元素為 C、H、O
 (C)在水中可以解離出 OH^- (D)水溶液呈酸性。
23. (D) 關於有機酸的敘述，下列何者錯誤？
 (A)含有碳元素 (B)許多水果有酸味，是因為其中富含有機酸
 (C)水溶液呈酸性 (D)水溶液可使紅色石蕊試紙變藍色。

24. (A) 大陸雲南地區的少數民族，會抓螞蟻來製作類似食用醋的調味料，這是因為螞蟻體內含有哪一種有機酸的成分？
(A)甲酸 (B)乙酸 (C)醋酸 (D)碳酸。

25. (D) 有關醋酸的性質與用途的敘述，下列何者正確？
(A)醋酸為甲酸，可分解大理岩 (B)醋酸是無色、無味的液體
(C)3~5%的醋酸水溶液，具腐蝕性，因此不適合當作調味料
(D)醋酸是一種有機酸，能溶解於水。

26. (A) 小華假日到休閒農場度假，他躺在軟軟的草皮上聞著草香，一會兒便沉沉睡去。但是沒過多久，小華感覺有幾隻螞蟻在手上爬，緊接著一陣刺痛之後他立刻醒來，並用力拍打手上的螞蟻，雖然螞蟻一命嗚呼，但是被叮咬處卻起了紅腫的小泡。螞蟻叮咬之後分泌了哪種物質，會使人的皮膚發紅、發癢？
(A)甲酸 (B)甲醇 (C)乙酸乙酯 (D)丙酸。

27. (D) 關於酒精與醋酸的比較，下列敘述何者錯誤？

	酒精	醋酸
(A)分子式	C_2H_5OH	CH_3COOH
(B)特性	容易燃燒	刺鼻酸味
(C)應用	消毒	食用
(D)俗稱	乙醇	蟻酸

這才是俗稱
乙醇、乙酸
是學名

28. (D) 甲. CH_3COOH 、乙. $C_6H_{12}O_6$ 、丙. C_2H_5OH 、丁. $CaCO_3$ 上述四個化合物中，何者不是有機化合物？
(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。

29. (D) 我們之所以可以聞到花果的香味，主要是因為花果中含有下列哪一種物質的緣故？
(A)烴類 (B)有機酸類 (C)醇類 (D)酯類。

30. (D) 小當家在中國到處學習、修行，想要追尋能做出好菜的竅門，某天他得到十全大師的指點，十全大師告訴他在炒菜時先加一些老酒，再放些醋，如此一來，菜就會香噴噴了。小當家依循著十全大師的指導，果然做出了好菜。請問這是因為酒和醋在熱鍋中反應產生了下列哪一類有機化合物所致？
(A)烴類 (B)醇類 (C)酸類 (D)酯類。

31. (A) 炎炎夏日喝杯冰檸檬汁，暢快清涼，可使暑意全消，但是如果只吃檸檬常令人無法入口，試問檸檬的酸味來源屬於下列何者？
(A)有機酸 (B)冰醋酸 (C)硝酸 (D)鹽酸。

32. (C) 小杰進行實驗，取得未貼標籤的三支試管，只知三者分別裝有乙酸、乙醇和乙酸乙酯。小杰從三支試管中各取出一部分液體，分別加入水後，已可區分其中一種物質，則再使用下列何種試劑或試紙，最容易區分另兩種物質？
(A)碘液 (B)本氏液 (C)藍色石蕊試紙 (D)藍色氯化亞鈷試紙

測澱粉
測葡萄糖

33. (B) 甲、乙和丙三種物質的化學式分別為 CH_4 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 CH_3COOH 。已知 H、C 和 O 的原子量分別為 1、12 和 16，則下列敘述何者正確？

- (A) 甲分子量大於丙分子量
- (B) 甲、乙和丙均為有機化合物
- (C) 甲、乙和丙均為非電解質
- (D) 甲、乙和丙水溶液均呈中性

34. (A) 有關酯化反應的敘述，下列哪一項是錯誤的？

- (A) 以鹽酸代替硫酸的效果會更好
- (B) 酯類在水中通常會上浮
- (C) 酯類會有特殊的香味
- (D) 需要有機酸與醇類共同反應方能完成

主要是靠非濃硫酸的脫水性

35. (B) 甲酸與乙醇反應產生的酯稱為什麼？

- (A) 乙酸甲酯 (B) 甲酸乙酯 (C) 甲酸甲酯 (D) 乙酸乙酯

36. (A) 有關酯化反應的敘述，下列哪一項是錯誤的？

1:1 34. (A) 以鹽酸代替硫酸的效果會更好

- (B) 酯類在水中通常會上浮
- (C) 酯類不溶於水
- (D) 需要有機酸與醇類共同反應方能完成。

37. (A) 試管中裝有一未知液體，將冰醋酸倒入此試管中，並滴入幾滴濃硫酸。再將試管置於熱水中加熱，輕輕搖晃後會有香味產生，則該未知液體可能是什麼？

- (A) 醇類 (B) 酯類 (C) 烴類 (D) 有機酸類。

38. (C) 有關酯類的敘述，下列何者錯誤？

- (A) 醇類和有機酸反應會產生酯和水 (B) 小分子酯類具有香味 (C) 易溶於水中
- (D) 通常密度比水小。

39. (D) 一般狀態下，酯化反應速率很慢，為了加速反應的進行，通常會加入何種物質作為催化劑？ (A) 食鹽 (B) 二氧化錳 (C) 酒精 (D) 濃硫

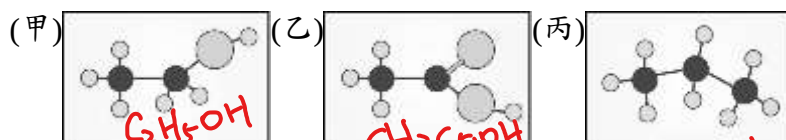
40. (B) 下列共有多少種有機化合物？

- (1) CH_3OCH_3 (2) $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ (3) CO_2 (4) HCOOH (5) $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ (6) C_{60} (7) CaCO_3

- (A) 3 種 (B) 4 種 (C) 5 種 (D) 6 種

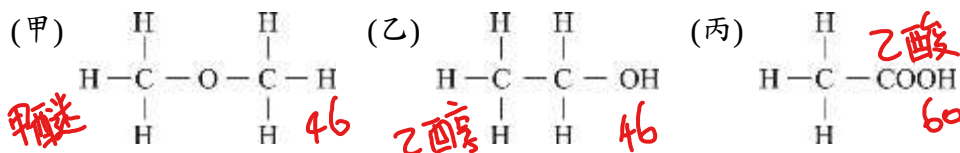
巴克明斯特富勒烯
巴克球

41. (C) 下圖為三種有機化合物的原子結構示意圖。若以 $\bullet$ 、 $\bullet$ 和 $\bullet$ 分別代表氫原子、碳原子和氧原子，則有關此三種有機化合物的學名，下列何者正確？



- (A) 甲為乙醇，乙為乙酸，丙為丁烷
- (B) 甲為乙酸，乙為乙醇，丙為丙烷
- (C) 甲為乙醇，乙為乙酸，丙為丙烷
- (D) 甲為乙酸，乙為乙醇，丙為丁烷

42. (C) 甲、乙和丙三種物質的分子結構如下圖所示。已知 H、C 和 O 的原子量分別為 1、12 和 16，則下列敘述何者正確？



- (A) 甲分子量大於丙分子量 (B) 甲、乙和丙均為非電解質
(C) 甲、乙和丙均為有機化合物 (D) 甲和乙分子式相同，其化學性質相同

43. (A) 香蕉油的學名為乙酸戊酯，乙酸和戊醇混合，加入少量濃硫酸後隔水加熱，即可製得，此反應屬於下列何種反應？(A) 酯化 (B) 氧化 (C) 皂化 (D) 分解

44. (C) 碳氫化合物 C_xH_y 和氧 (O_2) 完全燃燒時的反應式如下：
 $\text{C}_x\text{H}_y + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$ ，下列何者為此碳氫化合物的名稱？
 (A) 甲烷 (B) 乙烷 (C) 丙烷 (D) 丁烷

45. (B) 將分別裝有酒精、醋酸、乙酸乙酯的三支試管，任意標示為甲、乙、丙，依序進行下列實驗，觀察三支試管的反應，結果記錄如表。有關甲、乙、丙三支試管內所裝的液體，下列何項正確？

實驗操作 \ 試管	甲	乙	丙
一、各加入 5 mL 的水，充分混合後，靜置一段時間，觀察溶液外觀。	不分層	分兩層	不分層
二、以藍色石蕊試紙檢驗。	不變色	不變色	呈紅色

- (A) 甲為醋酸，乙為酒精，丙為乙酸乙酯
 (B) 甲為酒精，乙為乙酸乙酯，丙為醋酸
 (C) 甲為乙酸乙酯，乙為酒精，丙為醋酸
 (D) 甲為醋酸，乙為乙酸乙酯，丙為酒精

46. (A) 寶特瓶是由一種聚合物加工塑形而成，此聚合物是利用乙二醇與對苯二甲酸脫水反應而成，則此聚合反應是屬於下列何種反應？

- (A) 酯化反應 (B) 中和反應 (C) 氧化反應 (D) 皂化反應

47. (B) 取下列哪一個有機物一莫耳與純水混合後，可產生最多的離子？

- (A) 乙醇 (B) 乙酸 (C) 蔗糖 (D) 乙酸乙酯

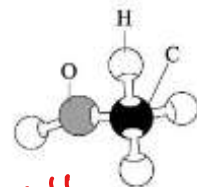
Handwritten note: 又有乙酸是電解質

48. (C) 小杰進行實驗，取得未貼標籤的三根試管，只知三者分別裝有乙酸、乙醇和乙酸乙酯。小杰從三根試管中各取出一部分液體，分別加入水後，已可區分出其中一種物質，則再使用下列何種試劑或試紙，最容易區分另外二種物質？

- (A) 碘液 (B) 本氏液 (C) 藍色石蕊試紙 (D) 藍色氯化亞鈷試紙

49. (C) 右圖為某一種有機化合物的分子結構示意圖，根據其原子種類判斷，下列何者最可能是同一類的有機化合物？

- (A) 水 (B) 甲烷 (C) 乙醇 (D) 氫氧化鈉。



Handwritten note: CH3OH 甲醇

【題組】小香在中秋節烤肉，請根據敘述，回答 50~51 題：

50. (C) (1) 小香在烤肉時發現爸爸拿著瓦斯噴槍對著木炭生火，等生好火，從噴槍取下瓦斯罐，小香發現瓦斯罐的成分註明：丁烷，請問丁烷的成份與下列哪一種物質成份最相似？ (A)酒精 (B)食醋 (C)天然氣 (D)乙酸丁酯。 烴類
51. (C) (2) 小香吃烤肉吃到口渴，於是大口喝半糖半冰的水果茶，有甜甜的蘋果、酸酸的金桔、還帶著特殊的水果香味，請問小香喝的水果茶中，哪一類成分較少？ (A)醣類 (B)有機酸 (C)醇類 (D)酯類。

【題組】小蔚參加學校的科學營，老師在甲、乙、丙、丁四支試管中，隨機裝入無色的烴類液體、乙醇、醋酸、酯類，並且在每支試管中加入 5 mL 的水，小蔚經由實驗與觀察獲得以下的結果，試回答 52~53 題：

試管編號	試管中液體是否分層	和藍色石蕊試紙反應	和紅色石蕊試紙反應	有無水果香味
甲	不分層	紅色	紅色	沒有
乙	不分層	藍色	紅色	沒有
丙	分層	藍色	紅色	有
丁	分層	藍色	紅色	沒有

醋酸
乙醇
酯
烴

52. (D) (1) 哪一支試管中的液體，屬於烴類？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁。
53. (B) 哪兩支試管內的液體混合後滴入濃硫酸，經隔水加熱後會產生香味？ (A)乙丙 (B)甲乙 (C)乙丁 (D)甲丙。

5-3 肥皂與清潔劑

❖ 清潔劑

1. 清潔劑：

(1) 類別：

- ① 肥皂。 ② 合成清潔劑。

(2) 來源：

- ① 肥皂：由 皂化 反應製得
⇒ 在硬水（含 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 礦物質）中，清潔效果減弱
（因形成脂肪酸鈣、脂肪酸鎂 沉澱）

- ② 合成清潔劑：石油 化學工業產品

① 洗衣粉、洗碗精與洗髮精

② 清潔效果不受硬水影響

2. 清潔劑造成的優養化現象：

(1) 受污染原因：

清潔劑中若含有 磷酸鹽，當這類物質流入河川、湖泊導致河川、湖泊的 優養 化。

(2) 優養化的影響：

- ① 藻類 大量繁殖
② 大量消耗水中溶氧量，使其他生物無法生存：
⇒ 因藻類死亡後，細菌分解藻類，會 降低 水中的氧氣

(3) 減少污染：盡可能選擇低磷或無磷的產品

❖ 肥皂的製造

1. 肥皂的製造：

(1) 早期的清潔劑：

- ① 皂草 的汁液：洗滌衣物時，放在衣物中敲打
② 草木灰 與 油脂 共煮：最早的肥皂

(2) 肥皂的製造程序：

- ① 皂化反應：將 油脂 和 鹼 共熱，生成 肥皂 及 甘油。

⇒ 油脂 + 氫氧化鈉 → 脂肪酸鈉 + 丙三醇

① 油脂：一種 酯 類，動植物油脂或回鍋油...均可。

② 鹼類：常用 $NaOH$ 、 KOH 。

③ 肥皂：脂肪酸鈉（脂肪酸金屬鹽）

2. 皂化實驗：

(1) 皂化實驗流程：

- ① 加入 酒精 10ml：均勻溶解椰子油 10 ml，使反應完全
② 加入氫氧化鈉：8M $NaOH$ 10 ml ⇒ 直到溶液聞不到酒精氣味為止
③ 加入蒸餾水 20 ml，攪拌均勻後停止加熱
④ 鹽析：倒入飽和 食鹽水，肥皂浮於水面上以分離
⇒ 肥皂不溶於食鹽水，密度小於食鹽水
⑤ 肥皂酸鹼性及清潔效果測試：肥皂為 鹼 性

(2) 皂化流程討論：

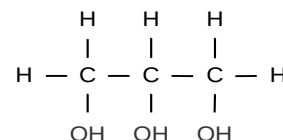
流程	皂化 ⇨ 鹽析 ⇨ 加工		
變化分類	化學變化	物理變化	物理變化
說明	形成肥皂	分離肥皂	塑形..等

3.肥皂的性質：

來源	皂化反應
學名	脂肪酸鈉
分子式簡記	RCOONa
酸鹼性	弱鹼性
水溶液顏色	混濁
使用限制	海水、硬水

4.丙三醇（甘油）性質：

學名	丙三醇
俗稱	甘油
化學式	C ₃ H ₈ O ₃
外觀	無色透明
酸鹼性	中性
常溫狀態	黏稠液體
溶解性	溶於水
	溶於乙醇
	溶於食鹽水



❖ 清潔劑去污原理

1.清潔劑去污原理：

(1) 清潔劑的分子結構：

① 分子式簡記：RCOONa。

② 肥皂分子解離：為一電解質

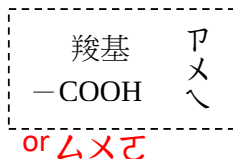
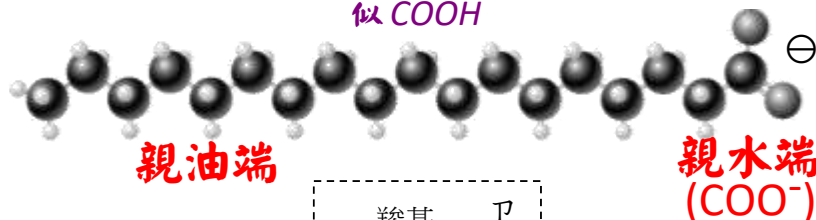


③ 結構特徵：(R：C,H組成的碳鏈)

① 一端為直鏈狀烷基：R ⇨ 為親油基

② 一端為有機酸羧基：COO⁻ ⇨ 為親水基

似 COOH



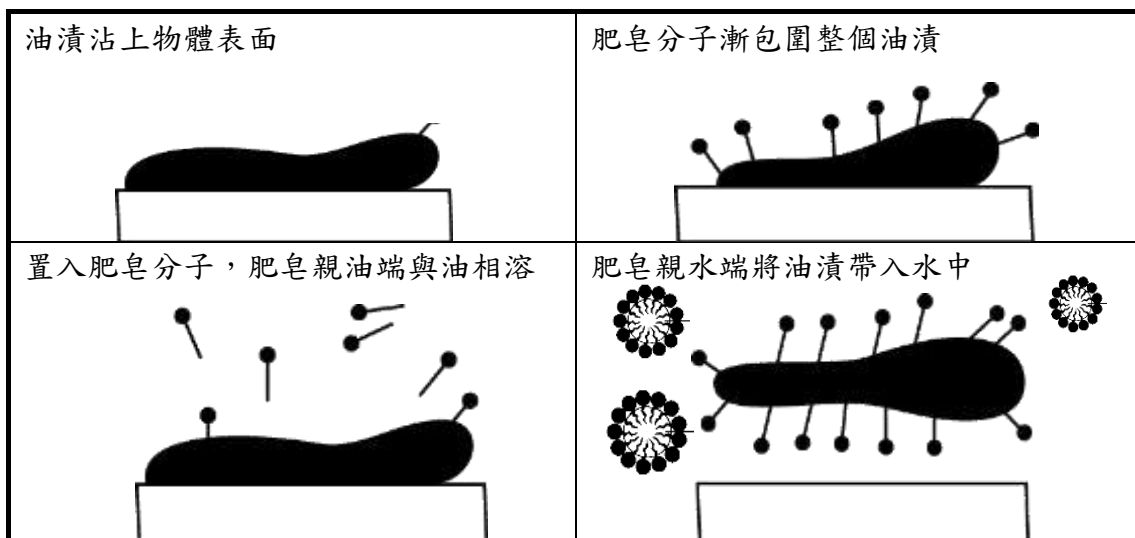
(2) 清潔劑的去污原理：

① 原理 ⇨ 肥皂與合成清潔劑去污原理相同。

肥皂分子的親油端會包圍油脂，肥皂分子的親水端會被水帶走而達去污的效果。



② 清潔劑去污流程圖：



❖練習題：(題目出處：教育部國中學習資源網)

- (B) 1. 在裝水和沙拉油的試管中，加入少許肥皂，搖動後，整個試管中的液體變混濁，油水界線也不見了，這是因為
- (A)水分子被肥皂分子包住，混合於沙拉油中
(B)肥皂分子把細小油滴分子包住，並散布在水中
(C)油污將肥皂分子包住，溶解於水中 (D)肥皂分子使水和沙拉油分子互相結合。
- (B) 2. 下列有關肥皂、清潔劑的敘述，何者錯誤？
- (A)合成清潔劑屬於石油化學產品，肥皂則否 (B)肥皂在硬水中易起泡沫
(C)清潔劑是用親油端來吸附油污 (D)合成清潔劑的去汙原理和肥皂相同。
- (C) 3. 沙拉油與水互不相溶，若想讓兩者互溶在一起，可加入下列何者物品？
- (A)酒精 (B)醋 (C)洗碗精 (D)丙酮
- (D) 4. 有關合成清潔劑的敘述何者正確？
- (A)大多數是生物科技的產品 (B)與肥皂的去污原理不同
(C)親油端負責將油污牽入水中溶解 (D)衣物上的油污是由親油端附著。
- (A) 5. 某生欲製造肥皂，試問下列四種物質中，哪一種是不需要的？
- (A)硫酸 (B)油脂 (C)氫氧化鈉 (D)濃食鹽水
- (C) 6. 以下敘述何者錯誤？
- (A)化學上通常把化合物分成二大類：無機化合物與有機化合物
(B)蛋白質是構成生物細胞的必要物質
(C)酒精做為實驗室的燃料時，有時添加有毒的甲醇，叫做變性酒精
(D)合成清潔劑大多是石油化學工業產品，其去汙原理與肥皂相同。

(A)7. 有關肥皂的性質請問：(甲)氫氧化鈉 (乙)乙酸 (丙)酒精 (丁)濃硫酸 (戊)椰子油 (己)食鹽水。媽媽為了響應環保，若想用家裡剩下的回鍋油製造肥皂，則媽媽還需要哪些材料？

(A)甲丙己 (B)甲乙丙 (C)乙丁己 (D)甲戊己。

不需
椰子油

(A)8. 有關皂化反應，下列敘述何者錯誤？

(A)加入濃硫酸使反應速率增加 → 酯化

(B)除了植物性油脂外，亦可使用動物性的油脂

(C)反應後以飽和食鹽水將甘油及肥皂分離

(D)肥皂為弱鹼性

(A)9. 小明吃雞腿便當時，不小心雞腿掉到身上，衣服上留下一些油漬。小名用水洗不乾淨，但使用去漬油很快的就把油漬擦乾淨。關於這件事，下列敘述何者錯誤？

(A)可把油漬去除的主要原因是擦拭時很用力，與去漬油無關

(B)油汙不溶於水

(C)去漬油為非水溶劑

(D)油汙可溶解在去漬油中

(D)10. 在實驗室製造肥皂，需經過「皂化」和「鹽析」兩個步驟。請問這兩個步驟各屬於何種變化？

(A)皂化和鹽析都是物理變化

(B)皂化和鹽析都是化學變化

(C)皂化是物理變化、鹽析是化學變化

(D)皂化是化學變化、鹽析是物理變化。

(A)11. 製造肥皂的過程中，皂化完成後，加入飽和食鹽水，使肥皂和甘油分離的過程，叫做鹽析；則它的原理和下列哪一項分離物質的原理相似？

(A)分離糖和鐵粉—加水 (B)分離墨水中的有色物質和水—蒸餾

(C)分離米粒和水—紗布網 (D)分離粗鹽水溶液中的雜質和食鹽水溶液—濾紙過濾。

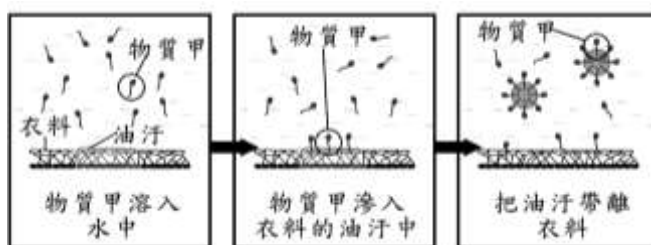
(C)12. 如下圖為去汙作用的步驟示意圖，下列哪一個反應可以產生與圖中物質甲相同功能的產物？

(A)乙醇+乙酸 →

(B)碳酸鈣+鹽酸 →

(C)油脂+氫氧化鈉 →

(D)硫酸+氫氧化鈉 →



(D)13. 製作手工香皂時，可以利用回鍋油再加上一些簡單的材料，做出具有水果香味的香皂。有關手工香皂的製造，下列敘述何者正確？

(A)加入乙醇主要用來產生水果香味 (B)加入鹽酸才會進行皂化反應

(C)加入乙酸乙酯使皂化反應加速進行 (D)加入飽和食鹽水可以促使香皂析出

(B)14. 圖為某古裝劇的一段對話，部分劇情雖為杜撰，但對話中所提到的內容符合科學原理。已知草灰水溶液為鹼性，根據對話內容，判斷圖中進行了何種類型的反應？

(A)酯化反應

(B)皂化反應

(C)酸鹼中和

(D)氧化還原。

蘭陵王



5-4 生活中的有机聚合物

❖ 有机聚合物 Polymer

1. 有机聚合物

(1) 意義：重複許多小單元（單體）而形成的有机化合物。

① 重複的小單元是有机化合物。

② 原子總數高達數千或數十萬，分子量在數萬到數百萬之間。

③ **聚合度**（重複的程度）決定了分子量的大小。

⇒ 同一種聚合物，分子量也不盡相同

④ 聚合物又名高分子、巨分子。

(2) 常見的聚合物：

天然聚合物	合成聚合物
澱粉、纖維素、肝醣 蛋白質、天然橡膠	塑膠、合成纖維、合成橡膠、寶特瓶、耐綸.... 聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、壓克力.... 環氧樹脂、酚醛樹脂（ 電路板 ）、尿素甲醛樹脂....

2. 聚合物的形成：

(1) 聚合反應：一種或多種有机單體，重複連結而形成聚合物

⇒ 聚合反應為化學變化

(2) 單體聚合的結構：① 鏈狀、② 網狀（立體網狀）。

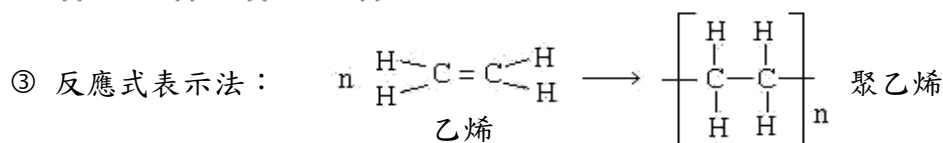
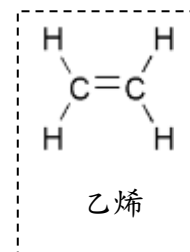
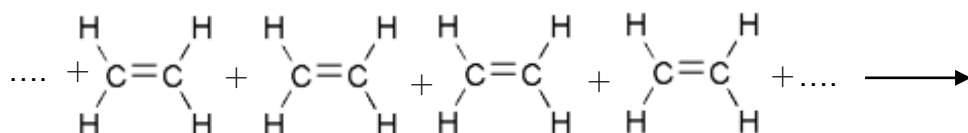
結構模型			
結構形狀	鏈狀	鏈狀	網狀
單體種類	一種	兩種	一種

(3) 說明例：聚乙烯的聚合反應(補充)

烯類： C_nH_{2n}

① 單體：乙烯。 (C_2H_4)

② 聚乙烯：① 符號：P.E.。② 形狀：鏈狀。

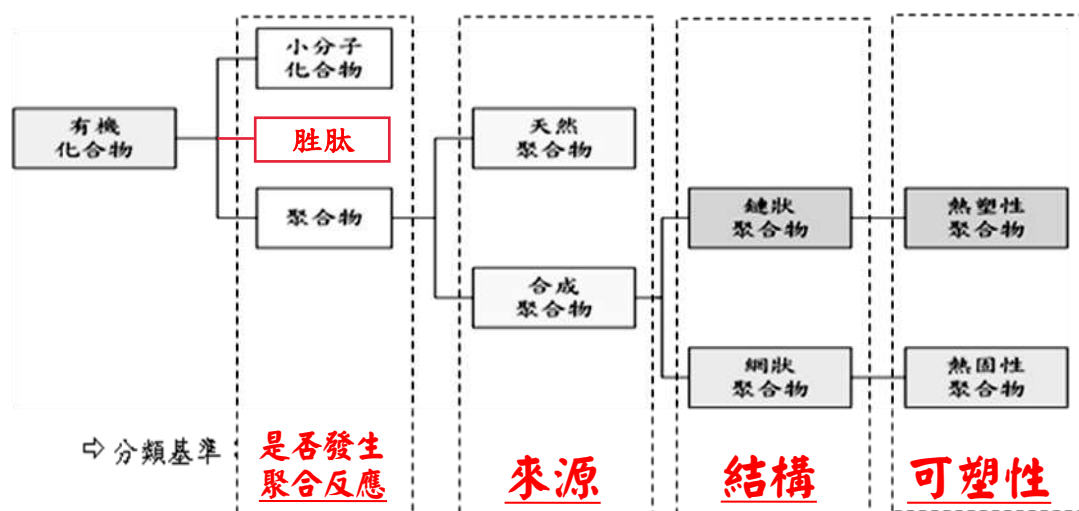


④ 分子式表示法： $-(C_2H_4)_n-$ 。

3. 聚合物結構與可塑性關係：

聚合物結構	性質	示例
 鏈狀→熱塑性	① 結構強度弱 ② 受熱 <u>易</u> 熔化 ③ 易於塑形 ④ 易於回收	聚乙烯 聚氯乙烯 聚苯乙烯 (保利綸) 寶特瓶、耐綸 (尼龍)、壓克力
 網狀→熱固性	① 結構強度強 ② 受熱 <u>不會</u> 熔化 ③ 不易於塑形 ④ 不易回收	尿素甲醛樹脂 酚醛 樹脂 (電路板) 環氧樹脂 合成橡膠、輪胎、鍋柄

4. 聚合物的分類：



5. 聚合物的分類說明：

依據	區分	
來源	天然聚合物	合成聚合物
	澱粉、纖維素、肝醣 核酸 (DNA、RNA)、蛋白質、橡膠	耐綸、聚乙烯 PE 聚氯乙烯 PVC、聚苯乙烯 PS...
結構	鏈狀 (線形) 聚合物	網狀聚合物
	保特瓶 PET、壓克力 保利綸 PS、聚乙烯 PE、 聚氯乙烯 PVC、耐綸 (尼龍) 聚苯乙烯 PS、聚丙烯 PP...	聚酯、輪胎、鍋把... 樹脂 (尿素甲醛、酚、環氧樹脂...)
可塑性	熱塑性聚合物	熱固性聚合物
	同鏈狀聚合物	同網狀聚合物

6. 合成聚合物的三大產業：(1) 塑膠 (2) 合成纖維 (3) 合成橡膠

7.常見聚合物的性質(補充)：

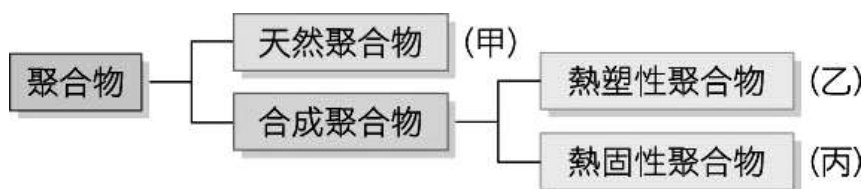
聚合物	單體	性 質
聚氯乙烯 PVC	氯乙烯	① 受熱到 148℃，放出 HCl 等氣體 ⇨ 含氯氣體「戴奧辛」 ② 電線包覆絕緣皮。 $n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{Cl} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} \longrightarrow \left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{Cl} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n \quad \text{聚氯乙烯}$ $-(\text{CH}_2\text{CHCl})_n-$
聚乙烯 PE	乙烯	① 保鮮膜...等塑膠製品。 $n \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} \longrightarrow \left[\begin{array}{cc} \text{H} & \text{H} \\ & \\ -\text{C} & - & \text{C}- \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \right]_n \quad \text{聚乙烯}$ $-(\text{CH}_2\text{CH}_2)_n-$
聚苯乙烯 PS	苯乙烯	① 俗稱 保利綸 。 ② 不易導電、熱，易溶於碳氫化合物，能耐有機酸、醇與鹼，可作為隔熱材料。 ② 乙醛、乙醇、丙酮、苯、汽油、 苯乙烯 (含汽油)
澱粉	葡萄糖	① 澱粉經唾液及胃酸作用，可分解為 葡萄糖 ： ⇨ 咀嚼米飯（或饅頭）會感覺有甜味。
纖維素	葡萄糖	① 元素成分為： C、H、O 。
蛋白質	胺基酸	① 元素成分為： C、H、O、N、S 。

8.美國塑膠工業協會塑膠分類代碼：① 三角形順時針標誌 ② 代號 1 至 7 ③ 方便分類、回收

記號							
	PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	OTHER
名稱	保特瓶	高密度 聚乙烯	聚氯乙烯	低密度 聚乙烯	聚丙烯	聚苯乙烯 (保利綸)	其他類

❖ 範例解說

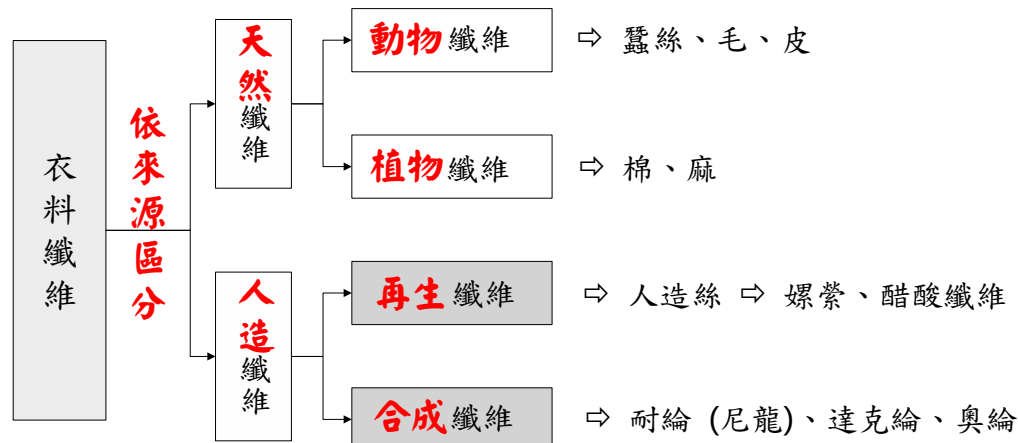
1.圖為聚合物分類的簡單架構，則下表中各物質應屬於甲、乙、丙中的哪一類？



物質	保特瓶	輪胎	雨衣	保鮮膜	蛋白質	耐綸	澱粉	P.S.	聚氯乙烯	肝醣
聚合物	乙	丙	乙	乙	甲	乙	甲	乙	乙	甲

❖ 衣料纖維

1. 衣料纖維的分類：

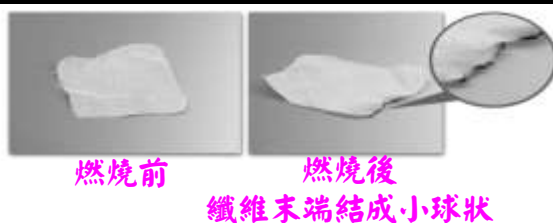


2. 衣料纖維的檢驗：檢驗法：燃燒法。



纖維類別	植物纖維	動物纖維	合成纖維
示 例	棉、麻	蠶絲、毛、皮	耐綸、達克綸、奧綸
成 分	纖維素 (C, H, O)	蛋白質 (C, H, O, N, S)	石化產品 塑膠
燃燒觀察	有如燃燒 <u>紙張</u> 氣味 (無臭味)	如燃燒羽毛或毛髮氣味 (捲曲惡臭)	纖維末端結成 <u>球狀</u> 。

3. 合成纖維檢驗示意圖：



4. 衣料纖維的性質：

分 類			組成	衣料纖維性質
衣 料 纖 維	天 然 纖 維	動物	蛋白質	① 蠶絲：柔軟不易皺具光澤 ② 羊毛：保暖、易染色
		植物	纖維素	① 棉：保暖、透氣 ② 易漂白、染色
	人 造 纖 維	再生	纖維素	① 將 植物 纖維再處理而得 ② 具蠶絲光澤，吸水性佳，易漂白、染色 ③ 在稀酸或鹼中安定，又稱「 人造絲 」
		合成	石化原料	① 堅韌、易乾，不起皺，不怕蟲咬 ② 不易與化學藥品作用

例 1：(A)蛋白質 (B)尿素 (C)葡萄糖 (D)聚乙烯 (E)脂肪 (F)麥芽糖 (G)甲醛
(H)澱粉 (I)保麗綸 (J) 尿素甲醛樹脂 (K)氯乙烯 (L)達克綸 (M)丙酮
(N)保鮮膜 (O)保特瓶 (P)輪胎 (Q)乙酸乙酯 (R)纖維素 (S)乙烯
(T)酚甲醛樹脂 (U)聚氯乙烯 (V)耐綸

- (1)何者不是聚合物？ BCEFGKMQS (9 項)
(2)何者是天然聚合物？ AHR (3 項)
(3)何者是合成聚合物？ DIJLNOPTUV (10 項)
(4)何者是熱塑性聚合物？ DILNOUV (7 項)
(5)何者是熱固性聚合物？ JPT (3 項)

❖ 食物及營養素

1.食物及營養素：

食物及營養素	主要來源	種類
醣類	植物根、莖、果實	澱粉、纖維素及肝醣、葡萄糖
蛋白質	魚、肉、豆類、奶類	動物性蛋白質、植物性蛋白質
脂肪	豬油、奶油、沙拉油、橄欖油	動物性脂肪、植物性脂肪

2.醣類：

- (1) 來源：綠色植物經光合作用製造而得 $\Rightarrow$ 1 公克醣類燃燒熱量 4 仟卡/公克。
(2) 種類：

<u>多</u> 醣 (聚合物)	<u>雙</u> 醣	<u>單</u> 醣
澱粉、纖維素、肝醣	蔗糖 麥芽糖 乳糖	葡萄糖、果糖

- (3) 成分：含 C.H.O 三元素，又名 碳水 化合物。

① 氫與氧原子數目比皆為 2:1。

② 醣類通式 $\Rightarrow$ 醣類通式： $C_m(H_2O)_n$

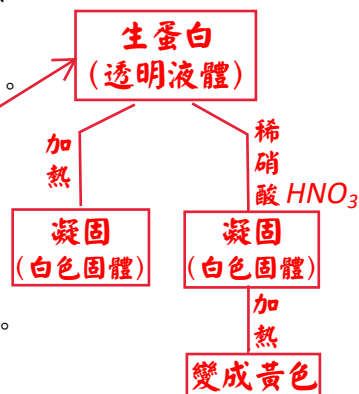
① 葡萄糖： $C_6H_{12}O_6 \Rightarrow C_6(H_2O)_6$ ② 蔗糖： $C_{12}H_{22}O_{11} \Rightarrow C_{12}(H_2O)_{11}$

3.蛋白質：

- (1) 蛋白質是由 胺基酸 聚合的聚合物，含 C.H.O.N.S 元素。
 $\Rightarrow$ 1 公克蛋白質燃燒熱量 4 仟卡/公克。

(2) 蛋白質的 變性：蛋白質受光、熱、酸而變質，依此可作檢驗。

(3) 蛋白質檢驗示意圖—變性



4.脂肪：

- (1) 來源：動物及植物 $\Rightarrow$ 1 公克脂肪燃燒熱量 9 仟卡/公克。
① 動物性脂肪：在室溫下通常呈 固 態，如豬油和奶油。
② 植物性脂肪：在室溫下通常呈 液 態，如沙拉油和橄欖油。

(2) 成分：含 C.H.O 三元素。

① 不溶於水

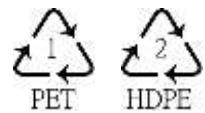
② 屬於一種酯類 $\Rightarrow$ 是 脂肪酸 與 丙三醇 (俗稱 甘油) 酯化而成

❖練習題：(題目出處：教育部國中學習資源網)

- (C) 1. 下列常見的物質，何者的分子最小？
(A)蛋白 (B)纖維素 (C)脂肪 (D)澱粉
- (C) 2. 下列有關油脂、蛋白質與醣類的敘述何者錯誤？
(A)油脂可以製造蠟燭、肥皂以及化妝品
(B)動物性油脂常溫下為固體
(C)蛋白質又稱碳水化合物 → 是「醣類」
(D)人類的消化系統無法消化纖維素。
- (D) 3. 有關「P.E.」的敘述，下列何者錯誤？
(A)學名聚乙稀 (B)是鏈狀的聚合物 PVC 聚氯乙稀
(C)可製造保鮮膜，塑膠袋 (D)受熱到 148°C 時，會放出有毒的氯化氫氣體
- (A) 4. 有關蛋白質的敘述何者錯誤？
(A)蛋白質是天然的聚合物，由葡萄糖聚合而成
(B)蛋白質是構成生物細胞的必要物質
(C)主要成分元素是碳、氫、氧、氮和硫等
(D)存在於蛋、皮膚、毛髮、肌肉、指甲中
- (A) 5. 我們常用的 PE 保鮮膜是由何製成的？
(A)聚乙稀 (B)耐綸 (C)苯乙烯 (D)聚氯乙稀
- (B) 6. 下列各物何者不是聚合物？ (A)澱粉 (B)葡萄糖 (C)耐綸 (D)保利綸
- (C) 7. 寶特瓶加熱後會熔化，冷卻後變硬，由此可推論屬於下列何種聚合物？
(A)網狀的聚合物 (B)天然的聚合物 (C)鏈狀的聚合物 (D)熱固性的聚合物
- (D) 8. 小寶正要喝水時，發現裝水的保利綸碗的下方破了。他仔細檢查後發現保利綸碗內裝的不是水。你想他可能把什麼物質倒入保利綸碗內？
(A)醋酸 (B)汽水 (C)果汁 (D)乙酸乙酯
落於 ② 耐綸 ③ 醣類 (含汽油) ④ 強力膠
- (B) 9. 下列有關塑膠的敘述何者正確？ → 一群物質(類別)的統稱
(A)塑膠是一種物質的名稱 (B)有的塑膠堅硬如鋼鐵，有的塑膠柔軟如細絲
(C)P.V.C 等鏈狀分子的聚合物受熱即凝成固體 (D)P.E 所製成的塑膠袋耐熱性好，適合盛裝熱湯
- (D) 10. 下列哪一個分子包含最少的原子數？ (A)耐綸 (B)澱粉 (C)蛋白質 (D)葡萄糖
- (C) 11. 下列何者不是聚合物？ (A)澱粉 (B)蛋白質 (C)甲酸乙酯 (D)保利綸。
- (B) 12. 加熱到 150°C 左右會放出有毒的氯化氫氣體的為
(A)P.E. 保鮮膜 (B)P.V.C. 雨衣 (C)廢輪胎 (D)保利綸碗盤。
- (A) 13. 台北市環保局實施「隨袋徵收」，其所採用的專用垃圾袋經焚化爐燃燒後，僅產生二氧化碳及水，請問專用垃圾袋的材質為下列何者？
(A)聚乙稀 (B)聚氯乙稀 (C)耐綸 (D)保利綸
- (C) 14. 葡萄糖、蔗糖、澱粉及纖維素等物質稱為碳水化合物，請問都是由哪三種元素構成？
(A)碳、硫、氮 (B)碳、硫、氧 (C)碳、氫、氧 (D)氫、氧、氮
- (B) 15. 下列各物何者不是聚合物？
(A)澱粉 (B)麥芽糖 (C)纖維素 (D)肝糖
雙糖 (蔗糖、乳糖)

(B) 16. 市售可回收的塑膠容器底部常有一回收標誌如圖，請問其意義為？

(A)回收的價格 (B)塑膠的種類 (C)保存期限 (D)製造的廠商



(B) 17. 下列物質中，何者是熱固性聚合物？

(A)塑膠袋(聚乙烯) (B)電木(尿素甲醛樹脂)
(C)保麗龍(聚苯乙烯) (D)隨手杯(聚丙烯)

(A) 18. 市面上販售的的垃圾袋為乙烯聚合而成的為一種熱塑性塑膠，其分子構造為：

(A)鏈狀聚合物 (B)樹枝狀聚合物 (C)平面狀網狀聚合物 (D)立體網狀聚合物

(A) 19. 下列化合物，何者的分子量最大？

(A)纖維素 (B)胺基酸 (C)葡萄糖 (D)酒精

(A) 20. 聚乙烯(PE)材質的保鮮膜是由乙烯單體聚合而成，請問保鮮膜內一定含有那種元素

(A)氫 (B)硫 (C)氧 (D)氮

(D) 21. 聚氯乙稀(PVC)材質的雨衣，不含有下列哪一種元素？

(A)C (B)H (C)Cl (D)S

(B) 22. 下列對於聚合物的敘述何者錯誤？

(A)依構造可以分為熱塑性聚合物與熱固性聚合物

(B)聚合物所含的原子總數在數十至數百之間

(C)澱粉、蛋白質屬於聚合物

(D)鏈狀聚合物加熱後會軟化變形。

數千數萬

(B) 23. 有關聚合物的敘述，下列何者較正確？

(A)聚合物為多種物質黏合在一起的混合物

(B)聚合物為很多小分子連接而成的化合物

(C)聚合物是人工製成的，沒有天然聚合物

(D)磚、瓦、鋼筋、玻璃等都是聚合物類

化合物

(B) 24. 下列何者屬於熱固性聚合物？

(A)寶特瓶 (B)輪胎 (C)耐綸 (D)保鮮膜

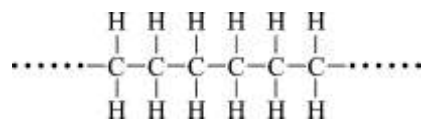
(A) 25. 市售的 P. E. 垃圾袋其化學式如圖，則下列敘述中，何者正確？

(A)為一種有機化合物

(B)為一種熱固性聚合物

(C)由 6 個小單元(乙烯分子)聚合而成

(D)保濕能力佳，為網狀聚合物可以回收再利用



(C) 26. 根據新聞報導，市面上販售的黑心醬油是有不肖商人到理髮店收集剪下的頭髮，再以鹽酸分解發酵後加工製得，因此可推論頭髮的主要成分與下列何者接近？

(A)澱粉 (B)脂肪 (C)蛋白質 (D)纖維素

(A) 27. 下列有關熱固性聚合物的敘述，何者錯誤？

(A)可回收重複使用，不易造成環境污染

(B)在高溫下不易被熔化及變形

(C)由小分子互相連接，組成網狀結構

(D)輪胎屬於熱固性聚合物。

(D) 28. 下列關於天然氣和 PVC 塑膠管的比較，何者正確？

(A)成份元素只有碳和氫 (B)都是聚合物 (C)都是純物質 (D)都屬有機化合物。

是混合物，含有多種有機化合物

- (D) 29. 下列物質中，何者不是天然聚合物？ → 油脂屬酯類
 (A)澱粉 (B)纖維素 (C)蛋白質 (D)花生油
- (D) 30. 市售的塑膠袋大多為乙烯的聚合物，試問下列何者正確？
 (A)其性質與乙烯分子相同 不同，乙烯為氣態
 (B)因乙烯存在於自然界中，所以稱為天然聚合物
 (C)為熱固性聚合物
 (D)其為鏈狀聚合物
- (A) 31. 下列哪一組化合物皆為聚合物？
 (A)耐綸、聚碳酸酯 (B)氨基酸、蛋白質
 (C)葡萄糖、乙烯 (D)脂肪、聚丙烯
- (C) 32. 有關聚合物的敘述何者正確？
 (A)葡萄糖為天然聚合物，存在於動、植物中
 (B)纖維素是由葡萄糖分子組成，它的分子量約在 100 左右
 (C)保特瓶遇熱會軟化變形，是一種熱塑性聚合物
 (D)保利綸不適宜盛裝滾燙的食品
- (A) 33. 下列何者是由葡萄糖的單體所聚合而成的聚合物？ 纖維素 或 澱粉
 (A)樹皮 (B)油脂 (C)趾甲 (D)紅血球
- (C) 34. 下列何種物質不是天然聚合物？
 (A)蛋白質 (B)肝糖 (C)麥芽糖 (D)天然橡膠
- (D) 35. 下列何者是天然聚合物？
 (A)脂肪酸 (B)麥芽糖 (C)保利綸 (D)纖維素
- (B) 36. 關聚乙烯(P.E.)的敘述，下列何者正確？
 (A)屬於生物可分解性塑膠
 (B)可製造保鮮膜，塑膠袋
 (C)掩埋後可自行分解不會造成環境污染
 (D)受熱到高溫時，會放出有毒的氯化氫氣體 → P.V.C
- (D) 37. 甲、乙、丙三種衣料做纖維檢驗，得結果如附表，則下列結論何者正確？
- | 檢驗方式 \ 衣料 | 甲衣料 | 乙衣料 | 丙衣料 |
|-----------|------|-----|---------|
| 靠近火焰 | 稍微縮小 | 無變化 | 尖端熔成小球狀 |
| 燃燒的氣味 | 有異味 | 無異味 | 無異味 |
- (A)甲為棉布；乙為聚酯纖維；丙為羊毛
 (B)甲為棉布；乙為羊毛；丙為聚酯纖維
 (C)甲為聚酯纖維；乙為羊毛；丙為棉布
 (D)甲為羊毛；乙為棉布；丙為聚酯纖維。
- (C) 38. 彥宏將衣服的毛球點火燃燒，會發出如燃燒羽毛時所產生的氣味，則小榮的衣服可能是哪一種質料製成的？
 (A)棉 (B)麻 (C)羊毛 (D)耐綸
- (B) 39. 小美上街買毛衣，店員強調此毛衣是羊毛製的，並當場拿出同材質的布料試驗，請問小美如何確認是羊毛製的呢？
 (A)燃燒布料則末端捲曲成球狀
 (B)燃燒布料其氣味與燒羽毛的臭味相似
 (C)燃燒布料其氣味與燒紙張的氣味相似
 (D)燃燒布料後溶於水呈鹼性

- (D)40. 阿綸在廚房發現了一盒 PE 膜，上面有如圖的標示，根據這個標示推論此 PE 膜的性質，下列何者正確？

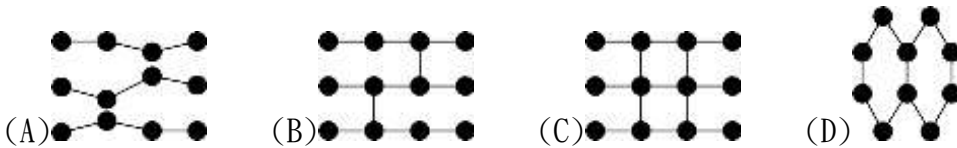
品名：旺旺 PE 膜 使用原料：PE（聚乙烯）

耐熱溫度：110°C 耐冷溫度：-60°C

注意事項：微波加熱前宜在封口處預留間隙或以牙籤刺出三、五小洞，可避免膨脹爆裂。

- (A)此 PE 膜為無機化合物 (B)此 PE 膜的沸點為 110°C **熔點**
(C)在 -60°C 時此 PE 膜熔化成液體 (D)水蒸氣不易由此 PE 膜逸散出去

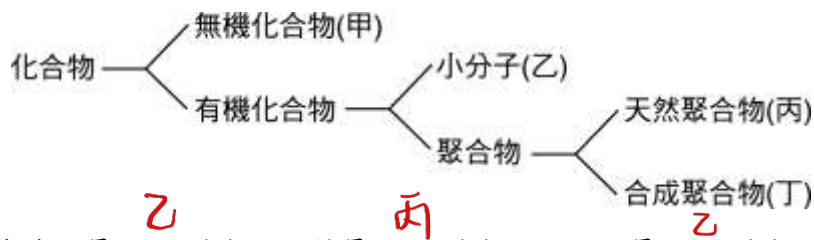
- (A)41. 若以●—●—●代表許多碳和氫原子結合而成的直鏈聚合物，●代表聚合物端點或接合點的碳原子，則下列各圖所代表的聚合物何者加熱最易熔化？



- (C)42. 蛋白質是由胺基酸組成，此兩者的關係與下列何者相似？

- (A)肥皂和甘油 (B)酒精和乙醇 (C)澱粉和葡萄糖 (D)硫酸和氫氧化鈉

- (D)43. 圖為化合物的簡要分類圖。依據此圖，下列各選項中物質的分類何者正確？



- (A)葡萄糖屬於甲 (B)蛋白質屬於乙 (C)乙酸乙酯屬於丙 (D)聚乙烯屬於丁

- (B)44. 市售的碗裝泡麵其麵條含有澱粉，而部分裝麵的碗其材質為保麗龍(保利綸)，是由苯乙烯(C_8H_8)聚合再塑形而成。關於澱粉和保麗龍的敘述，下列何者正確？

- (A)均為烴類 (B)均為有機物
(C)均為天然聚合物 (D)均為合成聚合物。

- (D)45. 棉質衣料是由棉花果莢內的纖維素所製得，而絲綢衣料是抽取蠶絲後編織而得。關於棉質衣料與絲綢衣料的比較，下列敘述何者正確？

- (A)前者為無機物，後者為有機物
(B)前者為混合物，後者為純物質
(C)前者由非聚合物組成，後者由聚合物組成
(D)前者由碳水化合物組成，後者由蛋白質組成。

植物纖維 → 纖維素
動物纖維 → 蛋白質

- (D)46. 有關醣類的敘述，下列何者錯誤？

- (A)可由綠色植物經由光合作用製造的
(B)由碳、氫、氧三元素所構成
(C)又稱為碳水化合物
(D)葡萄糖、澱粉屬於醣類，纖維素則不屬於醣類。

- (A)47. 下列何者不屬於食物三大營養素

- (A)維生素 (B)蛋白質 (C)脂肪 (D)醣。

跨科主題 低碳減塑護地球

❖全球暖化與氣候變遷

- 1.人類大量使用化石燃料，排放大量溫室氣體到大氣，造成全球地表均溫上升，稱為全球暖化。
- 2.近年溫度上升的速度有越來越快的趨勢，地球氣候的穩定性可能受到破壞，各種氣候變遷相關的災難會越來越嚴重。

❖碳足跡

1. 一整個生命週期過程，從原料取得、製造、包裝、運送、廢棄回收，直接或間接的溫室氣體排放，換算成二氧化碳含量，稱為產品的碳足跡。
2. 臺灣產品碳足跡標籤由綠色心形及綠葉組成腳印、搭配CO₂化學式，數字表示碳足跡數值。右圖中的碳足跡為135公克。
3. 平常購物時，可以利用產品上的碳足跡標籤，選擇購買低碳足跡的產品。



❖環保 5R

- 1.環保 5R 的內涵：

項目	內涵
Refuse (<u>拒絕</u>)	拒絕使用不符合環保原則的產品，例如 <u>拋棄式</u> 用品與一次用產品、不易回收材質製成的產品與過度包裝的產品等。
Reduce (<u>減量</u>)	減少使用產品，以減少資源的消耗及廢棄物的產生。
Reuse (<u>重複使用</u>)	重複利用容器、袋子等，而不是用一次就丟棄。對於自己已經不再使用的物品，則可以 <u>捐贈</u> 或出售，也屬於重複使用。
Recycle (<u>回收</u>)	回收是指收集廢棄物中可再利用的資源。隨著時代進步，回收平臺也越來越多元且科技化，包含各縣市 <u>村里資源回收站</u> 、便利商店、自動回收機和地方清潔隊等。
Regenerate(<u>再生</u>)	再生是指以 <u>資源回收物</u> 為原料，製造新產品。再生可以減少消耗地球資源，積極做到資源永續。

❖練習題：

1. (A) 小軒到一家小吃店用餐，發現店家只提供免洗筷與塑膠湯匙，於是他拿出自備的環保餐具使用，試問小軒的行為符合環保 5R 的哪一項？
(A)拒絕 (B)重複使用 (C)回收 (D)再生。
2. (A) 下列哪一項行為符合環保 5R 的回收？
(A)拿廢棄的電池到便利商店兌換購物金
(B)廠商將使用過的寶特瓶製造成衣服
(C)買飲料時不使用拋棄式的紙杯
(D)將穿不下的衣服送到育幼院。

3. (D) 我們從商店購買到一件商品，這件商品從原料取得、製造、包裝、運送以及最後將商品廢棄回收，試問以上商品所經歷的整個過程稱為下列何者？
(A)商品週期 (B)旅行週期 (C)商品生命 (D)生命週期。

4. (B) 小雯的學校舉辦跳蚤市場拍賣活動，老師鼓勵將自己家中不再使用的物品拿出來共襄盛舉，試問這個活動精神符合環保 5R 的哪一項？
(A)減量 (B)重複使用 (C)回收 (D)再生。

5. (C) 沛沛去超商買了一瓶鋁箔裝的紅茶，發現包裝上面有一個標記，如附圖，請問這個標記所代表的含意是什麼？

- (A)這瓶飲料中含有 110 克的二氧化碳
(B)將飲料從工廠運到超商過程中，共排放 110 克的二氧化碳
(C)這瓶飲料從原料取得到廢棄回收，共排放 110 克的二氧化碳
(D)製造這瓶飲料需排放 110 克的二氧化碳。



6. (D) 沛沛想要找出雞排產品生命週期的碳足跡，畫出如附圖的心智圖，請問沛沛遺漏了產品生命週期的哪一部分？

- (A)製造
(B)包裝
(C)運送
(D)廢棄回收。



7. (D) 塑膠製品因為分解不易，在環境中存在時間長，造成嚴重環境問題，為解決此問題，一般民眾可以使用 5R 做法來為環境保護出一份力。下列有關 5R 的敘述，何者錯誤？

- (A)使用 ~~用~~拋棄式產品符合 5R 中的「拒絕」
(B)將回收物當作原料，製造新產品符合 5R 中的「再生」
(C)減少塑膠製品的使用，符合 5R 中的「減量」
(D)將不在使用的物品加以捐贈或出售，符合 5R 中的「回收」。

8. (B) 為了讓更多臺灣的資源回收物能夠再生，我們平常可以怎麼做呢？

- (A)將各種塑膠混在一起回收 (B)回收寶特瓶的時候將瓶蓋與標籤外膜分開
(C)多使用拋棄式的產品 (D)選擇購買高碳足跡的商品。

9. (B) 下列做法中，何者無法減少產品碳足跡？

- (A)以資源回收物為原料 (B)產品以多層包裝來設計
(C)以電動車運送產品 (D)廢棄產品確實回收分類。

10. (B) 以資源回收物為原料，製造新產品的過程，稱為再生。關於再生的敘述，下列何者錯誤？

- (A)資源回收物分類正確，可提升資源再生的效率
(B)製造業者可主動回收商品包裝，用以直接包裝新產品
(C)再生可減少消耗地球資源
(D)回收物製造再生物料的過程中，仍可能產生衍生廢棄物。

重複使用 (清洗耗成本 衛生問題)

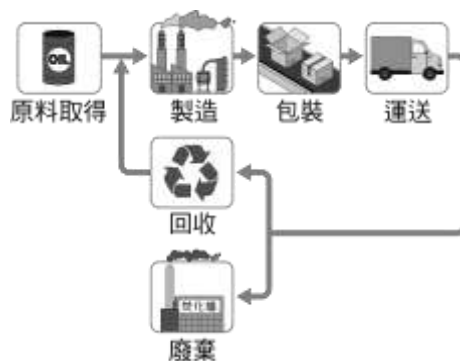
11. (B) 產品的碳足跡越多，製造的溫室氣體也越多，對環境的危害更大。故國際間推行的節能減碳運動即減少碳足跡，希望對全球暖化有所幫助。下列哪一個做法無法減少產品碳足跡？

- (A)避免食物浪費 (B)使用拋棄式隱形眼鏡
(C)搭乘大眾運輸工具 (D)在室內開窗通風，不開冷氣。

12. (A) 隨著全球暖化的進行，使地球的氣候和環境產生了巨大的變化。下列關於變化的敘述，何者正確？
- (A)熱浪發生頻率增加 (B)旱災增加，水災減少 (C)降雨量增加，使海平面上升 (D)加速南北極冰層融化，使北極熊更容易捕獲海中食物而生存。
- 乾燥的越乾燥，潮濕的越潮濕，兩極化

13. (B) 由於溫室氣體的過量排放，使得地球平均溫度上升越來越快，氣候變得越來越不穩定，下列何者不是地球平均溫度上升所造成的預估衝擊？
- (A)傳染病大流行 (B)南北極冰層融化，淡水資源增加 (C)高溫缺水，糧食供應失衡 (D)生物因熱衰竭而死亡。

14. (B) 我們常用的產品，其生命週期常伴隨直接或間接的溫室氣體排放，換算成二氧化碳含量後，稱為產品碳足跡。一個產品的生命週期如圖所示，以袋裝洋芋片為例，有關產品生命週期的敘述，何者錯誤？



- (A)馬鈴薯栽種屬於原料取得步驟
(B)包裝過程若使用塑膠材料，則沒有 CO₂ 產生
(C)運送過程因使用燃油交通工具，故造成了 CO₂ 的排放
(D)將包裝回收後焚化，會造成 CO₂ 的釋放。

15. (C) 環保 5R 是改善塑膠廢棄物環境問題的具體作法。下列關於環保 5R 的敘述，何者正確？
- (A)使用免洗餐具可減少重複使用的麻煩
(B)餅乾使用多層包裝，衛生又環保
(C)垃圾隨袋徵收，可達到廢棄物減量的效果
(D)寶特瓶因不易再製成新產品，故回收價值低。

16. (C) 試問下列行為中，共有幾項可以減少碳足跡？
- (甲)原本搭乘汽車上、下學，改騎腳踏車；(乙)買包裝精緻的禮盒來送禮；
(丙)住旅館時，帶自己的盥洗用具使用；(丁)選擇在地且當季的蔬果作為食材；
(戊)趁著百貨週年慶，買很多喜歡的衣服、鞋子；(己)選購有碳足跡標籤的產品。
- (A)6 (B)5 (C)4 (D)3。

17. (D) 請問下列何者為臺灣的碳足跡標籤？



18. (B) 阿康從文具店買了一枝鉛筆，試問若要計算這支鉛筆的碳足跡需納入下列哪些過程？(甲)樹木的生長；(乙)木材切割；(丙)外包裝印刷；(丁)貨車運送；(戊)文具店的冷氣；(己)剩下的鉛筆頭丟入焚化爐。

- (A)乙丙丁戊己 (B)甲乙丙丁戊己 (C)甲乙丁戊己 (D)甲乙丙丁戊。

19. (B) 日常生活中常見的飲料瓶常是由可回收的塑膠製成，請問可回收塑膠屬於甲～戊中的哪幾個類別？

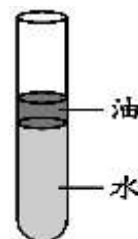
- 甲.有機聚合物；乙.天然聚合物；丙.合成聚合物；丁.鏈狀聚合物；戊.網狀聚合物
(A)甲乙戊 (B)甲丙丁 (C)乙丙丁 (D)丙丁戊。

☆歷屆會考試題☆ 第五章 有機化合物

【105 年會考】

1. (B) 「起雲劑」是一種食品添加物，也是一種界面活性劑，能使原本有明顯界面、不互溶的水狀與油狀液體混合均勻而不分層。下列哪一種物質加入右圖的油水分層試管中，最能達到上述的效果？

- (A) 蒸餾水
(B) 肥皂水
(C) 飽和食鹽水
(D) 葡萄糖水溶液。



2. (D) 甲苯是一種碳氫化合物，常溫時為無色的液體，具有特殊的氣味且難溶於水，是製造塗料、黏著劑與指甲油時常用的溶劑，長期接觸可能會對神經系統造成傷害。根據上述，甲苯應為下列哪一類有機化合物？
(A) 酸類 (B) 醇類 (C) 酯類 (D) 烴類。

【106 年會考】

◎請閱讀下列敘述後，回答 13 題：<https://youtu.be/IyERmyblfc8?si=YgEHL3Fz-OybHmc9>

「礮火捕魚」是僅存於臺灣北海岸金山一帶的傳統捕魚方式。漁民利用電石（主成分為碳化鈣（ CaC_2 ））加水，反應產生電石氣（ C_2H_2 ）和氫氧化鈣（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ），再點燃電石氣，會產生強光，利用魚的趨光性，吸引魚群聚集，即可捕撈上船。因為點燃電石氣時會產生強光及巨響，所以此種捕魚方式也俗稱「蹦火仔」。

乙炔

3. (A) 關於文中所提到「電石氣」，應屬於下列哪一類物質？
(A) 烴類化合物 (B) 金屬氧化物 (C) 醇類化合物 (D) 無機化合物。

【107 年會考】

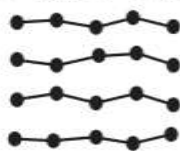
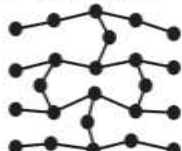
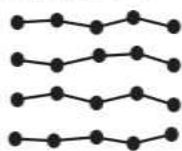
4. (A) 下列為某網頁上的一則問與答：

問：煮蟹肉棒時，外包裝的塑膠套是否需要拆掉？

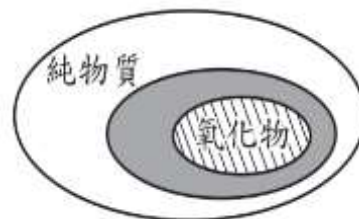
答：市售蟹肉棒外包裝的塑膠套，其材質多屬於熱塑性聚合物，不建議長時間置於高溫環境下烹煮，建議料理前拆掉塑膠套是最保險的做法。

根據上述，下列關於外包裝塑膠套材質的性質敘述和結構示意圖，何者正確？

- (A) 加熱後會熔化 (B) 加熱後會硬化 (C) 加熱後不會熔化 (D) 加熱後不會硬化



5. (B) 右圖為小瑞依據物質組成來分類，畫出數種物質的相互關係，被包含在大範圍者，亦屬於大範圍的一種物質，例如：氧化物(被包含者)亦屬於純物質的一種。圖中灰色範圍最可能為下列哪一類？



- (A) 元素 (B) 化合物
(C) 混合物 (D) 聚合物。

6. (C) 下圖為小樺與媽媽某一天在牛排館用餐的對話：



圖中小樺的敘述「……」最可能是下列何者？

- (A) 酸鹼中和實驗中會加入『酚酞』
(B) 製造肥皂實驗中會加入『氫氧化鈉』
(C) 製造乙酸乙酯實驗中會加入『濃硫酸』
(D) 碳酸鈣製造二氧化碳實驗中會加入『鹽酸』。

催化劑

【108 年會考】

7. (D) 市售防曬霜依其阻擋紫外線的原理，分為物理性和化學性兩種。物理性防曬霜的主要成分為二氧化鈦 (TiO_2) 或氧化鋅 (ZnO)；化學性防曬霜的主要成分為柳酸酯 ($\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_3$) 或肉桂酸酯 ($\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_3$)，均為酯類。根據上述，判斷物理性和化學性防曬霜的主要成分分別屬於有機或無機化合物？

- (A) 物理性和化學性皆屬於有機化合物
(B) 物理性和化學性皆屬於無機化合物
(C) 物理性屬於有機化合物，化學性屬於無機化合物
(D) 物理性屬於無機化合物，化學性屬於有機化合物。

【109 年會考】

8. (B) 市面上販售的茶丸，其主要成分為「茶」，可用來驅蟲。已知茶是一種有機烴類化合物，下列何者所含有的原子種類與茶完全相同？

- (A) CO_2 (B) C_6H_6 (C) CH_2Cl_2 (D) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ 。

C, H

◎ 請閱讀下列敘述後，回答 19 ~ 20 題：

竹筍是一種常見的食材，竹筍帶有苦味是因為含有化合物 X，若化合物 X 在酵素參與下和水反應，產物之一為有毒的氫氰酸 (HCN)，可避免被動物取食，是植物本身的一種保護機制。

當竹筍從地下莖冒出土，筍尖被陽光照射後會轉為綠色，俗稱「出青」。竹筍的尖端嫩芽，尤其是出青的竹筍嫩芽，含有較多的化合物 X，所以此部位更易帶有苦味。有鑒於此，農民常在竹筍生長處事先覆蓋土壤或使用其他方式，以避免竹筍出青，對品質和口感帶來影響。

9. (B) 已知化合物 X 是含有 -OH 原子團的有機化合物，上述畫線處的反應說明，下列敘述何者正確？

- (A) 是催化反應，化合物 X 最多含有 3 種元素
 (B) 是催化反應，化合物 X 最少含有 4 種元素
 (C) 是脫水反應，化合物 X 最多含有 3 種元素
 (D) 是脫水反應，化合物 X 最少含有 4 種元素。

CHON

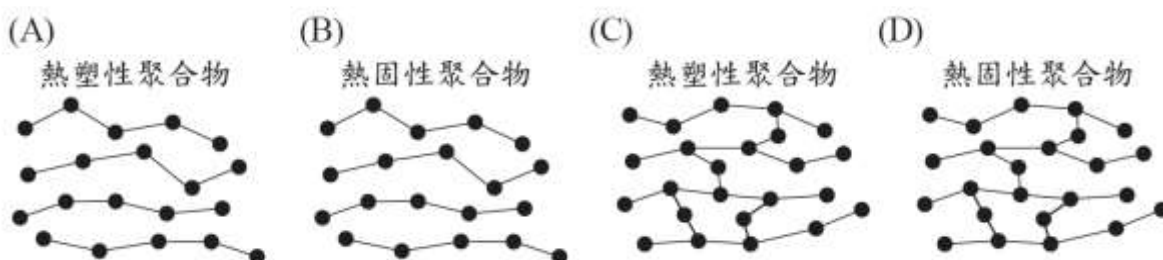
10. (C) 上述農民「使用其他方式」，最可能是下列何者？

- (A) 在竹筍生長處覆蓋透明塑膠布，每日陽光較弱時採收
 (B) 在竹筍生長處覆蓋透明塑膠布，每日陽光較強時採收
 (C) 在竹筍生長處覆蓋黑色塑膠布，每日陽光較弱時採收
 (D) 在竹筍生長處覆蓋黑色塑膠布，每日陽光較強時採收。

同 No.4

11. (A) 3D 畫筆是一種立體繪圖工具，利用加熱後的塑膠材料製作立體物品，其中的塑膠材料具有遇熱會軟化（或熔化），冷卻後又會變硬的特性。依據介紹，上述塑膠材料種類和其結構示意圖的配對，最可能為下列何者？

5-4



◎請閱讀下列敘述後，回答 12~13 題：

溫室氣體能吸收地表輻射熱，使氣溫升高，排放過量會造成全球暖化。表（一）列出四種溫室氣體的全球暖化潛勢（GWP），這是指與 CO₂ 相比，造成全球暖化的相對能力，例如將 CO₂ 的 GWP 值設定為 1，CH₄ 吸收熱為 CO₂ 的 25 倍，則 CH₄ 的 GWP 值即為 25，其餘以此類推。表（二）列出 2009 年和 2015 年 CO₂ 排放量最多國家的前五名，以及這五個國家的人口數。

表(一)

溫室氣體	全球暖化潛勢 (GWP)
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298
SF ₆	22800

表(二)

國家	2009年CO ₂ 排放量(億噸)	2015年CO ₂ 排放量(億噸)	2015年人口(億)
中國	74.6	106.4	13.7
美國	52.7	51.7	3.2
印度	18.9	24.5	12.8
俄羅斯	16.0	17.6	1.4
日本	10.7	12.5	1.3

7.774
16.161
1.915
12.572
9.623

12. (D) 關於表(一)的四種氣體，下列說明何者正確？

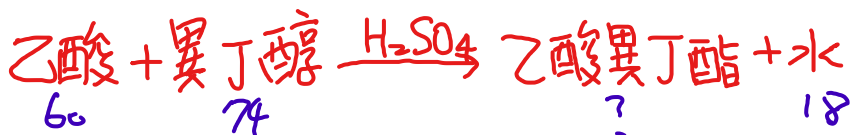
- (A) 四種氣體有三種是有機化合物 (B) 四種氣體有兩種是無機化合物
 (C) GWP 值最高的氣體是有機化合物 (D) GWP 值最低的氣體是無機化合物

13. (B) 依據文中資訊，可以解答下列哪個問題？

- (A) 2009 年排放量最多的溫室氣體是否為 CO₂
 (B) 2015 年平均每人 CO₂ 排放量最多的國家是否為中國
 (C) 2009 年~2015 年之間，印度的 CO₂ 排放量是否每年都增加
 (D) 2009 年~2015 年之間，造成全球升溫最多的溫室氣體是否為 CO₂。

人均美國 No.1

【 110 年會考試題】



14. (A) 乙酸異丁酯是存在於哈密瓜等水果中，具果香味的化合物。乙酸異丁酯可由乙酸和異丁醇經濃硫酸脫水的反應而產生，為一種酯化反應，已知此反應的化學反應式中，各反應物和生成物的係數均為 1，且乙酸、異丁醇、硫酸和水的分子量依序為 60、74、98 和 18，則乙酸異丁酯的分子量應為下列何者？催化劑
- (A) 116 (B) 134 (C) 214 (D) 232。

$60 + 74 - 18$

◎題組：請閱讀下列敘述後，回答第 15~16 題

市面上多款強調去角質、深層清潔的柔珠洗面乳，內含的「柔珠」就是塑膠微粒。這些微粒的主要材質是聚乙烯，顆粒直徑大小為 0.01 mm~1.0 mm，使用後會經由汙水處理系統進入河川與海洋。

國際期刊文獻提及，這些塑膠微粒會吸附數種有機汙染物，且可能在海洋中經由浮游生物的攝食，進入食物鏈而危及生態，因此許多地區開始立法禁用塑膠微粒。

5-4

聚乙烯由乙烯（ C_2H_4 ）聚合而成

15. (B) 根據本文，「柔珠」屬於下列何種物質？
 (A) 天然聚合物 (B) 合成聚合物 (C) 碳水化合物 (D) 無機化合物。
16. (A) 下列物質（單個）的粒子大小比較，何者正確？
 (A) 碳原子 < 乙烯 < 柔珠 (B) 柔珠 < 碳原子 < 乙烯
 (C) 乙烯 < 柔珠 < 碳原子 (D) 乙烯 < 碳原子 < 柔珠。
17. (D) 下列為網路上大家關心的一則問與答：關於 PS 或 PP 的敘述，下列何者正確？

5-4

問：外帶咖啡的塑膠杯蓋會釋出致癌物質，是真的嗎？
 答：過去咖啡杯蓋的材質多為聚苯乙烯（簡稱 PS），由苯乙烯（ C_8H_8 ）聚合而成，相關單位已對此材質訂出使用規範，以確保安全。為免疑慮，市面咖啡杯蓋材質已逐漸改成聚丙烯（簡稱 PP），聚丙烯是由丙烯（ C_3H_6 ）聚合而成。PS 和 PP 都屬於熱塑性聚合物，只要符合規定，消費者正常使用下，尚無安全疑慮。

- (A) PS 和 PP 都屬於網狀聚合物 (B) PP 是由碳水化合物聚合而成
 (C) PP 是由十多個丙烯分子所組成 (D) PS 是由數千個以上的原子所組成。

【 111 年會考試題】

18. (A) 蘋果酸是蘋果等水果中含有的成分，化學式為 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$ ，分子中含有兩個 COOH 原子團，是蘋果的酸味來源，常作為食品添加劑。關於蘋果酸的說明，下列何者正確？
 (A) 屬於有機化合物，也是電解質 (B) 屬於有機化合物，也是非電解質
 (C) 屬於無機化合物，也是電解質 (D) 屬於無機化合物，也是非電解質。

19. (B)

為避免攝取過量咖啡因，可先降低咖啡豆中的咖啡因含量。將咖啡豆浸泡在有機溶劑中，咖啡因會溶於溶劑中，之後取出咖啡豆加熱，使溶劑揮發掉。二氯甲烷是過往常用的有機溶劑，去除咖啡因效果好又易揮發，但後來因安全疑慮而棄用，並改用乙酸乙酯。因為酯類_____，所以較無安全性疑慮，美國食品藥物管理局許可使用乙酸乙酯來去除咖啡因，且無明定殘留許可標準。

依據上述資訊，畫線處最適合填入下列何者？

- (A) 只由碳和氫兩種原子所組成 (B) 是香蕉、柳丁等水果就含有的物質
(C) 沸點比二氯甲烷高，而不易揮發去除
(D) 是油脂與鹼性物質進行皂化反應後的產物。

20. (A)
跨科

「新聞報導某處養殖池的白蝦大量暴斃，調查後初步推測是高溫與暴雨，使養殖池的溶氧量和 pH 值劇烈變化，導致水質改變所造成的。專家建議為避免白蝦大量死亡，應注意水溫變化，可先用水車調整水中的溶氧量，並監控水中的 pH 值，投放熟石灰（氫氧化鈣）調整至合適的 pH 值。」關於上述專家建議的方法，下列說明何者最合理？

- (A) 使水中的溶氧量增加，pH 值增加
(B) 使水中的溶氧量增加，pH 值減少
(C) 使水中的溶氧量減少，pH 值增加
(D) 使水中的溶氧量減少，pH 值減少。

溶氧量：溶解於水中的氧氣量

21. (B)
跨科

「一氧化二氮無色、無味，在常溫常壓下為氣態。它會吸收地表輻射，也對人體的中樞神經有作用，常在醫療上作為麻醉使用。」根據上述介紹，可知一氧化二氮會造成溫室效應，其原因最可能是上述提到的何種特性？

- (A) 無色、無味 (B) 會吸收地表輻射
(C) 常溫常壓下為氣態 (D) 對人體的中樞神經有作用。

溫室氣體
的性質

笑氣
N₂O
氧化亞氮

22. (B)

桶裝瓦斯是臺灣常用的燃料供應設備，桶裝瓦斯內的液化石油氣在室溫下離開鋼瓶的高壓環境後，可由液態變回氣態，再進行燃燒，提供熱能。根據上述說明，若想將氮氣由氣態變為液態，最適合使用下列何種方式？

- (A) 降低溫度，減少壓力 (B) 降低溫度，增加壓力
(C) 升高溫度，減少壓力 (D) 升高溫度，增加壓力。

23. (B)

5-3

水中含有高濃度的鈣離子和鎂離子時，加熱後會產生鍋垢，甚至導致鍋爐等裝置故障，這些鈣離子和鎂離子也會和肥皂反應，使肥皂不易起泡泡。小樺以肥皂水檢驗數種水質，想知道哪一種水含有較高濃度的鈣離子和鎂離子，步驟如下：

一、配製飽和的肥皂水 200 mL。

二、在乾淨的試管中裝入 10 mL 的自來水。

三、以滴管將肥皂水滴入步驟二的試管中，邊滴邊用力搖晃，直到能搖晃出肥皂泡泡為止，記錄此時的滴數。

四、重複步驟二至三，測定三次取平均值。

五、將步驟二的自來水改成蒸餾水、逆滲透水和白開水，並分別進行步驟三和四。

實驗紀錄如表所示：

	自來水	蒸餾水	逆滲透水	白開水
平均滴數(滴)	35	2	3	30

關於此實驗的說明，下列何者合理？

- (A) 表中平均滴數越高，表示此種水的鈣離子和鎂離子濃度越低
- (B) 由表中數據推測，白開水比蒸餾水更容易在鍋爐中產生鍋垢
- (C) 由表中數據推測，逆滲透水中的鈣離子、鎂離子濃度大於自來水
- (D) 步驟三逐滴滴入肥皂水時，試管中鈣離子、鎂離子的濃度會逐漸增加。

24. (A) 天然氣為常用燃料，其組成以甲烷為主，並含有少量的乙烷、丙烷等氣體，各地區所出產的天然氣成分比例各不相同。表列出 1 m^3 的烷類完全燃燒時所放出的熱量，以及二氧化碳排放量(碳排放量)。依據表中資訊判斷，若以燃燒放出相同熱量為前提，比較不同成分比例的天然氣，下列推論何者最合理？

	熱量 (kcal/m ³)	二氧化碳排放量 (g/m ³)
甲烷	9,006	X
乙烷	15,867	2X
丙烷	22,754	3X

$$X=1,803$$

- (A) 甲烷體積比例越高的天然氣，其碳排放量越低
- (B) 丙烷體積比例越高的天然氣，其碳排放量越低 *多*
- (C) 甲烷體積比例越高的天然氣，燃燒所消耗的體積越少 *多*
- (D) 丙烷體積比例越高的天然氣，燃燒所消耗的體積越多。 *少*

25. (C) 臭鼬為擺脫敵人的威脅，會釋出硫酸和硫醇的混合物，不僅奇臭無比，甚至可能會讓敵人窒息和暫時失明。已知硫醇指的是醇類分子(如 $\text{C}_4\text{H}_7\text{OH}$)中的氧原子被硫原子取代的化合物(如 $\text{C}_4\text{H}_7\text{SH}$)。若僅依據上述有提及的物質，判斷臭鼬所釋出的混合物成分，下列說明何者合理？

- (A) 含有酯類和醇類
- (B) 含有烴類和無機化合物
- (C) 含有無機化合物，但不含烴類
- (D) 含有醇類，但不含無機化合物。

【112 年會考】

26. (A) 取甲、乙兩種化合物，分別在足量的氧氣中燃燒，反應式分別為：



關於甲、乙兩種化合物的比較與說明，下列何者正確？

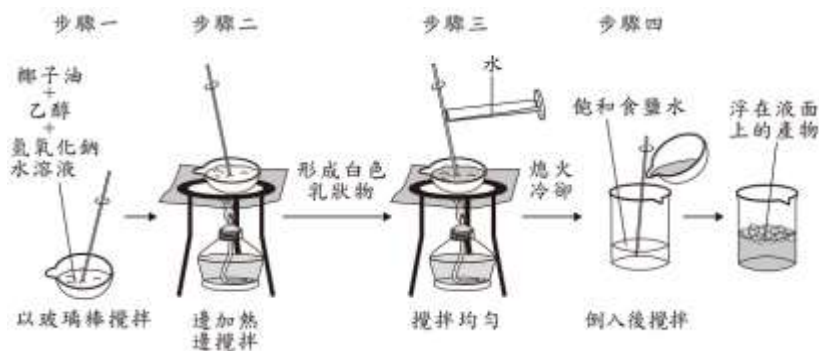
- (A) 甲的分子量大於乙，且甲可能為醇類
- (B) 甲的分子量大於乙，且甲可能為烴類
- (C) 乙的分子量大於甲，且乙可能為醇類
- (D) 乙的分子量大於甲，且乙可能為烴類。

硫酸 + 醇類

2C 6H 10 → 甲 = C₂H₅OH 乙醇
2C 4H → 乙 = C₂H₄ 乙烯

27. (D) 附圖為小琪進行實驗的步驟示意圖：

5-3



關於此實驗，下列說明何者正確？

(A) 步驟一蒸發皿中的物質均為反應物

乙醇不是為了加速

(B) 步驟二的目的可以避免反應速率過快

(C) 步驟三所加入的水是催化劑

(D) 步驟四的目的是為了分離不同的生成物。

28. (B) 附表為四位學生對於有機化合物、無機化合物中組成元素的說明，哪一位學生的說明最合理？

學生	有機化合物	無機化合物
小玉	必含C	必不含C
小如	必含C	可以含C
小方	必含C、O	必不含C、O
阿德	必含C、H、O	可以含C、H、O

(A) 小玉 (B) 小如 (C) 小方 (D) 阿德。

第六章 力與壓力

6-1 力與平衡

❖ 力的認識

一、力的效應：當物體受力的作用時，將使物體產生：

1. **形狀**的改變：伸長、縮短、彎曲、扭轉……。簡稱「形變」

例如：橡皮筋拉長、塑膠尺彎曲、鐵匠利用鐵鎚用力敲打鐵塊，以打出各種形狀等。

2. **運動狀態**改變：方向改變或速度大小的改變。

例如：靜止小球受力產生運動、運動中的車子，遇到阻力時，速度將愈來愈慢。

二、力的種類：以施力與受力體是否**接觸**區分

- ① **接觸**力：需要與物體接觸才能產生力之效應。
- ② **非接觸(超距)**力：不必與物體接觸就能產生力之效應

接觸力	非接觸力 (超距力)
彈力、摩擦力 支撐力 浮力、壓力…	重力 (地心引力) 萬有引力 磁力、靜電力…

三、力的重力單位：

- (1) 重量：物體所受**地心引力**的大小

- (2) 地心引力大小的表示：

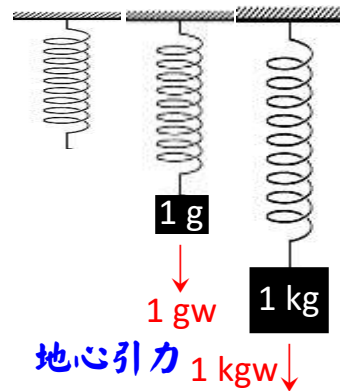
- ① 由「牛頓第二運動定律」計算 (**九上課程**)
- ② 由**質量**比擬地心引力的大小 ($\because \text{引力} \propto \text{質量}$)

質量 1 g 物體所受引力大小定義為 1 gw(公克重)。

質量 X g 物體所受引力大小定義為 X gw。

質量 1 kg 物體所受引力大小定義為 1 kgw(公斤重)。

質量 Y Kg 物體所受引力大小定義為 Y kgw。



3. 重力單位：① 公斤重：Kgw ② 公克重：gw $\Rightarrow 1\text{Kgw} = 1000\text{gw}$ $1\text{gw} = 10^{-3}\text{Kgw}$

四、力的三要素：力的大小、方向和作用點

1. 力描述的三個要素 $\Rightarrow$ 構成力的作用圖 (力圖)

- ① 力的**大小**：

① 以「力的重力單位」表示：公斤重 kgw、公克重 gw。

② 以「**比例線段**」表示：

- ② 力的**方向**：受力方向以「方位」表示

① 力是有方向性的物理量 (是向量，非純量)

② 帶有箭頭的線段，箭矢方向即是受力方向

- ③ 力的**作用點**：力對物體施力的位置

五、牛頓第一運動定律：又稱「慣性定律」

① 物體若不受外力作用，或受外力作用但合力為零，則其運動狀態將維持不變。

即靜者恆靜；動者恆動，且作一直線等速度運動。(九上課程)

❖ 例題演練（回家功課）

1. 請依下列 A~Q 項的現象或描述，回答下列問題：

- | | | |
|-------------------|----------------|--------------|
| (A) 吹氣使氣球變大 | (B) 光滑面等速運動的物體 | (C) 將彈簧拉長 |
| (D) 用摩擦過的塑膠尺吸引小紙片 | | (E) 地球繞著太陽公轉 |
| (F) 車速越來越快 | (G) 用力將皮球壓扁 | (H) 把橡皮筋拉長 |
| (I) 電燈突然熄滅 | (J) 磁鐵吸引鐵釘 | (K) 石頭從高處落下 |
| (L) 國旗在風中飄揚(複選) | (M) 將毛巾扭轉 | (N) 羅盤指向北方 |
| (O) 熱汽球往上升 | (P) 用力推開門 | (Q) 球漸漸慢下來 |

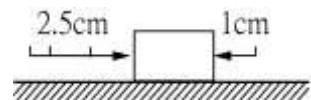
- (1) A~Q 項，何者不是受力作用的結果？ B.I (2)。
- (2) A~Q 項，何者是「接觸力」作用的結果？ A.C.F.G.H.L.M.O.P.Q (10)。
- (3) A~Q 項，何者呈現「發生形變」之力效應？ A.C.G.H.L.M (6)。
- (4) A~Q 項，何者呈現「運動狀態改變」之力效應？ D.E.F.J.K.L.N.O.P.Q (10)。
- (5) A~Q 項，何者是「非接觸力」作用的結果？ D.E.J.K.N (5)。

2. (A) 若以「」代表向東施力 20 公斤重，則「」可以代表：

- (A) 向北施力 10 公斤重 (B) 向南施力 10 公斤重
(C) 向北施力 5 公斤重 (D) 向南施力 5 公斤重。

3. 一物體在光滑平面上，它受力的狀態如附圖：(1 cm 代表 20 gw)，則：

- ① 此物體受到向右的力大小為多少 gw？ 50 gw。
- ② 此物體受到向左的力大小為多少 gw？ 20 gw。



4. 已知李四的質量為 45 公斤、張三的重量為 30 公斤重，則：

- ① 李四的重量為 45 公斤重；他所受地心引力 45000 公克重。
- ② 張三的質量為 30 公斤。

5. 回答下列問題：

- ① 力的二效應：形狀 的改變、運動狀態 的改變。
- ② 力的二種類：接觸 力、非接觸(超距) 力。
- ③ 力的三要素：大小、方向、作用點。

❖ 練習題：(題目出處：教育部國中學學習資源網)

() 1. 以下關於『力』的敘述，何者錯誤？

- (A) 力不但具有大小，也具有方向性 (B) 可以用帶有箭頭的線段表示『力』
(C) 物體受力時，必定產生形變及運動狀態改變
(D) 物體因為拉扯而產生形變，表示物體受到力的作用。

() 2. 以下有哪一現象可說明物體因為受力而產生形變？

- (A) 汽車遇到紅燈減速然後停止 (B) 在購物中心推動購物車
(C) 被用力拋到空中的籃球 (D) 捏塑黏土做成可愛的玩偶。

- () 3. 以下可說明『力的效應』的有幾項？
(甲) 電燈熄滅 (乙) 國旗隨風飛揚 (丙) 用毛皮摩擦後的塑膠尺可以吸引小紙片
(丁) 將石頭往上丟之後會再落下 (戊) 將紙撕成兩半
(A) 2 項 (B) 3 項 (C) 4 項 (D) 5 項
- () 4. 以下有哪一現象可說明物體因為受力而產生運動狀態改變？
(A) 繞地球做圓周運動的人造衛星 (B) 靜置在桌面上的字典
(C) 等速度在光滑平面上滑行的木塊 (D) 地表因為地震而隆起。
- () 5. 以下有幾項可以說明物體受到力的作用？
(甲) 草皮上的足球愈滾愈慢 (乙) 將空寶特瓶壓扁 (丙) 電燈發亮
(丁) 用橡皮筋綁頭髮 (戊) 靜置在停車場內的汽車 (己) 坐在沙發上使沙發凹陷
(A) 3 項 (B) 4 項 (C) 5 項 (D) 6 項。
- () 6. 以下有哪一項不是描述『力』的要素呢？ (A) 大小 (B) 方向 (C) 施力點 (D) 施力者。
- () 7. 以下有哪個不是『力』的單位？ (A) kg (B) kgw (C) gw (D) N
- () 8. 『力』可用一個帶有箭頭的線段來表示。以下有關於力的圖示法哪一項說明是錯的？
(A) 施力愈大，線段長度就愈長 (B) 線段的長度和力的大小無關
(C) 線段長度和力的大小成正比 (D) 箭頭所指的方向就是力的方向。
- () 9. 力可分為接觸力以及非接觸力（超距力）兩大類，則以下有哪一項的分類與其他三者不同？ (A) 重力 (B) 推力 (C) 摩擦力 (D) 浮力。
- () 10. 已知同一物體在月球上的重量大約是地球上重量的六分之一。若小明在地球上最多可以舉起 60 公斤重的物體，則在月球上小明最多可舉起質量、重量為多少的物體？
(A) 60 公斤、60 公斤重 (B) 360 公斤、360 公斤重
(C) 60 公斤、360 公斤重 (D) 360 公斤、60 公斤重。
- () 11. 以下有哪一項是不需要與物體接觸，即能產生力的作用？
(A) 木塊在桌面上滑動受到摩擦力 (B) 船受到浮力浮在大海上
(C) 將一條橡皮筋拉長 (D) 磁鐵吸引鐵釘。
- () 12. 有甲乙兩顆鐵球，甲鐵球在地球上的重量是乙鐵球在月球重量的兩倍，則甲乙兩顆鐵球在月球上的質量比應是多少？
(A) 1 : 3 (B) 3 : 1 (C) 1 : 12 (D) 12 : 1 。
- () 13. 小明在高山上所量得的重量和小華在平地所量得的重量相等，則當小明下山和小華在同一地方時，以下的敘述何者正確？
(A) 兩人在同一地點所測出的重量仍然相同 (B) 小明的質量較大
(C) 小華的質量較大 (D) 兩人質量相同。
- () 14. 任何兩物體間都存在有萬有引力，可是為什麼我們感覺不出人與人之間的萬有引力？
(A) 人和人之間的距離太遠 (B) 人的質量太小
(C) 因為所受到的萬有引力會互相抵消 (D) 因為萬有引力只存在於真空當中。

❖ 力的測量

1. 力的測量：

(1) 力如何測量：藉物體受力後產生的形變大小來測量力

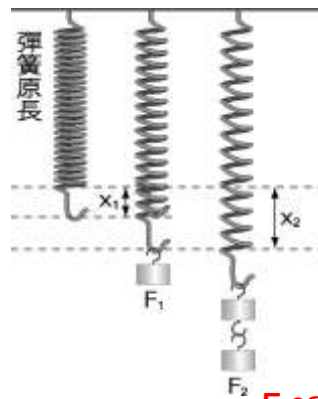
(2) 力的測量工具：彈簧秤。

(3) 測量原理：虎克定律。⇒ 英國虎克發現：彈簧的受力與其形變量有正比關係



Robert Hooke

虎克 西元1635—1703



次數	F 受力	X 伸長
1	10gw	1 cm
2	20gw	2cm
3	25gw	2.5cm
4	40gw	4cm
:	:	:

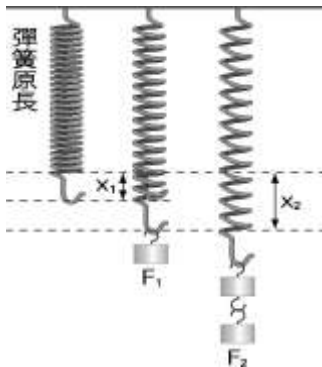
指彈簧的伸長量，非全長

(在彈性限度內時)

2. 虎克定律：

(1) 彈簧的受力 F 與其形變量 X 有正比關係 ⇒ $F \propto X$ 。

⇒ 形變量：① 伸長 量 ② 壓縮 量



L_0 = 彈簧原長 (不受力時之長度)

① 受力 F_1 時：第一次伸長量 $= X_1 = L_1 - L_0$

② 受力 F_2 時：第二次伸長量 $= X_2 = L_2 - L_0 \dots$

$$\Rightarrow \frac{\text{第一次秤重}}{\text{第一次形變量}} = \frac{\text{第二次秤重}}{\text{第二次形變量}} \dots \frac{F_1}{X_1} = \frac{F_2}{X_2}$$

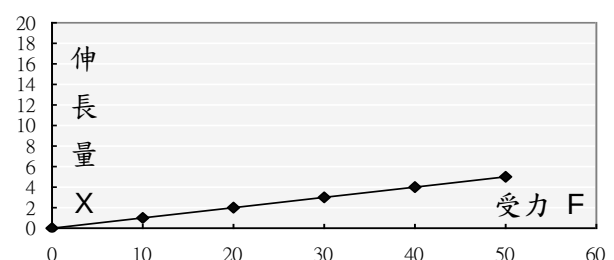
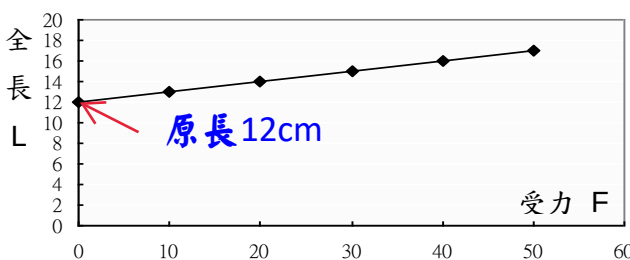
(2) 關係圖 ⇒ 彈簧的受力與伸長量的比值 ($\frac{F}{X}$ ($\frac{gw}{cm}$)) 是定值

① 受力 F 與全長 L 關係圖：直線但非正比、截距 = 原長。

② 受力 F 與伸長量 X 關係圖：正比圖形 (通過原點的直線)

實驗次數	1	2	3	4	5
外力 gw	10	20	30	40	50
彈簧全長	13 cm	14 cm	15 cm	16 cm	17 cm
伸長量	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm

全長-原長=

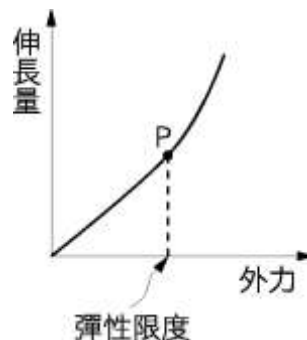


$$\Rightarrow F \propto X \Rightarrow gw/cm = \frac{10}{1} = 10$$

(同一根彈簧比值不變)

(3) **彈性限度**：彈簧測量重量的最大限度

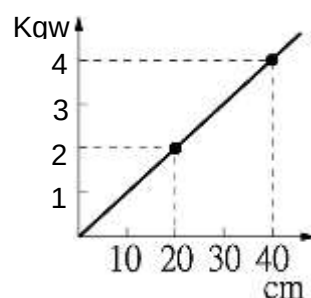
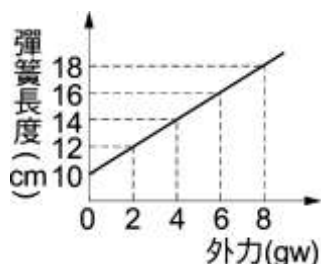
- ① 超過此限度時，受力與伸長量不成正比
- ② 超過此限度時，外力除去，彈簧也不能恢復原長
- ③ 彈性體雖在彈性限度內，但因長時間力的作用，即時除去外力，也無法再恢復原狀的現象，稱為**彈性疲乏**。



❖ 範例解說

1. 左下圖是一彈簧受力後，長度與外力之關係圖，則：

- ① 此彈簧不受力時的長度？ 10 cm。
- ② 使此彈簧伸長 1 公分，需施力多少公克重。 1 gw
- ③ 於彈簧下掛某物體時，其彈簧伸長量為 5 cm，此物體重量為 5 gw。



2. 右上圖是一彈簧受力後，伸長量與外力之關係圖，則：

- ① 使此彈簧伸長 25 公分，需施力 2.5 Kgw。
- ② 若施力 10Kgw，伸長量 無法判斷 cm。

3. 小明在彈簧下端分別懸掛不同重量物體，測得彈簧全長數據如下，則：(是否在彈性限度內?)

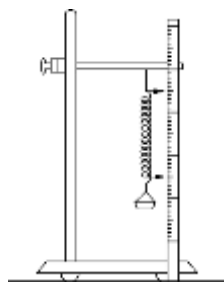
所掛物體重 (gw)	40	60	80	100	120	140
彈簧長度 (cm)	9.4	10.6	11.8	13.0	14.2	15.4

- ① 彈簧不掛物體時的長度 7.0 公分。
- ② 欲掛 90 gw 物體時，彈簧的伸長量為 5.4 公分。
- ③ 若改掛 130 gw 物體時，彈簧全長將變為 14.8 公分。

4. 一彈簧原長 10 cm，下掛未知重量的秤盤，而後分別掛砝碼，如表：則

秤盤重 20 gw。

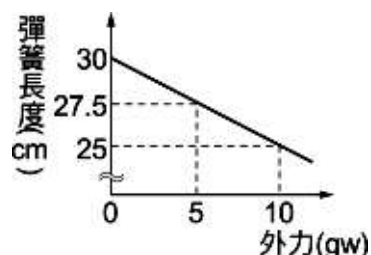
砝碼 gw	20	40	60	80	100
彈簧長度 cm	14	16	18	20	22



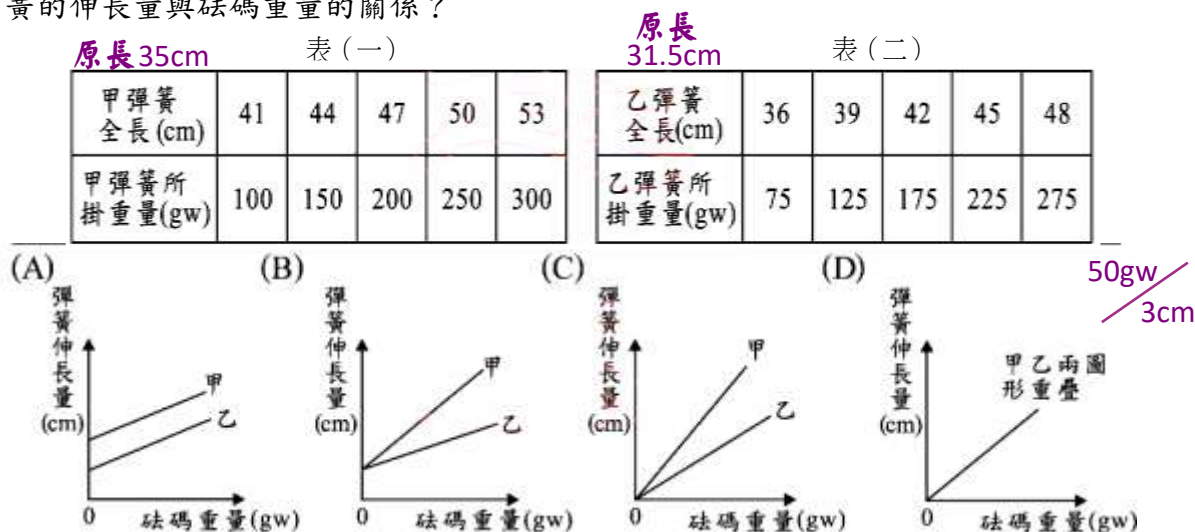
5. 附圖是一彈簧之受力壓縮後，其長度與外力之關係圖，

今於彈簧上靜置 8 公克重的物體，則：

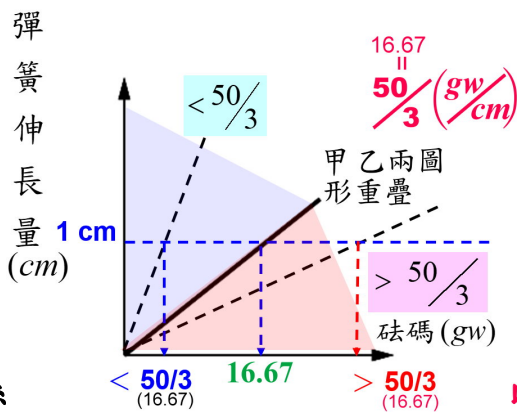
- ① 此彈簧不受力時的長度為 30 公分。
- ② 其彈簧的壓縮量為 4 公分。
- ③ 此時彈簧長度為 26 公分。



6. (D) 小真取甲、乙兩條彈簧，在它們的彈性限度內測量彈簧長度與所掛砝碼重量的關係，其結果如表(一)與表(二)所示。依據表中的數據，下列哪一個圖形可表示甲、乙兩彈簧的伸長量與砝碼重量的關係？



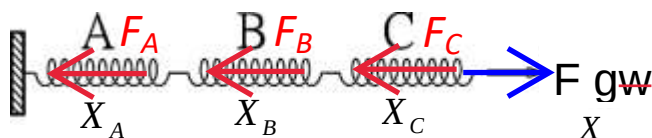
⇒ 虎克定律趨勢討論：



❖ 彈簧的串聯與並聯關係

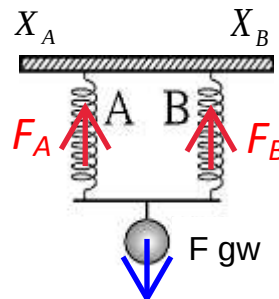
(1) 串聯：將數個彈簧串接時

- ① 各彈簧的受力 **處處相等** ⇒ $F = F_A = F_B = F_C$ 。
 ② 總伸長量為各彈簧伸長量之 **總和** ⇒ $X = X_A + X_B + X_C$ 。



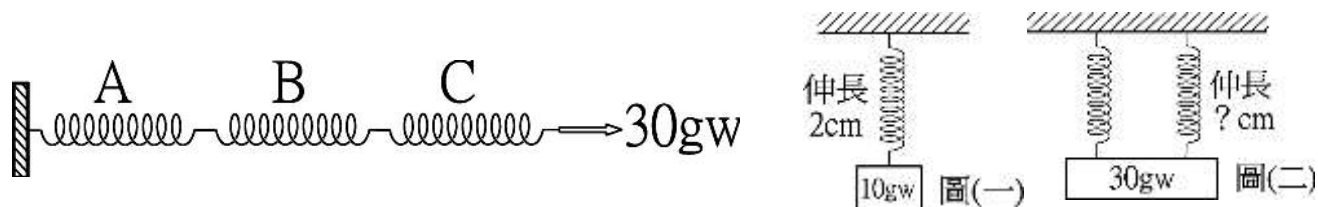
(2) 並聯：將相等長度的彈簧並列連接時

- ① 並聯的各彈簧受力總和與物重 **相等**
 ⇒ $F = F_A + F_B$ 。
 ② 並聯的各彈簧伸長量 **相等**
 ⇒ $X_A = X_B$ 。



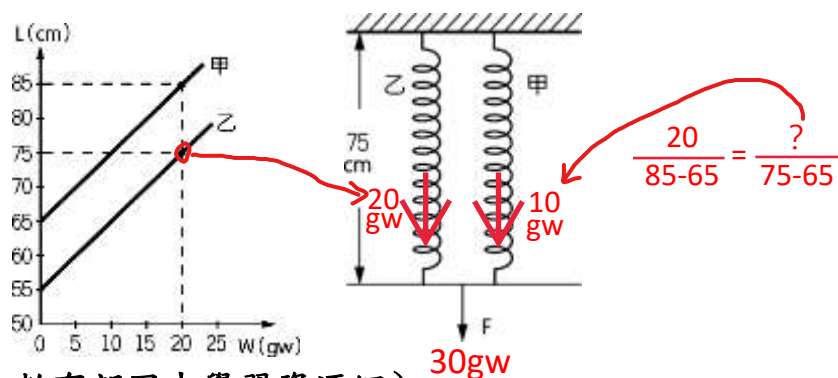
例題 1. 若 A、B、C 是三個相同的彈簧，在彈性限度內，當下端分別掛 20 gw 的重物時，伸長量均為 2 cm。若將三者作如下圖之連接，並施力 30 gw。則：

- ① A 彈簧受力 30 gw； B 彈簧受力 30 gw； C 彈簧受力 30 gw。
 ② A 彈簧伸長 3 cm； B 彈簧伸長 3 cm； C 彈簧伸長 3 cm。



例題 2. 有一彈簧，其下端掛 10 gw 時，伸長 2 公分，如附圖(一)，若將與其相同的彈簧二條合併使用，其下端掛 30 gw 時，如附圖(二)，每一條均伸長 3 cm。

例題 3. 小明在甲、乙兩條不同的彈簧下懸掛砝碼，彈簧長度 (L) 與砝碼重量 (W) 之關係如圖 (一) 所示，且兩彈簧質量皆可忽略。若將兩彈簧並聯後，向下用力拉長彈簧，同時使兩彈簧的長度皆為 75cm，如圖 (二) 所示，則施力 F 的大小應為 30 gw。



❖練習題：(題目出處：教育部國中學習資源網)

- (C) 1. 某彈簧原長為 16 公分，底下懸吊 160 公克重的砝碼，彈簧長度變為 24 公分；若改掛另一砝碼，則彈簧長度變為 21.5 公分，則第二次所掛的砝碼重量應該是多少？(以上均未超出彈性限度)

(A)70 (B)90 (C)110 (D)130 公克重。 $\frac{160}{24-16} = \frac{20}{1} = \frac{x}{21.5-16}$

- (B) 2. 已知同一物體在月球上重量是在地球上重量的六分之一。若地球上有一彈簧，在彈簧下懸吊 120 公克砝碼時，彈簧伸長 6 公分；若將同一彈簧拿到月球上，在彈簧下懸吊 360 公克砝碼，此時彈簧應伸長幾公分？

(A)2 (B)3 (C)12 (D)18 公分。

- (A) 3. 有一條彈簧在月球上懸吊重量 240 公克重的砝碼時可以伸長 6 公分，若將同樣一條彈簧拿到地球上，在彈簧下懸吊質量 180 公克的砝碼，則彈簧的伸長量應該是多少？

(A)4.5 (B)27 (C)12 (D)24 公分。 $\frac{240}{6} = 40 = \frac{180}{x}$

- (D) 4. 以下關於彈簧秤的敘述何者錯誤？

(A)可利用彈簧秤來測量力量的大小
(B)在彈性限度內，彈簧的形變程度和所受外力成正比
(C)在月球上仍可使用彈簧秤測量重量
(D)彈簧秤是利用彈簧的形變程度來測量物體的質量。

- (D) 5. 以下何者不是使用彈簧當測量工具的原因？ (A)彈簧受力後的形變很明顯 (B)彈簧受力後產生的形變很有規律 (C)彈簧彈性好 (D)彈簧容易改變形狀。

- (C) 6. 有一條彈簧，原長 12 公分，彈簧下方懸吊一個未知重量的秤盤。在秤盤上放置砝碼，

測量出砝碼重量與彈簧全長的關係如下表，則秤盤的重量應該是多少？

砝碼重量 (gw)	0	30	60	90	120	150
彈簧全長 (cm)	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5

$$\frac{F}{x} = \frac{30}{3} = \frac{15}{1.5}$$

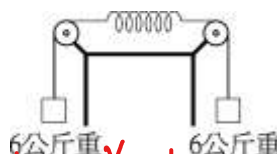
(A)5 (B)10 (C)15 (D)20 公克重。 $13.5 - 12 = 1.5$

- (D)7. 小銘做虎克定律實驗，得到彈簧所受外力與伸長量的關係如下表。若在同一條彈簧下端懸吊一個木塊，此時彈簧伸長量為 15 公分，則該木塊的重量應該是多少？

外力 (gw)	0	50	100	150	200
伸長量 (cm)	0	3	6	9	12

(A)200 (B)250 (C)300 (D)無法判斷。

- (A)8. 在一彈簧下端懸吊 3 公斤重的砝碼，彈簧的伸長量為 5 公分。若將該彈簧橫放，在其左右兩端分別施以 6 公斤重的拉力如下圖，則彈簧的伸長量應該是多少？（以上均未超出彈性限度）



(A)10 (B)20 (C)25 (D)30 公分。

看一端即可，另一端作為支撐使彈簧維持不動

- (D)9. 小華做虎克定律實驗，彈簧所受外力與伸長量間關係如下表，其中有一處因為污損而看不清紀錄。請問表格中空白處的數字應該是多少？

砝碼重量 (gw)	20	40	60	90	100
伸長量 (cm)	4	8	12	18	20

$$\frac{20}{4} = 5 = \frac{30}{6}$$

(A)15 (B)16 (C)17 (D)18

❖ 力的平衡

1. 力的平衡：

(1) 意義：若物體受多個外力作用，物體仍維持 靜止 狀態。

⇨ 此時物體所受合力 = 0，達 靜力平衡。

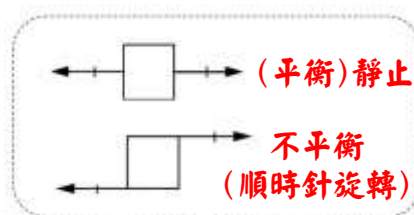
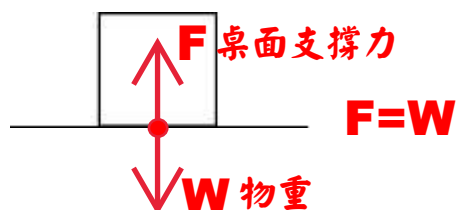
(2) 力的平衡條件：物體所受合力 = 0。

① 物體若受一力作用時，其平衡的條件：不可能平衡。



② 物體若受二力作用時，其平衡的條件：(缺一不可)

① 大小 相等。 ② 方向 相反。 ③ 作用在同一直線上。



③ 物體若受多力作用時，其平衡的條件： $F_{\text{合力}} = 0$ 。

2、力的合成：

① 物體受一分力作用時：此分力就是合力

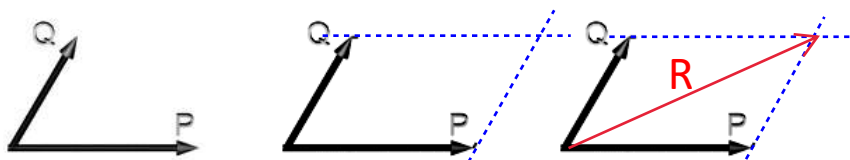
② 物體受二分力作用時：

❶ 兩力方向相同（夾角 0 度）時：合力最大，且合力為兩力之 合。

❷ 兩力方向相反（夾角 180 度）時：合力最小，且合力為兩力之 差。

❸ 物體受二力（ $\theta \neq 0$ ； $\theta \neq 180$ ）作用時，合力的求法：

（1）平行四邊形法：



$\Rightarrow$ 合力與分力的關係 $\Rightarrow P - Q \leq R \leq P + Q$

例 1. 兩力 3、4gw，作用於同一物體時，則：

① 當其夾角為 0 度，合力為 7 gw。

② 當其夾角為 90 度，合力為 5 gw。

③ 當其夾角為 180 度，合力為 1 gw。

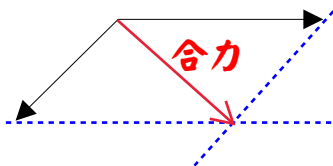
例 2. 兩力 3、4gw 作用一物體，其合力大小的範圍為 $1\text{gw} \leq \text{合力} \leq 7\text{gw}$ 。

例 3. 物受向東 4gw、向西 10gw、向南 10gw、向北 2gw，則其合力 = 10 gw，方向向 ↓。

例 4. 兩分力作用於一物體，其合力最大為 10gw，最小為 2gw，則兩分力為 6 gw、4 gw

例 5. 求以下之合力：

①



❖ 練習題：（題目出處：教育部國中學習資源網）

(B) 1. 以下敘述中，哪一個物體 並未 處於靜力平衡？

(A) 靜置在桌上的字典 (B) 在運動場上跑步的運動員

(C) 懸掛在牆壁上的壁畫 (D) 地面上的建築物。

(D) 2. 有一物體受到兩個作用力，以下有哪一項不是兩力平衡的條件？

(A) 大小相等 (B) 方向相反 (C) 作用在同一直線上 (D) 該物體必定保持靜止不動。

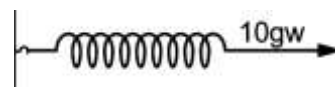
(C) 3. 有一彈簧，一端固定在牆壁上，另一端施以 10 gw 的作用力如圖，則以下敘述何者 錯誤？

(A) 該彈簧對牆壁也施以一個向右 10 gw 的拉力

(B) 牆壁也會給彈簧 10 gw 向左的拉力

(C) 彈簧只受到一個作用力，所以合力是 10 gw

(D) 彈簧所受的合力為零。

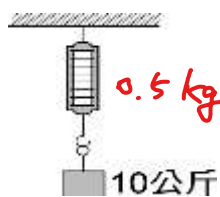


(B)4. 以下哪一項敘述中的物體不是處於兩力平衡的狀態？

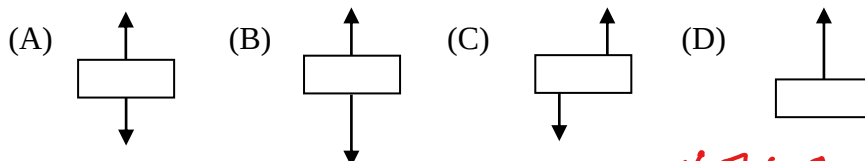
- (A)浮在水面上不動的船 (B)在高空任意飛行的氣球
(C)懸吊在天花板上的吊燈 (D)等速度落下的雨滴。

(A)5. 有一重量 10 公斤重的物體懸吊在 500 公克重的彈簧秤下如圖，則以下的作用力何者最大？

- (A)天花板拉彈簧秤的力 10.5 kg
(B)彈簧秤拉物體的力 10 kg
(C)物體拉彈簧秤的力 10 kg
(D)一樣大。



(A)6. 有一木塊靜置在桌面上，則以下哪一個圖最有可能是該木塊受力的力圖？



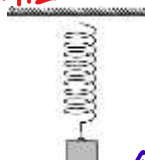
(C)7. 有一物體懸吊在彈簧下如下圖，則以下有哪兩力互為平衡力？

- (甲)彈簧拉物體的力 (乙)物體拉彈簧的力
(丙)地球吸引物體的力 (丁)天花板拉彈簧的力
(A)甲乙 (B)乙丙 (C)甲丙 (D)甲丁

作用在同一物體上

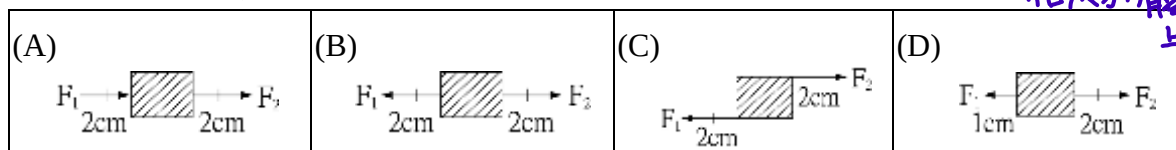
① 甲丙

② 乙丁



(B)8. 以下有那一個圖最能代表物體所受兩力達到平衡？

互為作用與反作用力：甲乙 (作用在相反物體上)



(B)9. 假設雨滴從空中落下時，只受到空氣阻力、浮力及重力。若雨滴等速度落下，則以下關於雨滴的受力情形，哪一項敘述是正確的？

- (A)因為雨滴是向下運動，所以雨滴所受的合力向下
(B)雨滴所受的重力大於阻力
(C)雨滴所受的重力等於阻力
(D)雨滴所受的重力小於阻力。

重力↓ = 阻力↑ + 浮力↑

(A)10. 若一物體同時受到 F_A 和 F_B 兩力的作用， $F_A = 30\text{ gw}$ ， $F_B = 40\text{ gw}$ 。則以下有關這兩力合力的敘述，哪一項錯誤？

- (A)兩力合力必為 70 gw (B)兩力合力不可能為零
(C)當兩力夾 90 度角時，合力為 50 gw (D)兩力合力最大只為 70 gw 。

(D)11. 已知一物體受到 F_A 、 F_B 及 F_C 三個力，且三力合力為零。已知 $F_A = 50\text{ gw}$ 、 $F_B = 80\text{ gw}$ 、 $F_C = 110\text{ gw}$ ，則 F_A 、 F_B 兩力的合力大小是多少？

- (A)130 (B)30 (C)60 (D)110 gw。

(C)12. 假設有五個作用力，大小分別為 30 gw 、 50 gw 、 80 gw 、 120 gw 、 150 gw ，則以下有哪一組三力合力不可能為零？

- (A)50、80、120 (B)30、50、80 (C)50、80、150 (D)80、120、150 gw。

三力合力為零，除夾角 0° 和 180° ，
三力必能圍成三角形

6-1-10

三角形性質：任兩邊長的和必 $>$ 第三邊

6-2 摩擦力

❖ 摩擦力的存在

1. 摩擦力：

(1) 存在的證據：

- ① 朝水平方向推桌子，桌子仍然不動
- ② 在草地上滾動的球，不久就停下來
- ③ 靜止於斜面上的物體

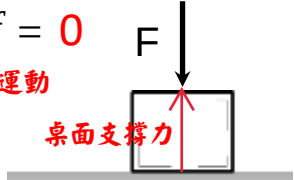
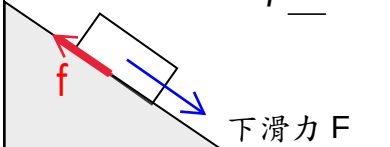
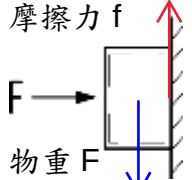
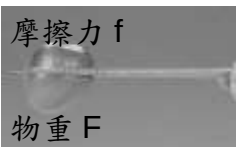
⇒ 物體在靜止或運動中時，都 **可能** 有摩擦力

(2) 意義：阻止物體 **運動** 的力

- ① 摩擦力發生於物體與 **接觸面** 之間
- ② 物體沿接觸面有受力傾向者，才有摩擦力

(3) 摩擦力的方向：恆與 **物體運動方向** 相反 (物體受外力仍靜止時，摩擦力與外力大小相等方向相反)

(4) 說明例：標示摩擦力的方向及大小(F 表外力；f 表摩擦力)

① 靜止於平面的物體： ⇒ $f = 0$ 無運動 無外力 	② 對物體施以垂直力 ⇒ $f = 0$ 無運動 桌面支持力 	③ 對物體施以水平力 ⇒ $F = f$, 物靜止 ⇒ $F > f$, 物運動 
④ 在斜面上的靜止物體 摩擦力 f ⇒ $f = F$  下滑力 F	⑤ 施力將物體靜止於牆 ⇒ $f = F$ 摩擦力 f 物重 F 	⑥ 筷子夾滷蛋 ⇒ $f = F$  摩擦力 f 物重 F

❖ 摩擦力的測量

1. 摩擦力的測量：

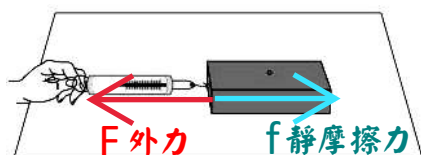
(1) 摩擦力的種類：

- ① **靜** 摩擦力：物體受力作用，仍靜止時的摩擦力
- ② **最大靜** 摩擦力：物體受力作用，恰運動瞬間的摩擦力
- ③ **動** 摩擦力：物體受力作用，運動時的摩擦力

❶ 滑動摩擦 ❷ 滾動摩擦

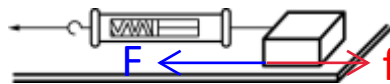
(2) 摩擦力的測量原理：

- ① 靜摩擦力與最大靜摩擦力：**合力=0** ⇒ $f = F$ 。



逐次增加拉力 F
⇒ 物體由靜止到恰運動瞬間

(3) 討論：



- ① 施以水平力，仍靜止 $\Rightarrow$ 靜摩擦力 = 水平力
- ② 施以水平力，恰運動瞬間 $\Rightarrow$ 最大靜摩擦力 = 水平力
- ③ 當無施力時($F=0$) $\Rightarrow$ 摩擦力 0 gw
- ④ 當施水平力時($F=10$ gw) 仍靜止 $\Rightarrow$ 摩擦力 10 gw
- ⑤ 當施水平力時($F=20$ gw) 仍靜止 $\Rightarrow$ 摩擦力 20 gw
- ⑥ 當施水平力時($F=30$ gw) 仍靜止 $\Rightarrow$ 摩擦力 30 gw
- ⑦ 當施水平力時($F=40$ gw) 恰運動 $\Rightarrow$ 摩擦力 40 gw $\Rightarrow$ 最大靜摩擦力

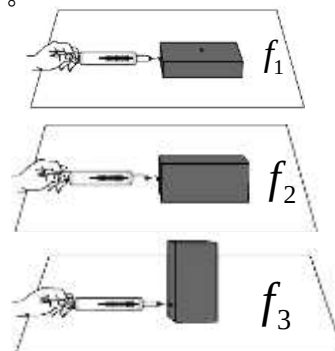
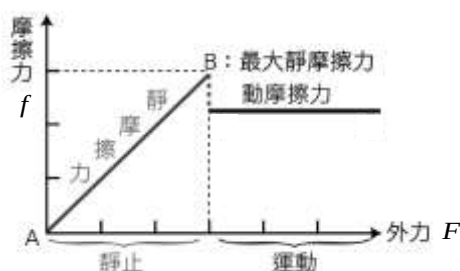
靜
摩
擦
力

③ 外力與摩擦力關係圖：

① 靜摩擦力：有多個，施力 = 靜摩擦力。

$\Rightarrow$ 最大值只一個，為最大靜摩擦力，等於恰運動時的水平力。

② 動摩擦力：為 定值，比最大靜摩擦力 小。



❖ 摩擦力的性質

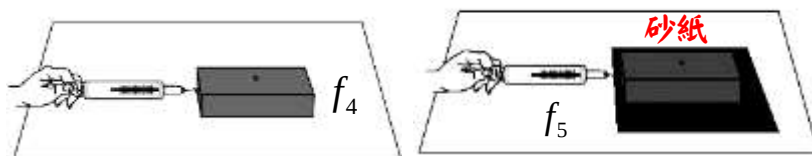
1. 摩擦力的性質探討：

(1) 探討物體接觸面積 大小 對最大靜摩擦力的影響：

$\Rightarrow$ $f_1 = f_2 = f_3$ $\Rightarrow$ 最大靜摩擦力與接觸面積 無關。

(2) 探討物體接觸面 性質 對最大靜摩擦力的影響：(接觸面粗糙程度)

$\Rightarrow$ $f_5 > f_4$ $\Rightarrow$ 接觸面愈粗糙，最大靜摩擦力愈 大。(愈難拉動)



正向力
可視為垂直接觸面
的反作用力

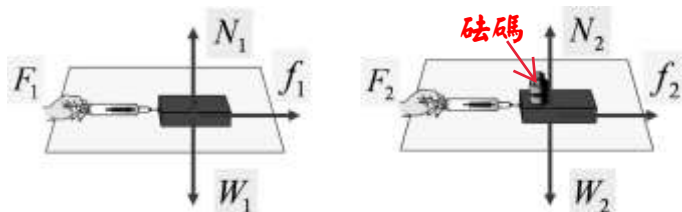
(3) 探討物體 正向力 對最大靜摩擦力的影響：(物體置於平面時)

$\Rightarrow$ $f_2 > f_1$ $\Rightarrow$ 接觸面上正向力愈大，最大靜摩擦力愈 大。(愈難拉動)

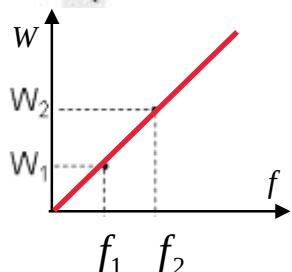
① 正向力：垂直於物體接觸面的力 N ，與物體重量 W 相等。(前提：接觸面為水平面)

② 最大靜摩擦力與正向力成 正 比 $\Rightarrow$ $f \propto W$ 。

$N=W$



$F = f$ (水平)； $W = N$ (鉛直)



$f \propto W$ (物重越重，最大靜摩擦力越大)

$$\Rightarrow \frac{W_1}{f_1} = \frac{W_2}{f_2} = \dots = \frac{W_n}{f_n}$$

2.問題討論：

(1) 將兩手掌分開，掌心相對，球棒平放在兩手掌之上(如圖 ①)

(2) 然後將兩手掌緩慢靠近合併在一起(如圖 ②)。

① 為什麼兩手併攏後，球棒能夠維持平衡？ $\because F_1 + F_2 = W$ 。

② 為什麼細端側的手較容易移動呢？

⇒ 細端側的正向力較小，最大靜摩擦力較小，較易移動。



❖ 摩擦力的應用

1.摩擦力的應用：

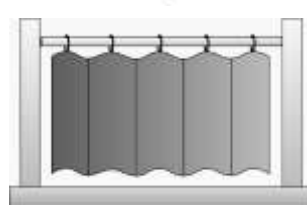
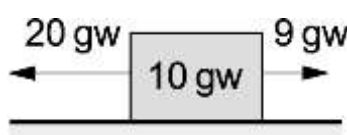
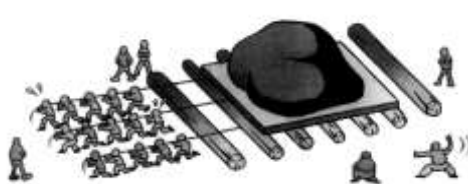
(1) 減少摩擦力的方法：

① 使接觸面光滑 ② 在接觸面間加潤滑劑 ③ 減少正向力

④ 以滾動代替滑動($\because$ 滾動摩擦 < 滑動摩擦)

(2) 增加摩擦力的方法：

① 使接觸面粗糙 ② 增加正向力



❖ 範例解說

1.某物體 10 公克重，原靜止於桌面上，如圖，今在物體兩側分別施以 20 公克重與 9 公克重的水平力，發現物體仍靜止，則該物體所受的摩擦力大小及方向為何？ 11gw 向右。

2.(D) 在浴室裝上浴簾，將兩段式的桿子伸長並旋緊，恰好頂住兩邊牆壁而不致滑落，如圖所示。若桿子的重量為 2.0 公斤重，浴簾的重量為 1.0 公斤重，則桿子兩端所受 摩擦力共為多少公斤重？ (A) 1.0 (B) 1.5 (C) 2.0 (D) 3.0。

3.如圖，小花以不同大小的力水平向右拉地面上的重物，直到物體開始運動。則：

① 當施水平力 5 Kgw 時，摩擦力 = 5 Kgw，此時運動如何？ 靜止。

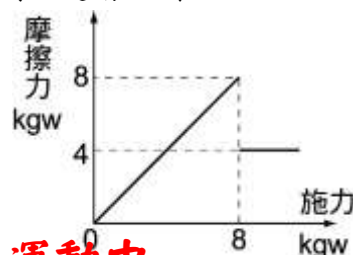
② 當施水平力 7 Kgw 時，摩擦力 = 7 Kgw，此時運動如何？ 靜止。

③ 欲使物體運動需施力 8 Kgw。

④ 當施水平力 10 Kgw 時，摩擦力 = 4 Kgw，物體？ 運動中。

⑤ 當施水平力 13 Kgw 時，摩擦力 = 4 Kgw，物體？ 運動中。

⑥ 最大靜摩擦力 = 8 Kgw；動摩擦力 = 4 Kgw。



- 4.(A) 水平桌面上一個原本靜止不動的木塊，分別以四種方式施力，如附圖所示。若圖中附有箭號的線段皆代表 1 kgw 的力，木塊重為 3 kgw 。施力後，乙圖的木塊仍然不動，其他三種施力情況下，木塊均沿水平方向運動。在這四種情形下，木塊所受到的摩擦力大小不同，分別為 $f_{\text{甲}}$ 、 $f_{\text{乙}}$ 、 $f_{\text{丙}}$ 、 $f_{\text{丁}}$ ，則下列關係何者最適當？

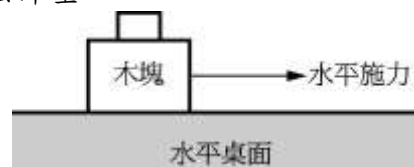
- (A) $f_{\text{甲}} > f_{\text{丁}} > f_{\text{丙}} > f_{\text{乙}}$ (B) $f_{\text{甲}} > f_{\text{丙}} > f_{\text{丁}} > f_{\text{乙}}$
(C) $f_{\text{丁}} > f_{\text{乙}} > f_{\text{甲}} > f_{\text{丙}}$ (D) $f_{\text{丁}} > f_{\text{甲}} > f_{\text{乙}} > f_{\text{丙}}$



- 5.(C) 以 1 公斤重的水平作用力施於靜置在水平桌面的木塊，恰可拉動木塊。若在此木塊上放置砝碼，如附圖所示，其可拉動木塊之水平施力和砝碼數的關係如附表，已知每個砝碼重 1 公斤，依此表推算木塊的重量是多少公斤重？

- (A) 3 公斤重 (B) 4 公斤重 (C) 5 公斤重 (D) 6 公斤重。

砝碼數 (個)	0	1	2	3	4
水平施力 (公斤重)	1	1.2	1.4	1.6	1.8



❖練習題

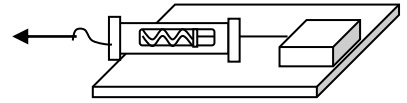
- (B) 1. 某物重 40 gw 置於水平桌面上，施水平拉力 24 gw 恰可拉動，今以 16 gw 的水平力拉此物體，則此時的摩擦力大小為多少？ (A) 0 gw (B) 16 gw (C) 24 gw (D) 40 gw
- (B) 2. 下列敘述何者正確？
(A) 木塊運動時的動摩擦力比最大靜摩擦力大
(B) 下壓的重量愈大，最大靜摩擦力愈大
(C) 接觸面的面積愈大，最大靜摩擦力愈大
(D) 接觸面愈粗糙，最大靜摩擦力值不變
- (A) 3. 下列有關摩擦力的敘述，何者錯誤？
(A) 動摩擦力總是大於最大靜摩擦力 (B) 求靜摩擦力可利用力的平衡關係
(C) 摩擦力與物體之接觸面平行 (D) 靜摩擦力並非定值，而是介於零及最大靜摩擦力之間
- (D) 4. 下列敘述何者錯誤？
(A) 靜摩擦力等於對物體的水平拉力 (B) 最大靜摩擦力與壓在摩擦面上的物重成正比
(C) 摩擦面愈粗糙，最大靜摩擦力愈大 (D) 速度愈大，摩擦力愈小
- (B) 5. 質量 400 公克的木塊靜置於水平桌面上，至少需施 200 公克重的水平拉力，才可使其開始移動。若在此木塊上加放 100 公克砝碼，則至少需施多少公克重的水平拉力，才能使木塊開始移動？ (A) 200 (B) 250 (C) 300 (D) 500 gw

$$\begin{aligned} 400 &: 200 \\ &= 2 : 1 \\ &= 500 : 250 \end{aligned}$$

【題組】將一木塊置於水平桌面上，以彈簧秤沿水平方向施力，如圖所示，試回答 6-9 題：

- (B) 6. 當彈簧秤讀數為 50gw 時，木塊仍靜止不動，下列敘述何者正確？

(A) 木塊靜止，是因為施力小於靜摩擦力
(B) 木塊靜止，是因為施力等於靜摩擦力
(C) 木塊靜止，表示彈簧秤對木塊的拉力等於木塊的重量
(D) 木塊此時受到的摩擦力等於零。



- (B) 7. 承上題，當彈簧秤讀數增加至 100gw 時，木塊剛開始要移動，下列敘述何者正確？
(A) 此時木塊受到的摩擦力小於 100gw (B) 此時木塊受到的摩擦力等於 100gw

(C) 此時木塊受到的摩擦力稱為動摩擦力 (D) 木塊移動後，摩擦力就消失。
 $\frac{50}{20} = \frac{5}{2} = \frac{W_{木}}{100}$

- (C) 8. 承上題，分別在木塊上放置 50gw、100gw 的砝碼，則木塊剛開始要移動時，彈簧秤讀數分別為 120gw、140gw，則木塊的重量為多少 gw？ (A) 150 (B) 200 (C) 250 (D) 300
 $-100=20$ $-100=40$

- (B) 9. 承上題，此實驗可證明最大靜摩擦力與何項因素有關？

(A) 接觸面性質 (B) 壓在接觸面上的重量 (正向力)
(C) 兩者均有關 (D) 兩者均無關 垂直力

【題組】木塊重量為 500 公克重，放置在水平木板上。試回答 10-11 題：

- (B) 10. 若彈簧秤用 100gw 的力將木頭向左拉，木頭靜止不動，此時木頭與木板的摩擦力大小？ (A) 0gw (B) 100gw (C) 400gw (D) 500gw

- (D) 11. 承上題，木頭與木板的摩擦力方向？ (A) 向上 (B) 向下 (C) 向左 (D) 向右

- (C) 12. 兩物體接觸面間的最大靜摩擦力與下列何種因素無關？

(A) 接觸面上正向力的大小 (B) 接觸面的光滑程度
(C) 接觸面的面積 (D) 與上述因素都有關

- (B) 13. 關於摩擦力的敘述，下列何者錯誤？

(A) 滾動的足球在草地上漸漸變慢停下來，是因為摩擦力阻止了足球運動
(B) 若沒有摩擦力，在操場上能跑更快 打滑反而無法前進
(C) 摩擦力方向和物體運動方向相反
(D) 水平面上一物體受外力 F 作用仍不動時摩擦力為 F

- (D) 14. 腳踏車輪，在軸和軸承的接觸處，裝有滾珠的滾盤，其目的為何？

(A) 裝卸方便 (B) 增加摩擦力 (C) 以滑動代替滾動 (D) 以滾動代替滑動

- (A) 15. 一輛重 2 噸的車子停在平坦路上，此時車子的摩擦力為多少？

(A) 0kgw (B) 100kgw (C) 1000kgw (D) 2000kgw

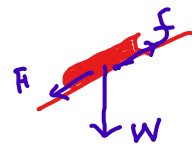
- (B) 16. 有關摩擦力的敘述，下列何者錯誤？

(A) 最大靜摩擦力一定大於動摩擦力 (B) 靜止的物體必不受到摩擦力的作用
(C) 摩擦力之大小和接觸面的平滑程度有關 (D) 摩擦力之大小和物體之重量有關

- (C) 17. 某物體重 50 gw，置於水平桌面上，其最大靜摩擦力為 10 gw，今以 12gw 的水平拉動此物體，則此運動中物體所受的摩擦力最可能為？ $f_{動} < f_{最大靜}$
 (A) 25 gw (B) 10 gw (C) 8 gw (D) 0 gw

- (D) 18. 有一重 2 公斤重的書放置在傾斜的桌面上，若此時書靜止不動，則下列有關於這本書受力的敘述何者正確？

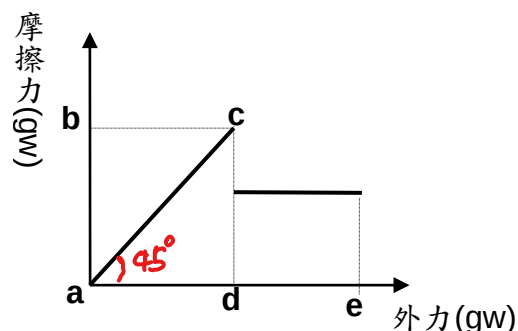
- (A) 因書本靜止不動，所以不受力 (B) 書本所受的摩擦力為 2 公斤重
 (C) 因書本靜止不動，摩擦力為 0 公斤重
 (D) 因書本靜止不動，所以書本所受力的合力為 0 公斤重



- (A) 19. 將一個 100 kgw 的衣櫃放在水平的地板面上，以 40 kgw 的水平力拉之，若此物體不動，則衣櫃所受的摩擦力為 (A) 40 kgw (B) 60 kgw (C) 100 kgw (D) 140 kgw

- (C) 20. 右圖是有關一靜止物體，由靜止到運動時所受的外力和摩擦力的關係圖，下列敘述何者錯誤？

- (A) ad 線段期間，物體處於靜止狀態
 (B) de 線段期間，物體處於運動狀態
 (C) b 點表示物體的最大靜摩擦力
 (D) 四邊形 abcd 一定為正方形



- (D) 21. 下列哪些措施對減少摩擦力是無效的？

- (A) 腳踏車的鐵鍊加潤滑油 (B) 以滾動代替滑動
 (C) 減少重量 (D) 短跑選手穿釘鞋

- (C) 22. 某物重 30 gw 置於水平桌面上，若最大靜摩擦力為 10 gw，今以 8 gw 的水平力拉此物體，則此時的摩擦力大小： (A) 30gw (B) 10gw (C) 8gw (D) 2gw

- (C) 23. 以實驗探討接觸面的平滑程度對摩擦力的影響。準備體積相同的木塊、鋁塊、鐵塊、200gw 砝碼三個及沙紙、玻璃板，在水平桌面上用彈簧秤測量啟動時所需的拉力，正確的實驗方法為何？

- (A) 分別測量木塊、鐵塊、磚塊的啟動拉力
 (B) 分別將木塊平放、側立、直立，測量啟動拉力
 (C) 分別在桌面上、鋪砂紙、墊玻璃，測量木塊的啟動拉力
 (D) 分別在木塊上疊加 1~3 個砝碼，測量啟動拉力

- (D) 24. 東和用夾子夾住一個麵包，麵包沒變形的靜止在空中，麵包不會掉下的原因是：

- (A) 筷子給於麵包的靜摩擦力大於麵包重量 (B) 筷子給於麵包的動摩擦力大於麵包重量
 (C) 筷子給於麵包的靜摩擦力大於動摩擦力 (D) 筷子給於麵包之靜摩擦力等於麵包重量。

- (D) 25. 工人蓋房子的時候，在工地裡，光是 60kgw 的空推車，要推動至少要克服 10kgw 的最大靜摩擦力，若推車上又裝了 90kgw 的磚塊，則此時工人，要推動推車至少要多

$$\frac{60}{10} = \frac{90+60}{f}$$

少施力？(A)10kgw (B)15kgw (C)20kgw (D)25kgw

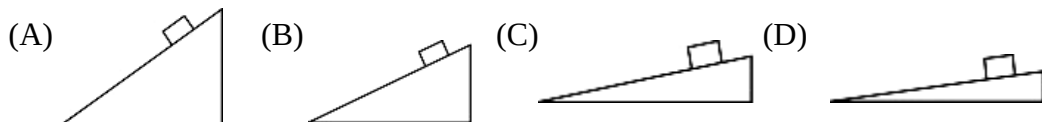
- (D) 26. 有一木塊大小如附圖所示，已知木塊的每一個接觸面之粗糙程度皆相同，若欲將木塊推動，以哪一面接觸地面時，最容易將木塊推動？



(A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)以上皆相同

- (A) 27. 有一個木塊，如圖所示，靜置在同一材質的斜面上，皆靜止不動，則哪一個斜面的摩擦力最大？

下滑力越大 靜摩擦力越大

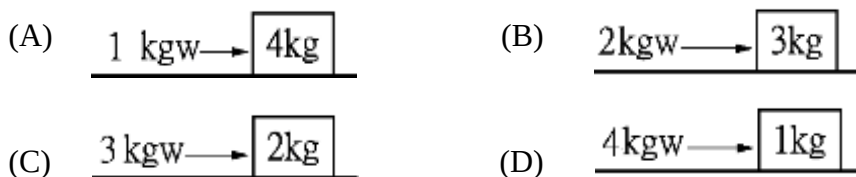


- (C) 28. 草帽海賊團找到了一個很大的寶箱，但卻推不動，這時騙人布想到了一個點子，先把裡面的珠寶搬一半出來，而且在地上潑肥皂水，果然就可以輕易推動寶箱。以上故事，關於摩擦力的敘述何者錯誤？

(A)下壓的力愈大，摩擦力也愈大 (B)摩擦力的大小與接觸面的性質有關
(C)剛開始推不動寶箱，是因為當時的水平推力小於摩擦力
(D)推力須大於「最大靜摩擦力」才能開始推動

等於

- (D) 29. 下列選項中，所有物體在外力作用下都是靜止狀態，則何者所受摩擦力最大？



如果靜止不動
摩擦力=外力，跟物重無關

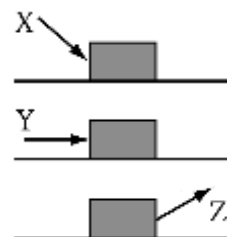
- (B) 30. 下列何者不是運用摩擦力？

→ 大氣壓力

(A)人可以在路上行走 (B)吸盤可以吸在玻璃上
(C)腳踏車可以緊急煞車 (D)卯釘釘在天花板可以掛吊燈

- (A) 31. 在相同的粗糙平面上，以 X、Y、Z 三種施力方向推向同一物體，如附圖所示，當物體恰將啟動時，三者的摩擦力大小關係為：

最大靜力

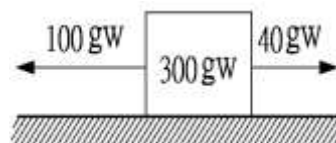


(A) $X > Y > Z$ (B) $X < Y < Z$
(C) $X = Y = Z$ (D) $Y > X > Z$

- (A) 32. 拋錨的車子，若要推動它，至少需克服 500kgw 的最大靜摩擦力，當車子推動後，其所受的摩擦力可能為多少？(A)450kgw (B)500kgw (C)550kgw (D)600kgw

- (B) 33. 有一木塊重量是 300 gw，原靜置於桌上，如附圖，現在物體兩側分別施以水平力 100 gw 與 40 gw 作用，發現物體仍然靜止不動，則該物體受到的摩擦力大小為：

(A)40gw (B)60gw
(C)100gw (D)300gw

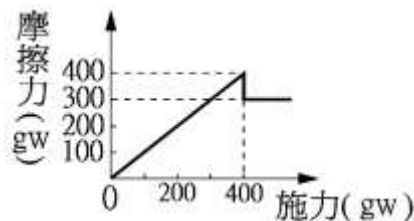


【題組】有一個木塊受力情形如圖 A，作用在木塊的施力與摩擦力如圖 B，根據關係圖判斷，

回答下列 34-36 題：



(圖 A)



(圖 B)

(B) 34. 當 1 力 200gw 時，木塊產生的摩擦力為多少？

(A)100gw (B)200gw (C)300gw (D)400gw

(D) 35. 承上題，至少需施力多少才能使木塊移動？

(A)100gw (B)200gw (C)300gw (D)400gw

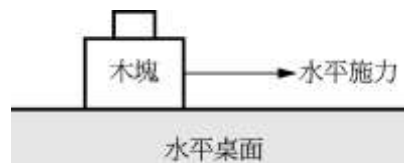
(C) 36. 承上題，若施力 500gw，則此時木塊的摩擦力為多少？

(A)100gw (B)200gw (C)300gw (D)400gw

【題組】魯夫做了一個摩擦力的實驗，以 1kgw 的水平拉力恰可以拉動水平靜置桌面的木塊。

若在木塊上放砝碼，如附圖，其可拉動木頭的水平施力與砝碼個數如右表，已知每個砝碼重 500gw，依表的數據回答 37-39 題：

砝碼(個)	0	1	2	3
水平施力(kgw)	1.0	1.2	1.4	1.6



每加 500 gw → 施力增 0.2 kgw

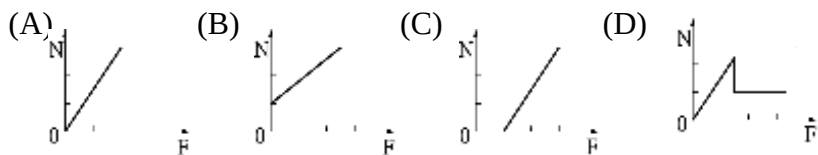
(C) 37. 放 5 個砝碼時，需多少的水平施力才能拉動？

(A)1.6kgw (B)1.8kgw (C)2.0kgw (D)2.2kgw 砝碼數

(B) 38. 承上題，試判斷木頭的重量約為多少？ $500 \times 5 = 2500 \text{ gw} = 2.5 \text{ kgw}$

(A)2.0kgw (B)2.5kgw (C)3.0kgw (D)3.5kgw

(C) 39. 承上題，砝碼個數(N)跟水平施力(F)的座標圖為下列何者？ $N=0 \rightarrow F=1 \text{ kgw}$



【題組】有個木塊重 50gw 放置在水平桌面上，若最大靜摩擦力為 15gw，動摩擦力為 12gw，

回答 40-41 題：

(A) 40. 以 10gw 的推力推此木塊，則此時的摩擦力大小：

(A)10gw (B)12gw (C)15gw (D)50gw

(A) 41. 以 20gw 的推力推此木塊，則此時的摩擦力大小：

(A)12gw (B)15gw (C)20gw (D)50gw

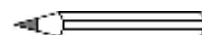
6-3 壓力

❖ 接觸面的壓力

1. 力效應觀察：

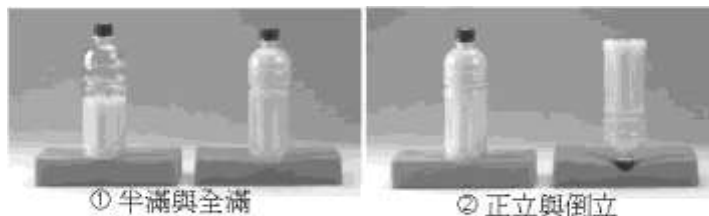
(1) 以兩指輕壓原子筆之兩端，筆維持靜止狀態：

- ① 筆靜止：❶ 筆所受合力 = 0。 ❷ 左側手施力 = 右側手施力。
 ② 左側手指凹陷程度 > 右側手指凹陷程度
 ⇒ 受力相同下，接觸面積愈 小，凹陷程度愈大



(2) 將數個保特瓶裝水，置於海綿墊上：

- ① 半滿與全滿：保特瓶與海綿墊接觸面積相同時
 ❶ 全滿 的水瓶對海綿墊的凹陷程度較大。
 ❷ 接觸面積相同下，下壓重量愈 大，凹陷程度較大
 ② 正立與倒立：保特瓶的總重量相同時
 ❶ 倒立 的水瓶對海綿墊的凹陷程度較大。
 ❷ 下壓重量相同下，接觸面積愈 小，凹陷程度較大



2. 壓力：壓力不是力，為每單位面積所承受正向力的大小。

(1) 意義：物體受力後的凹陷程度，發生於 接觸面。

(2) 定義：物體在單位面積上所受垂直方向的作用力

⇒ 壓力 = 正向力 與 受力面積 的比值，符號：P。

$$\text{壓力} = \frac{\text{正向力}}{\text{接觸面積}} \quad P = \frac{F}{A} \quad A = \frac{F}{P} \quad F = PA$$

(3) 壓力單位：① $\frac{\text{Kgw}}{\text{m}^2}$ ($\frac{\text{公斤重}}{\text{平方公尺}}$)。② $\frac{\text{gw}}{\text{cm}^2}$ ($\frac{\text{公克重}}{\text{平方公分}}$)。⇒ 單位系統換算：

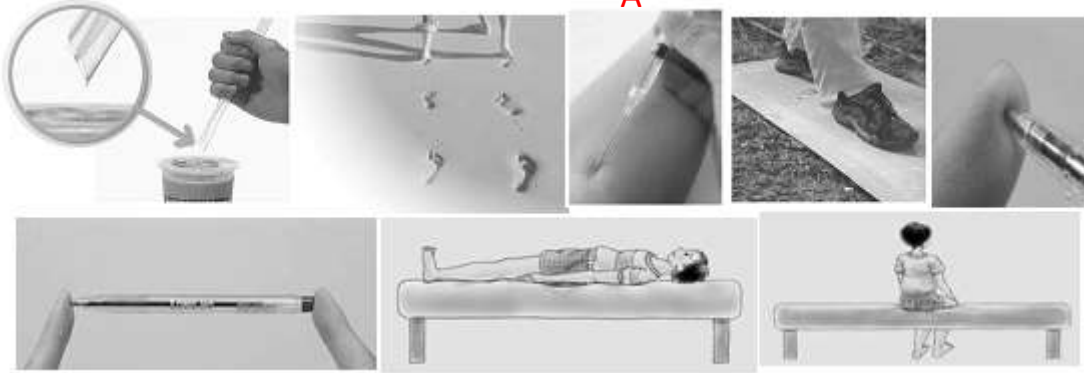
❶ $1 \text{ gw/cm}^2 = \underline{10} \text{ Kgw/m}^2$ 。 ❷ $1 \text{ Kgw/m}^2 = \underline{0.1} \text{ gw/cm}^2$ 。

$$1 \text{ gw/cm}^2 = 1 \times \frac{1 \text{ gw}}{1 \text{ cm}^2} = \frac{10^{-3} \text{ Kgw}}{10^{-4} \text{ m}^2} = 10 \frac{\text{Kgw}}{\text{m}^2} = 10 \text{ Kgw/m}^2 \quad 1 \text{ Kgw/m}^2 = 1 \times \frac{1 \text{ Kgw}}{1 \text{ m}^2} = \frac{10^3 \text{ gw}}{10^4 \text{ cm}^2} = 10^{-1} \frac{\text{gw}}{\text{cm}^2} = 0.1 \text{ gw/cm}^2$$

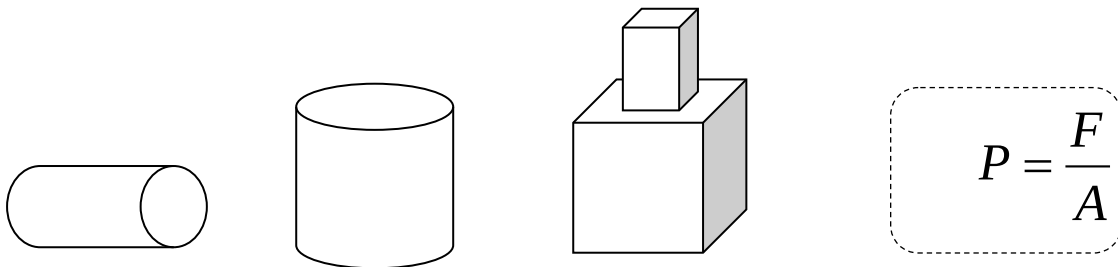
例 1：A、B 兩物分別給地面 10 gw/cm^2 和 50 Kgw/m^2 的壓力，則何物的壓力較大？ A
 100 Kgw/m^2

$$A = \frac{F}{P} \Rightarrow \text{接觸面積} A \text{ 相同時，} F \text{ 越大 } P \text{ 越大，} F \propto P$$

3. 壓力觀察示意圖： $P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = PA \Rightarrow$ **F 相同時，P 和 A 成反比** $\left(P \propto \frac{1}{A} \right)$
 即 **P 和 $\frac{1}{A}$ 成正比**



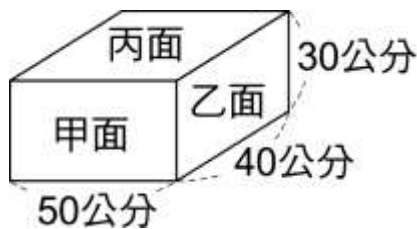
4. 壓力運算思考：找受力面積 A、找下壓受力面積的作用力 F



❖ 範例解說

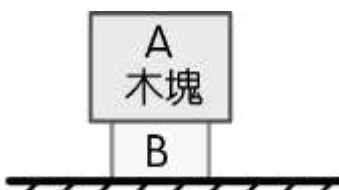
1. 如下圖所示，有一 4500 gw 的木塊，三邊長度分別為 30 公分、40 公分、50 公分，則：

- ① 將甲面放於桌面，其施於桌面的壓力？ 3 gw/cm²。
- ② 將乙面放於桌面，其施於桌面的壓力？ 3.75 gw/cm²。
- ③ 將丙面放於桌面，其施於桌面的壓力？ 2.25 gw/cm²。
- ④ 面積最小的乙面，其壓力最大，因此時 P、A 成反比關係。



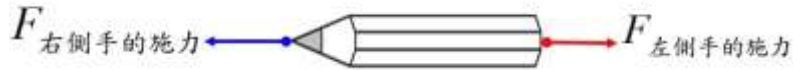
2. 如圖，A 正方體木塊的邊長為 10 cm，重量為 500 gw；B 正方體銅塊的邊長為 5 cm，重量為 1000 gw，則：

- ① A 與 B 接觸面的壓力為多少？ 20 gw/cm²。
- ② B 與地面接觸處的壓力為多少？ 60 gw/cm²。

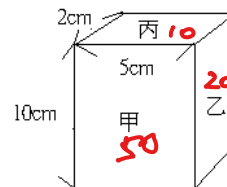


❖ 練習題（題目出處：教育部國中學習資源網）

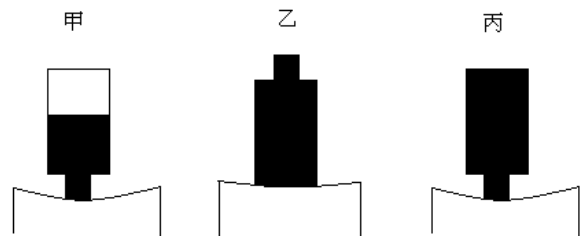
- (B) 1. 阿岳同時用兩手的手指頭頂住一端削尖了的鉛筆，如下圖，若鉛筆靜止不動，則下列敘述何者正確？



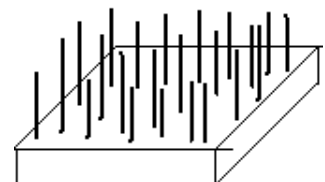
- (A) 左端手指所受的力 < 右端手指所受的力
 (B) 左端手指所受的力 = 右端手指所受的力
 (C) 左端手指所受的壓力 < 右端手指所受的壓力
 (D) 左端手指所受的壓力 = 右端手指所受的壓力
- (B) 2. 有一長方體物體的邊長為 $5\text{ cm} \times 3\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ ，物體的重量為 90 gw ，當物體放置於桌面時，對桌面造成最小的壓力為何？
- (A) 3 gw/cm^2 (B) 6 gw/cm^2 (C) 9 gw/cm^2 (D) 27 gw/cm^2
- (C) 3. 雪鞋鞋底面積均較一般鞋子大，試問在積雪深厚的地區穿上此鞋的主要目的為何？
- (A) 保暖 (B) 防止滑倒
 (C) 減少對雪面的壓力，較不易陷入雪堆中
 (D) 增加對雪地的壓力，使雪地能更加堅固
- (B) 4. 右圖中有一長方體物體重 1000 gw ，長、寬、高分別為 10 cm 、 5 cm 、 2 cm ，當物體以甲、乙、丙三個不同的面與桌面接觸時，壓力大小的比較下列何者正確？



- (A) 甲 > 乙 > 丙
 (B) 丙 > 乙 > 甲
 (C) 乙 > 丙 > 甲
 (D) 甲 = 乙 = 丙
- (B) 5. 甲、乙、丙是三個相同的玻璃瓶子裝水後置於海綿上的情形，甲瓶中水未裝滿，乙、丙瓶中水是裝滿的，關於圖中所觀察到的現象，下列何者正確？
- (A) 甲瓶作用於海綿的壓力最小
 (B) 乙、丙瓶對海綿的垂直作用力相等
 (C) 甲、丙瓶作用於海綿的壓力相等
 (D) 乙、丙瓶作用於海綿的壓力相等



- (D) 6. 一塊豆腐放在劍山(插花的花器由很多的釘子構成如圖所示)上不會破掉，但是放在一支釘子上會被刺破。關於上述現象，下列解釋何者正確？
- (A) 作用力愈大，壓力愈大 (B) 作用力愈小，壓力愈大
 (C) 接觸面積愈小，壓力愈小 (D) 接觸面積愈大，壓力愈小

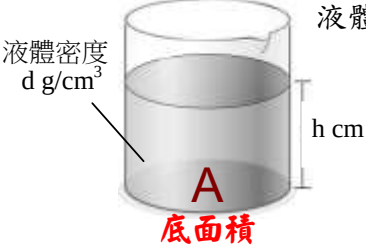


❖ 靜止液體的壓力(液壓)

1. 液體壓力：

(1) 壓力來源：液體本身重量。⇒ 靜止液體重量所形成的壓力，稱為靜液壓力（液壓）

(2) 液體壓力公式導證：



$$\begin{aligned} \text{液體壓力 } P &= \frac{\text{液柱的重量}}{\text{受力面積}} \\ &= \frac{\text{液體體積} \times \text{液體密度}}{\text{底面積}} \\ &= \frac{\text{液體深度} \times \text{底面積} \times \text{液體密度}}{\text{底面積}} \\ &= \text{液體深度} \times \text{液體密度} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{V \times d}{A} \\ &= \frac{(h \times A) \times d}{A} \\ P_{\text{液}} &= h \times d \end{aligned}$$

(3) 液體壓力公式：

$$P = h \times d = \text{垂直深度} \times \text{液體密度}$$

⇒ h：垂直深度（由液面垂直向下算）

(※切記：h是深度，不是高度)

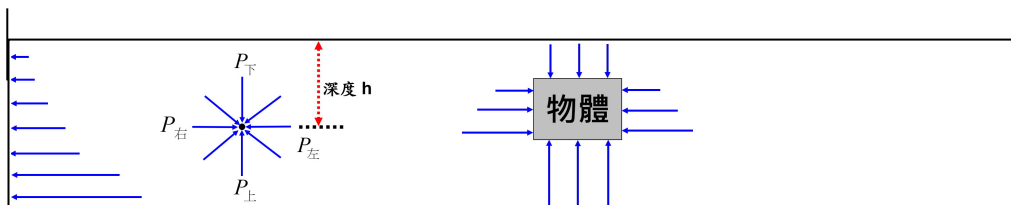
2. 液體壓力無方向性：

(1) 靜止液中任一點，所受到的壓力大小相等，非向量。

⇒ 對液內任著此一點，在任一個方向上，皆有一對大小相同、方向相反的力壓迫點。

⇒ 任一點壓力大小關係： $P_{\text{上}} = P_{\text{下}} = P_{\text{右}} = P_{\text{左}} = \dots = h \times d$ 。

(2) 液體壓力沒有一定的方向，但必與接觸面垂直。



3. 液體壓力觀察：

(1) 水壓觀測器：⇒ 觀測器置入液中時，兩側薄膜凹陷程度愈大時，壓力愈大

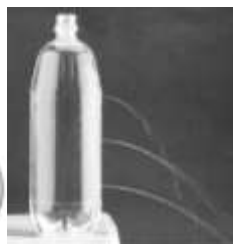
① 在同液體，深度相同時，其壓力相同

② 在不同液體，深度愈深、液體密度愈大時，其壓力愈大

(2) 液體的側壓力：壓力方向與器壁垂直



水壓觀測器



打孔深度不同時

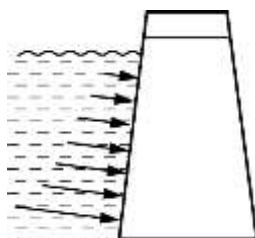


打孔深度相同時

4. 液體壓力的性質：

- (1) 同一液體，液體愈深處，液體壓力愈大 $\Rightarrow$ 水壩或堤防的底部比上部較厚。
- (2) 同一液體，只要垂直深度相等，則壓力相同，與容器形狀、大小、底面積均無關。
 $\Rightarrow$ 液體壓力僅與垂直深度、液體密度有關
- (3) 液體壓力無固定方向，上、下、側壓力...都有 $\Rightarrow$ 液體壓力與容器器壁垂直。

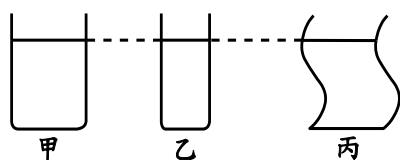
$$P = hd$$



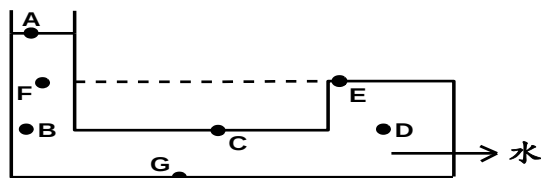
❖ 範例解說

例 1：(1) 三容器皆裝水，則容器內底部水壓大小比較： $P_{\text{甲}} = P_{\text{乙}} = P_{\text{丙}}$ 。

(2) 甲、乙、丙依序裝水，酒精(0.8g/cm^3)、油(0.6g/cm^3)，則容器內底部液體壓力由大到小依序為 $P_{\text{甲}} > P_{\text{乙}} > P_{\text{丙}}$ 。

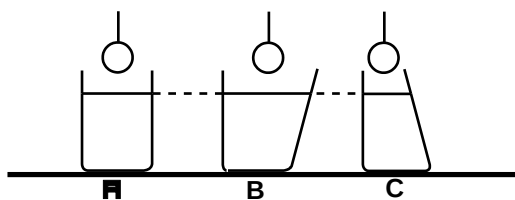


例 2：下圖各點水壓力由大到小依序為： $P_G > P_B = P_C = P_D > P_E = P_F > P_A$



例 3：A、B、C 三容器底面積相同，今裝入等高的水

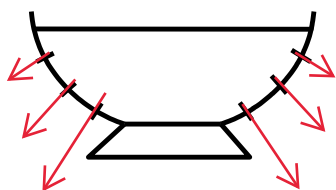
- (1) 容器內底部所受水壓力大小比較： $P_A = P_B = P_C$ 。
- (2) 桌面上所承受壓力大小比較： $P_B > P_A > P_C$ 。



例 4：承上題，若將相同的三鐵球完全沈入三容器中，而水沒有溢出，則

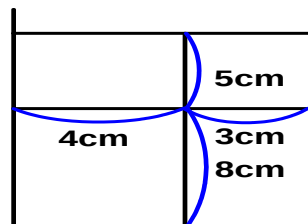
- (1) 容器內底部所受水壓力大小比較： $P_C > P_A > P_B$ 。
- (2) 桌面上所承受壓力大小比較： $P_B > P_A > P_C$ 。

例 5：某容器內裝水，試畫出水壓力的方向與大小。

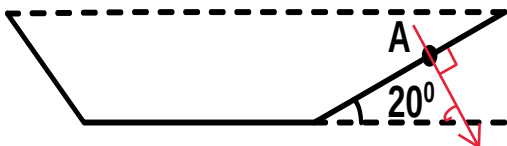


例 6：右圖為靜止液體內一點，請寫出其所受各方向壓力大小：

上壓力 = 5 gw/cm²
 下壓力 = 5 gw/cm²
 右壓力 = 5 gw/cm²
 左壓力 = 5 gw/cm²。



例 7：若水從 A 點噴出，則剛噴出時的方向與地面夾 70 度角。



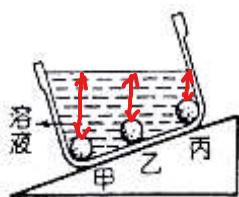
❖ 練習題

(D) 1. 右圖中甲乙丙是三個底面積相同但形狀不同的容器，裝滿同深度的水，比較容器底部所受到的液體壓力，下列何者正確？

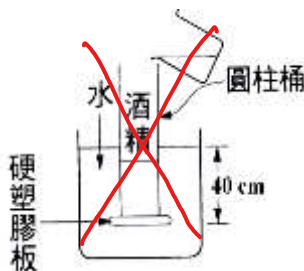
(A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 丙 > 乙 > 甲 (C) 乙 > 丙 > 甲 (D) 甲 = 乙 = 丙

(B) 2. 承上題，如果容器的重量相同，比較容器作用在接觸面的壓力，下列何者正確？ (A) 甲 > 乙 > 丙 (B) 丙 > 甲 > 乙 (C) 乙 > 丙 > 甲 (D) 甲 = 乙 = 丙

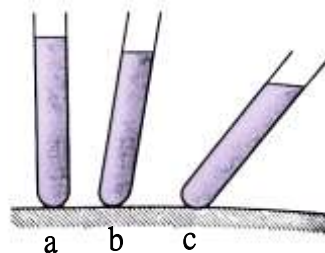
(A) 3. 比較下圖一中同一石塊在甲、乙、丙三處所受壓力的大小分別為 P_1 、 P_2 、 P_3 ，下列敘述何者正確？ (A) $P_1 > P_2 > P_3$ (B) $P_1 = P_2 = P_3$ (C) $P_1 < P_2 < P_3$ (D) 無法比較。



圖一



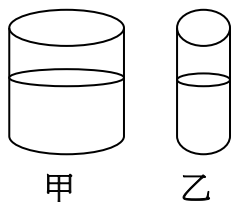
圖二



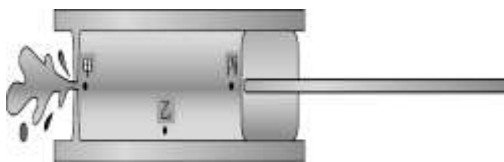
圖三

(B) 4. 如圖三，當盛有液體的試管逐漸傾斜時，三試管內液體對試管底的壓力大小？

(A) $a = b = c$ (B) $a > b > c$ (C) $a < b < c$ (D) 無法判斷。



圖四



圖五

(A) 5. 如上圖四所示，甲、乙兩圓柱形容器之底面積比為 3:1，分別裝有深度相等的酒精，則甲、乙兩容器底面所承受液體的壓力比為 (A) 1:1 (B) 1:3 (C) 3:1 (D) 無法比較。

(C) 6. 承上題，容器底部所受總力比為 (A) 1:1 (B) 1:3 (C) 3:1 (D) 無法比較。

(D) 7. 如圖五為一竹製水槍，當活塞向左推瞬間，甲、乙、丙三處，何者所受的水壓最大？ (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 一樣大。

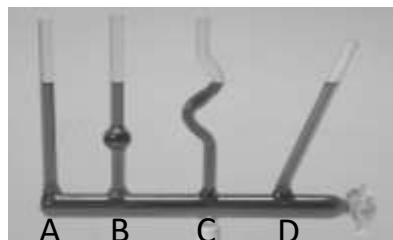
$p = hd$
 $h \Rightarrow$ 垂直深度

- (A) 8. 游泳池之長、寬、深度皆放大三倍，當放大前、後，各裝滿水時，池底所受液體壓力為原來的若干倍？ (A)3 (B)6 (C)9 (D)27 倍
- (B) 9. 水中氣泡由底面升至水面，其體積變化為何？(A)不變 (B)漸大 (C)漸小 (D)忽大忽小
- (B) 10. 今將一充滿氣體的氣球由海平面，攜帶至深海中，請問其內部壓力的變化為何？
(A)不變 (B)漸大 (C)漸小 (D)忽大忽小。

❖ 液壓原理應用

1. 水平面：

- (1) 靜止液體的表面必為水平面。(水平面與鉛垂線垂直)
- (2) 同液體、同水平面，各點壓力必相等。



2. 連通管原理：

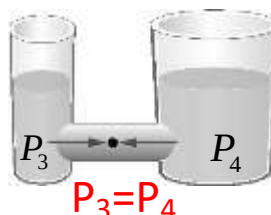
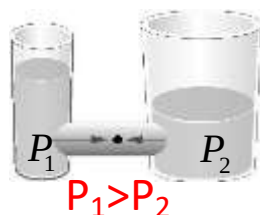
- (1) 連通管：幾個容器底部相通的裝置。
- (2) 連通管原理：連通管內液體靜止時，每個容器液面必定在同一水平面上，而與容器的形狀、大小及粗細無關。⇒ $P_A = P_B = P_C = P_D$ 。
- (3) 應用：
- ① 熱水瓶的水位顯示設計
 - ② 自來水及噴水池供水系統
 - ③ 水壺壺嘴較壺身略高
 - ④ 水槽下方的 U 形彎管設計 (防臭 功能)



❖ 液體壓力的平衡

1. 液體壓力的平衡：

- (1) 壓力平衡：液體由壓力大流向壓力小，一直到壓力相等才靜止。
- (2) 說明例：



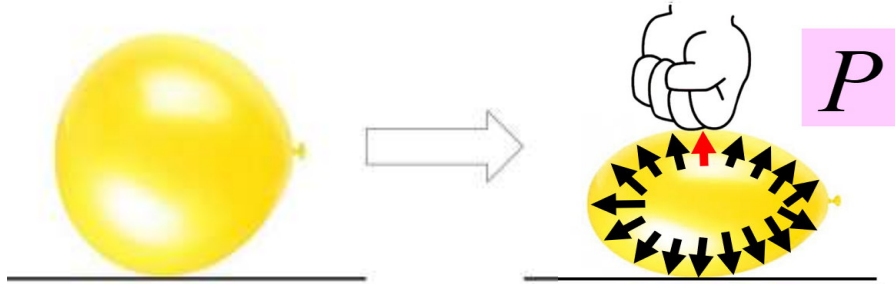
❖ 帕斯卡原理

1. 帕斯卡原理：

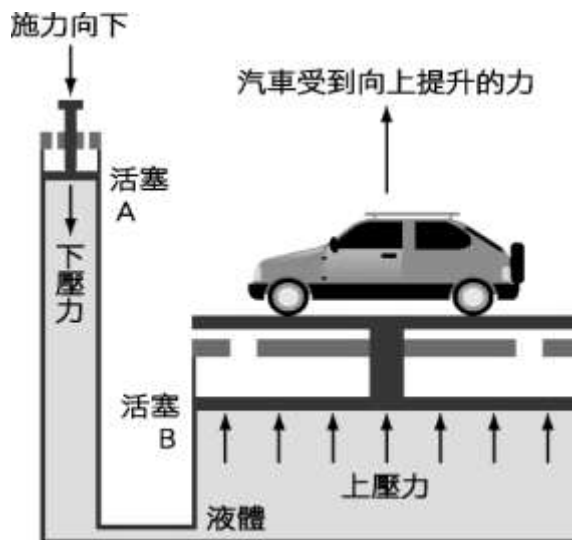
- (1) 提出者：法國人 **帕斯卡**。
- (2) 內容：對 **密閉** 容器內的 **流體** (**氣體** 及 **液體**) 所施加的壓力，此壓力會以 **相等** 大小的 **壓力** 傳遞到流體各部分。
 ⇒ 此增加的壓力，均勻傳遞，容器各點增加的壓力等於此壓力
- (3) 應用：① 液壓起重機 ② 油壓煞車 ③ 汽車用千斤頂



帕斯卡 Blaise Pascal
1623~1662



(3) 應用：液壓起重機、油壓煞車、汽車用千斤頂



- ① 在左活塞施力 F_1 時，其造成之 **壓力** 會均勻傳遞出去
 ⇒ 活塞受力大小，與活塞面積成 **正比**。**兩邊增加的壓力相等**
 ⇒ 活塞表面積愈大，向上提升力愈 **大**。

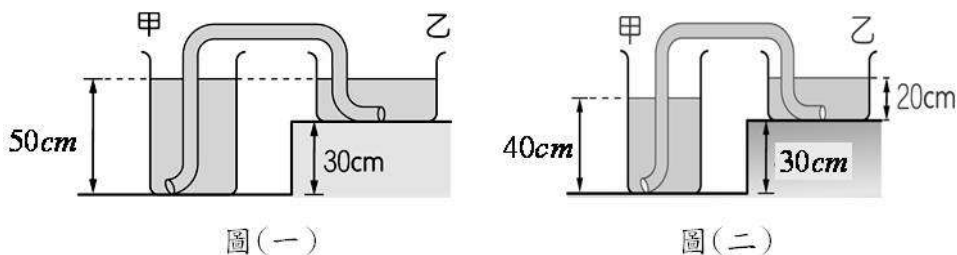
$$P_1 = P_2 = \dots = P_n = \frac{F}{A} \Rightarrow F \propto A$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = \dots = \frac{F_n}{A_n}$$



❖ 範例解說

1. 一條內部充滿水的塑膠軟管連通甲、乙兩容器的底部，如下圖（一）、圖（二）。則有關軟管內液體流動情形，應如何？



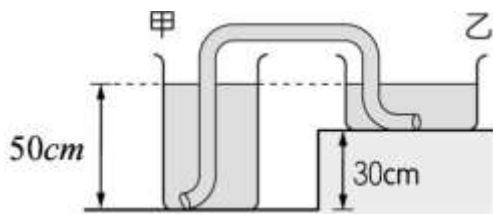
① (**C**) 圖（一）中，軟管內液體流動情形如何？

(A) 甲流向乙 (B) 乙流向甲 (C) 液體不流動 (D) 無法判斷。

② (**B**) 圖（二）中，軟管內液體流動情形如何？

(A) 甲流向乙 (B) 乙流向甲 (C) 液體不流動 (D) 無法判斷。

⇒ 解析：虹吸現象：水由 **高** 液面向 **低** 液面流動，直至液面 **等高** 停止。

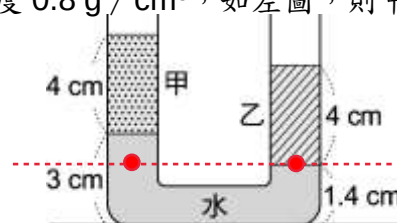


2. (**A**) 甲、乙、水三種不互溶的液體依序加入 U 型管中，甲液、乙液高度均為 4 cm，右管水的高度 1.4 cm，左管水的高度 3 cm，乙液的密度 0.8 g/cm^3 ，如左圖，則甲液的密度為多少 g/cm^3 ？

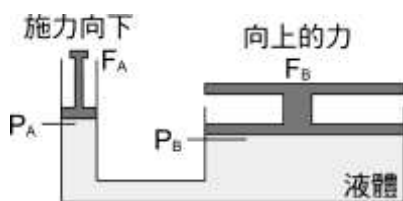
(A) 0.4 (B) 1
(C) 1.1 (D) 1.2。

$$4 \times \rho_{\text{甲}} + 1.6 \times 1 = 4 \times 0.8$$

相同液體之同一水平面的各點壓力相等



3. 利用相連通的兩密閉容器，施力 F_A 下推活塞 A，使另一邊的活塞 B 上升，若活塞 A 的面積為 5cm^2 ，活塞 B 的面積為 2000cm^2 。則：



$$A = 5:2000 = 1:400 = F$$

① 若 F_A 施力 1Kgw ， $F_B =$ **400** Kgw 。 ⇒ 面積愈大的活塞，所獲得的外力愈 **大**。

② **A** 比較 F_A 、 F_B 及壓力 P_A 、 P_B 的大小？

(A) $F_A < F_B$ 、 $P_A = P_B$ (B) $F_A > F_B$ 、 $P_A > P_B$

(C) $F_A < F_B$ 、 $P_A > P_B$ (D) $F_A > F_B$ 、 $P_A = P_B$

❖ 練習題

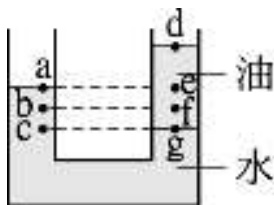
$$F \propto A$$

$$1:10 = \frac{F_1}{500}$$

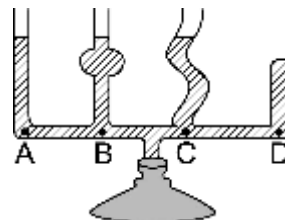
$$1:10$$

- (C) 1. 密閉容器的底部相通，裡面充滿液體，設甲、乙兩端截面積分別為 1 cm^2 及 10 cm^2 ，若想要在乙端處支撐 500 kgw 的重物，則在甲端處至少需放置若干公斤重的重物？
(A) 30 kgw (B) 40 kgw (C) 50 kgw (D) 60 kgw 。
- (D) 2. 都市的自來水供應系統是利用何種原理，才能將水配送到都市的各個角落？
(A) 帕斯卡原理 (B) 浮力原理 (C) 白努力定律 (D) 連通管原理。
- (D) 3. 連通管的各個管內水面的鉛直高度都相等，主要的因為何？
(A) 水的密度很均勻 (B) 管內水的內聚力與附著力相等
(C) 各管形狀不同的關係 (D) 各管底的壓力均相等。
- (D) 4. 如圖(一)所示，在 U 形管內分別裝有油和水，當液面靜止時，下面哪兩點壓力相等？
(A) a、e (B) a、g (C) b、f (D) a、d。

大氣壓力 $\rightarrow a = d$
 $c = g$



圖(一)



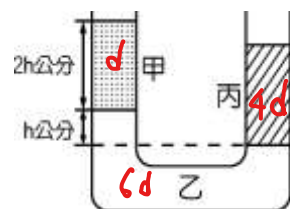
圖(二)

- (D) 5. 圖(二)的連通管內盛水，試將 A、B、C、D 四點依水壓力由大而小排列之，下列何者正確？
(A) $A > B > C > D$ (B) $D > C > B > A$ (C) $A = B = C > D$ (D) $A = B = C = D$ 。
- (D) 6. (甲)自來水供應系統 (乙)鍋爐的水位計 (丙)用透明塑膠管裝水來測定兩面牆是否等高 (丁)扣壓扳機使水槍發射 (戊)汽車之千斤頂 (己)油壓煞車，上述屬於連通管原理應用的有？
(A) 丁戊己 (B) 甲丁己 (C) 乙丙 (D) 甲乙丙。
- (A) 7. 承上題，屬於帕斯卡原理應用的有？ (A) 丁戊己 (B) 甲丁己 (C) 乙丙 (D) 甲乙丙
- (D) 8. 如圖，一 U 形管內裝有甲、乙、丙三種液體，彼此不相溶解，其密度分別為 d 、 $6d$ 、 $4d(\text{g/cm}^3)$ ；當其呈靜止平衡時，求兩邊液面高度差為若干公分？
(A) $0.2h$ (B) $0.5h$ (C) $0.8h$ (D) h 。

$$2h \times d + h \times 6d = L \times 4d$$

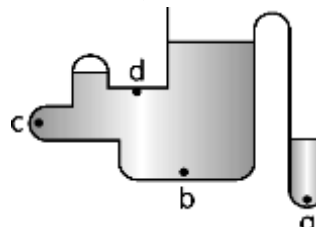
$$8h = 4L$$

$$L = 2h$$



$L = 2h$
 $\rightarrow$ 此深度兩邊壓力相等

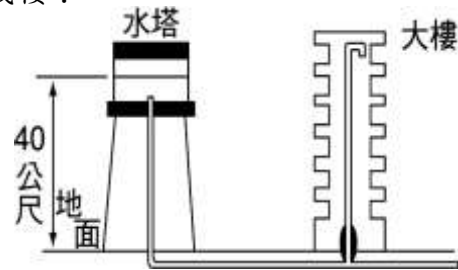
- (B) 9. 容器裝水如圖，此容器器壁所受的靜水壓力以何點最大？
(A) a (B) b (C) c (D) d



- (C) 10. 右圖是某社區供水系統示意圖，若水塔水位高有 42 公尺，而大樓每層樓高 4 公尺。在未加壓供水情況下，目前水位最高可達幾樓？

(A) 9 F (B) 10 F (C) 11 F (D) 12 F

地板
上 2 公尺



- (B) 11. 一桶子內裝密度 0.8 g/cm^3 的酒精，深 100 cm，在酒精液面下 80 cm 處，有一面積為 3 cm^2 的小洞，欲用力擋住以免酒精流出，至少須用力多少 gw？ $F = PA = 64 \times 3 = 192$

(A) 360 gw (B) 192 gw (C) 96 gw (D) 72 gw。

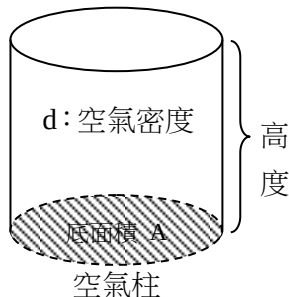
$$p = hd = 80 \times 0.8 = 64 \text{ (gw/cm}^2\text{)}$$

❖ 大氣壓力

1. 大氣壓力：

(1) 壓力來源：**氣體本身的重量**。⇒ 大氣的重量所形成的壓力，稱為大氣壓力

(2) 大氣壓力公式推想：



$$P = \frac{F}{A} \quad \text{大氣壓力 } P = \frac{\text{空氣柱的重量}}{\text{受力面積}}$$

$$= \frac{\text{空氣柱體積} \times \text{空氣密度}}{\text{底面積}}$$

$$= \frac{\text{空氣柱高度} \times \text{底面積} \times \text{空氣密度}}{\text{底面積}}$$

$$= \text{空氣柱高度} \times \text{空氣密度}$$

⇒ 大氣壓力 $P = h \times d = \text{空氣柱高度} \times \text{空氣密度}$

⇒ 因空氣密度**不均勻**，上式無法應用。

(3) 大氣壓力存在示意圖：



2. 大氣壓力的測量：

(1) 測量者：17 世紀、義大利人托里切利。

(2) 測量方法：

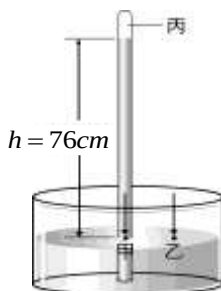
- ① 在平地取長約 1 公尺，一端封閉的中空玻璃管
- ② 將水銀灌滿玻璃管（塞注管口），倒插入另一水銀槽中放開
- ③ 水銀柱開始下降到距水銀面垂直高度 $h = 76$ 公分，即不下降。

※選擇水銀的原因：

水銀是密度最大的液體

(3) 測量原理：以 **液柱壓力** 推算大氣壓力（此處為**水銀柱**）

- ① 丙為真空，稱為托里切利真空。
- ② 同液體、同水平面、壓力**相等**。



$$P_{\text{乙}} = P_{\text{甲}}$$

$$P_{\text{大氣壓力}} = \text{管內丙氣壓} + \text{汞柱壓力}$$

$$P_{\text{大氣壓力}} = 0 + hd = hd$$

$$= \text{汞柱垂直高度} \times \text{水銀密度}$$

$$\Rightarrow P = hd = 13.6h \text{ gw/cm}^2$$



(4) 托里切利實驗性質：

- ① 水銀柱的垂直高度不變，僅受大氣壓力影響

❶ 與玻璃管的**粗細、長短、傾斜無關**。❷ 大氣壓力愈**小**時，垂直高度減少

- ② 液柱上方必為**真空**

3. 大氣壓力表示法 $\Rightarrow P_{\text{大氣壓力}} = \text{汞柱壓力} = h_{\text{Hg}} \times d_{\text{Hg}}$

表示法	說明	
cm-Hg mm-Hg	公分-汞柱高 毫米-汞柱高	以 <u>托里切利</u> 實驗垂直高度 h 比擬而來。
gw/cm² Kgw/m²	公克重/平方公分 公斤重/平方公尺	將 <u>托里切利</u> 實驗汞柱高換算成壓力單位而得
atm	一大氣壓	定義：1 atm = 76 cm-Hg
Pa hPa	帕 百帕	定義：1 atm $\doteq$ 1013 hPa $Pa = \frac{\text{牛頓}}{\text{平方公尺}}$ ← 九年級課程

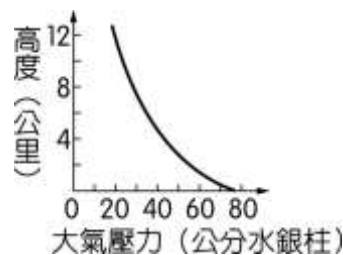
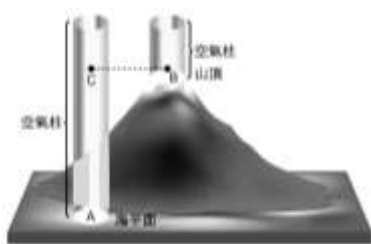
$$\text{換算} \Rightarrow 1 \text{ atm} = 76 \text{ cm-Hg} = 760 \text{ mm-Hg} \approx 1013 \text{ hPa} \\ = 1033.6 \text{ gw/cm}^2 = 1.0336 \text{ Kgw/cm}^2 \approx 1 \text{ Kgw/cm}^2$$

4. 大氣壓力的性質：

(1) 高度愈高，大氣壓力愈 小

$\Rightarrow$ 大氣壓力： $P_A > P_B$ 。

$\Rightarrow$ 每上升 100 公尺，氣壓約 降低 0.8 公分水銀柱高



(2) 高度相同，大氣壓力 不一定相等 $\Rightarrow$ 亦受天氣影響 $P_B \neq P_C$

(3) 大氣壓力沒有特定方向 $\Rightarrow$ 垂直於接觸面

(4) 1 atm 大氣壓力可支撐 76 公分汞柱，相當於每 cm^2 受力 1 Kgw。

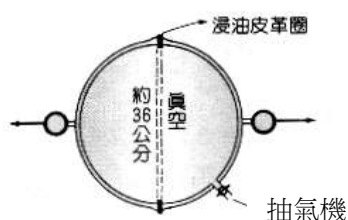
5. 馬德堡半球實驗：1664 年德國馬德堡的市長格里克所做

(1) 直徑 36 cm 兩空心金屬半球，抽真空

(2) 每邊八匹馬（共 16 匹）去拉才能拉開

① 證明：大氣壓力 很大。是否能在月球作此實驗？否。

② 空心金屬球愈大，欲拉開所需力就愈 大。



$$1 \text{ atm} \doteq 1 \text{ Kgw/cm}^2$$



6. 大氣壓力的應用與觀察：**氣壓大流向氣壓小**

- (1) 壓力差能產生流體的運動：對流、風
- (2) 用吸管吸取飲料
- (3) 使用吸盤吊掛物品
- (4) 以吸塵器除去灰塵等
- (5) 充滿熱蒸氣的鋁罐，封口後放入冷水中，會被壓扁。
- (6) 填充二氧化碳的鋁罐，加入氫氧化鈉，封口後搖晃，會被壓扁

❖ 範例解說

1. 阿明在甲地量測大氣壓力時，所量測到的水銀柱垂直高度為 38 cm，裝置如圖所示。：

① 大氣壓力

$$= \underline{38} \text{ cm-Hg} = \underline{380} \text{ mm-Hg}$$

$$= \underline{0.5} \text{ atm} = \underline{516.8} \text{ gw/cm}^2$$

$$\div \underline{506.5} \text{ hPa} \quad (\text{列式})。$$



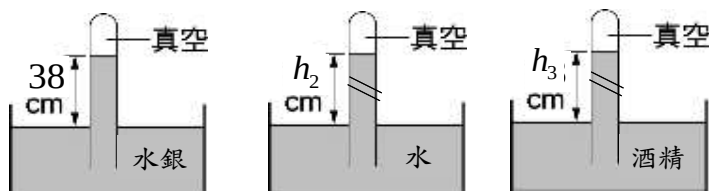
② **AEGI** 下列哪些操作，可以使原來的汞柱垂直高度減少？

- (A) 到更高的山上
- (B) 到海平面比甲地低的地方
- (C) 在槽中適度多加些水銀
- (D) 在槽中適度抽出些水銀
- (E) 試管上方不慎混入空氣時
- (F) 將試管傾斜一些
- (G) 去月球操作
- (H) 換粗試管
- (I) 在真空中操作。

③ 當玻璃管內換裝其他液體時，重作實驗時（假設管子夠長），則：

① 換裝水時，水柱垂直高度為 **516.8** cm。

② 換裝酒精時，酒精密度 0.8 g/cm^3 ，酒精柱垂直高度為 **646** cm。



附記： $1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1033.6 \text{ gw/cm}^2 \Rightarrow$ 支撐水柱高 $1033.6 \text{ cm} \approx 10 \text{ m}$

2. 小祐使用四根管子裝入水銀，倒插於水銀槽中。已知其中甲、乙兩管直立於槽中之液面，丁管上半部為真空，且乙、丙、丁三管內部之液面在同一高度，如附圖所示。則：

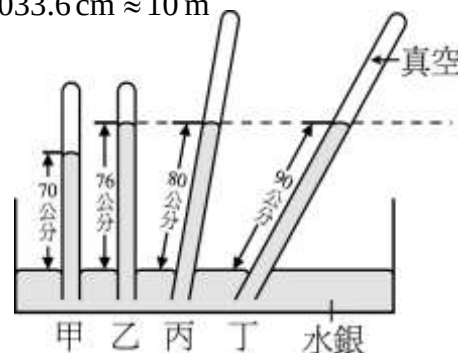
① 當時的氣壓？ **76** cm-Hg。

② 甲、乙、丙、丁四管內，哪些必為真空？ **乙丙丁**。

③ 哪個試管中混有空氣？ **甲**。

其氣壓為 **81.6** gw/cm²。

(6×13.6)



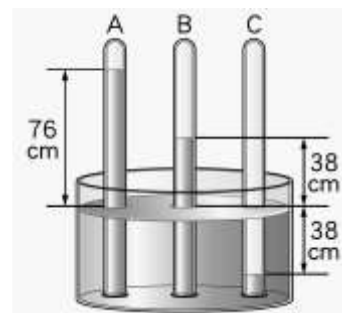
3. 有三支長約為 1 公尺的玻璃管，一端封閉而另一端開口，現將開口端倒插於水銀槽中，管內外的水銀面高度如圖所示，設當時的大氣壓力為 1 atm，則：（水銀的密度 = 13.6 g/cm^3 ）

① A 管內氣體壓力為 **0** atm。

② B 管內氣體壓力為 **516.8** gw/cm²。 $76 - 38 = 38$; $38 \times 13.6 = 516.8$

③ C 管內氣體壓力為 **1.5** atm。 $76 - (-38) = 114 = 1.5 \text{ (atm)}$

當時大氣壓力 = 管內氣壓 + 水銀柱壓力



❖ 密閉容器內的氣體壓力

1. 密閉容器內的氣體壓力：

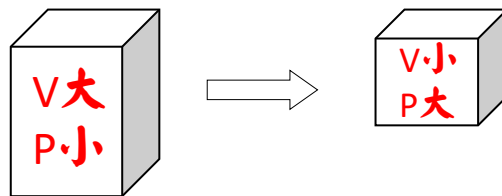
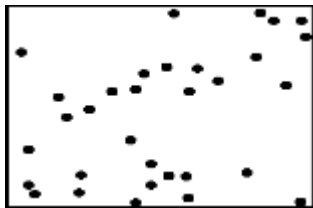
(1) 壓力來源：**氣體碰撞器壁**。(非氣體重量)

(2) 容器內的體積與氣壓關係：

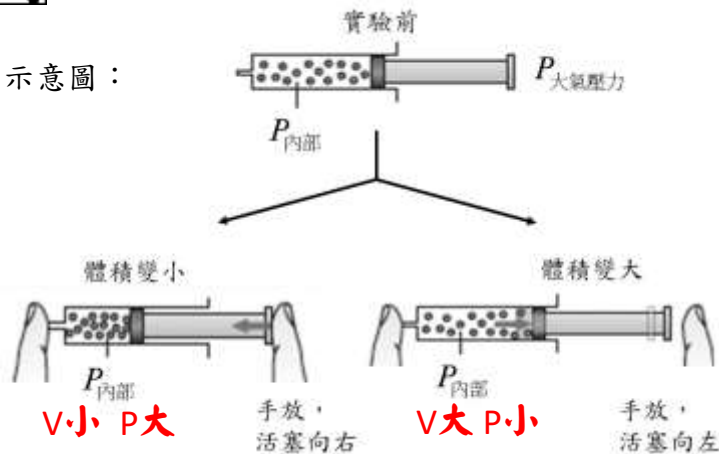
① 氣體具有壓縮性 (固體、液體則無)

② 關係：體積與氣壓成**反**比。(二者**乘積維持**相等) $PV=k=\text{定值}$

⇒ 容器體積漸小，內部氣壓漸增



(3) 密閉容器內的氣體壓力示意圖：

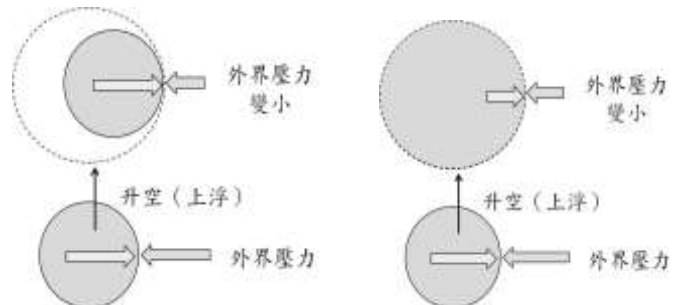


2. 說明例：

(1) 飛機上或高海拔地點，脹大的洋芋片包裝：

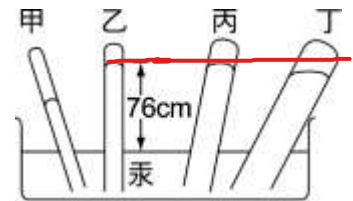
(2) 上升的高空氣球及水中上升的氣泡：

⇒ 因外界壓力漸**小**，使得密閉容器：內部體積漸**大**，內部氣壓漸**小**。

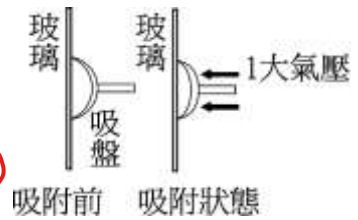


❖ 練習題（題目出處：教育部國中學學習資源網）

- (A) 1. 氣球被用力捏時會爆破，若飄到高空時也會爆破，原因是
 (A)前者因內部壓力太大，後者因外界壓力太小
 (B)前者因內部壓力太小，後者因外界壓力太大
 (C)都因壓力太小
 (D)都因壓力太大。
- (B) 2. 有關托里切利實驗的敘述，何者正確？
 (A)可測量空氣的溫度 (B)可證明大氣壓力的大小
 (C)是以酒精為實驗液體 (D)玻璃管一定要垂直放置，才能測出氣壓為 76cm-Hg。
- (A) 3. 在 1atm 下，兩個半徑比為 2:1 的吸盤緊吸於牆上，吸盤與牆壁間完全沒有空氣，則欲將兩吸盤拔下所需的施力比為 面積比 = 4:1 (半徑平方)
 (A)4:1 (B)2:1 (C)1:1 (D)1:4。
- (B) 4. 若在下列三個不同的地方進行相同的馬德堡半球實驗，欲將同尺寸的兩半球拉開，所需的拉力以何者最小？
 (A)嘉南平原 (B)玉山頂峰 (C)台北盆地 (D)以上均相同。
- (A) 5. 一大氣壓下，托里切利實驗如下圖，甲、乙、丙、丁四玻璃管內，何者不是幾近為真空？
 (A)甲 (B)乙
 (C)丙 (D)一樣大。
- (A) 6. 小玉登玉山，發現帶上山的乖乖，其包裝有明顯膨脹的現象，其主要原因是下列哪一項？
 (A)山上之氣壓較山下小 (B)山上之氣溫較山下低
 (C)山上之物重較山下輕 (D)山上之溼度較山下高。
- (A) 7. 鋼珠原子筆桿上，通常都有一個小孔，其功能是
 (A)體熱會使筆桿內氣體因熱膨脹而氣壓增大，小孔是用來平衡氣壓，防止油墨流出
 (B)防止形變 (C)增加美觀 (D)增加握筆之摩擦力。
- (A) 8. (甲)用吸管喝飲料 (乙)玩具上的塑膠吸盤 (丙)實驗室收集氧氣時，裝滿水的廣口瓶倒放在水槽中，瓶內的水也不會流出 (丁)抽油煙機的排煙原理 (戊)摩擦過後的塑膠尺可以吸引小紙片；上述現象中，屬於大氣壓力應用的有：
 (A)甲乙丙丁 (B)甲乙戊 (C)乙丙丁 (D)丙丁戊。 靜電
- (D) 9. 茶壺蓋上常有一小孔，其目的是為：
 (A)方便繫繩 (B)節省材料 (C)可知水位高度 (D)使內外的氣壓一致。
- (A) 10. 下列何者壓力最大？
 (A) 2 大氣壓 (B) 76 公分水銀柱高 = 1 atm = 1033.6 gw/cm²
 (C) 1000 公克重/平方公分 (D) 10 公尺水柱。
相同



- (B) 11. 杰倫玩吸盤槍，吸盤重為 W ，發射後吸盤吸附在玻璃板上，若由大氣壓力擠壓吸盤而生成之摩擦力為 F ，且吸盤靜止吸附在豎直的玻璃板上，如下圖二所示，則下列何者正確？(不考慮力的方向)



(A) $F > W$ (B) $F = W$

(C) $F < W$ (D) $F = W = 1$ 大氣壓。

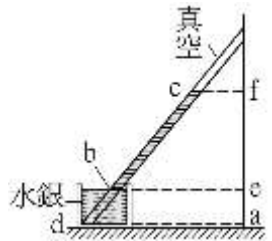
F 為靜摩擦力(向上)
= 向下的吸盤重 W

- (B) 12. 在標準大氣壓力下做托里切利實驗，測量右圖的長度，何者為 76 公分？

(A) af (B) ef

(C) de (D) ac 。

76 cm 是內外水銀面垂直高度差
不是算到底部(af)



- (D) 13. 以甲、乙、丙三種不同液體同時同地做托里切利實驗，得三液柱高度為 $h_{甲} > h_{乙} > h_{丙}$ ，則可知

(A) 三管之半徑為 $r_{甲} > r_{乙} > r_{丙}$

(B) 三管之半徑為 $r_{甲} < r_{乙} < r_{丙}$

(C) 三液體之密度為 $d_{甲} > d_{乙} > d_{丙}$

(D) 三液體之密度為 $d_{甲} < d_{乙} < d_{丙}$ 。

$p = h d$ (h 和 d 成)
大小 反比

- (A) 14. 正常狀況的大氣壓約為 76 公分的水銀柱高，下列何種水銀柱高度可能為颱風中心位置的大氣壓？

(A) 74 公分 (B) 76 公分 (C) 78 公分 (D) 80 公分。

↑
低氣壓變成
(9下地科)

- (A) 15. 在 1 大氣壓下進行托里切利實驗，若不慎有微量空氣在玻璃管內，當測試地球表面大氣壓力時，則水銀柱高度會

(A) $< 76\text{cm}$ (B) $> 76\text{cm}$ (C) $= 76\text{cm}$ (D) 上下不停移動。

- (A) 16. 在月球上作托里切利實驗，則玻璃管內水銀柱高度為何？

(A) 0 cm (B) 38 cm (C) 76 cm (D) 1033.6 cm。

- (B) 17. 汽水開罐後產生大量的氣泡，有關此現象的推論，下列何者不適當？

(A) 此氣泡主要是二氧化碳

(B) 此氣泡因受外界壓力擠壓而逸出

(C) 開瓶前，瓶內氣體壓力大於外界壓力 (D) 開瓶後，氣體溶解度減少。

- (A) 18. 使用半徑為 1 公分的玻璃管做托里切利實驗，在一大氣壓時，水銀柱的高度為 76 公分，半徑改為 2 公分，水銀高度為若干公分？(A) 76 (B) 38 (C) 19 (D) 152 公分。

- (C) 19. 使用吸管喝果汁，是應用下列哪一種原理的作用？

(A) 空氣浮力 (B) 液體浮力 (C) 大氣壓力 (D) 液體壓力。

與管徑粗細
無關

- (B) 20. 取一夠長的玻璃管，將玻璃管傾斜 45 度角作托里切利實驗，當時的大氣壓力為 1 atm，則此玻璃管內水銀柱的垂直高度約為 76 cm 的多少倍？

(A) 0.5 (B) 1 (C) 2 (D) 4。

- (B) 21. 一顆汽球緩緩飄向天空，其內部的體積與壓力將有何變化？

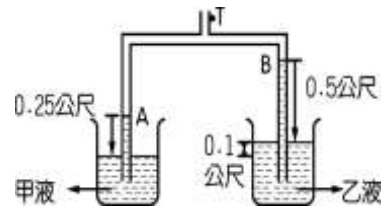
(A) 體積膨脹，壓力變大 (B) 體積膨脹，壓力變小

(C) 體積收縮，壓力變大 (D) 體積收縮，壓力變小。

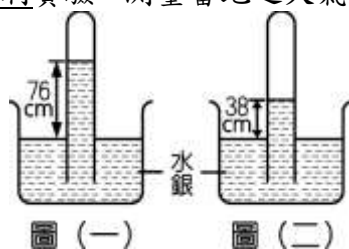
$PV = \text{定值}$

$$1033.6 \text{ gw/cm}^2 = 1.0336 \text{ kgw/cm}^2$$

- (A) 22. 平均每 1 平方公分的大氣壓力所產生的作用力約為多少公斤重？
(A)1 公斤重 (B)2 公斤重 (C)5 公斤重 (D)10 公斤重。
- (D) 23. 車子上的玻璃窗上，常可看見一些可愛的玩偶掛在上面，試問玩偶上的塑膠吸盤主要是利用哪一種力量緊貼玻璃？
(A)空氣浮力 (B)萬有引力 (C)靜電力 (D)大氣壓力。
- (D) 24. 下列日常生活常見的用品中，哪一個不是利用大氣壓力的裝置？
(A)吸塵器 (B)抽水機 (C)滴管吸水 (D)噴水池。→ 連通管
- (D) 25. 在氣壓為 684 毫米水銀柱的山頂上有一鍋，其半徑為 20 公分，今欲使鍋內的水沸騰時的溫度與在平地上沸騰時的溫度(氣壓為 1 大氣壓)相同，則在鍋上應置多少公斤的蓋子？ (A)955 (B)95.5 (C)1169 (D)130 公斤。
 $760 - 684 = 76 \text{ mmHg}$
 $= 0.1 \text{ atm}$
 $= 103.36 \text{ gw/cm}^2$
 $F = PA$
 $= 103.36 \times (20)^2 \pi$
 $= 129886 \text{ gw}$
 $\approx 130 \text{ kgw}$
- (A) 26. 已知大氣壓力因上升 100 公尺而下降 8mm-Hg，此人在山頂上測得氣壓為 59cm-Hg，則此山高度為：(A)2000 公尺 (B)1000 公尺 (C)1600 公尺 (D)800 公尺。
 $76 - 59 = 17$
 $17 \times 100 = 1700$
 $1700 + 800 = 2500$
 $\approx 2125 \text{ (m)}$
- (B) 27. 下列哪一個實驗可以在月球上操作？
(A)托里切利實驗 (B)槓桿實驗 (C)音叉的共振實驗 (D)雙氧水製氧時，以排水集氣法收集氧氣的實驗。
還有 A 球引力
- (D) 28. 下列何項病症與壓力無關？
(A)高山症 (B)潛水夫病 (C)耳鳴 (D)鼻塞。
- (C) 29. 下列哪一個氣壓值最接近一大氣壓？
(A)76 公分一水柱 (B)1033.6 kgw/m² (C)1 kgw/cm² (D)900 百帕。
 1000 gw/cm^2
 103.36 gw/cm^2
 918.3 gw/cm^2
- (D) 30. 將馬德堡半球的半徑變為原來的 3 倍時，使之分開的兩端拉力大小應為原來的多少倍？
面積變 9 倍
(A)1/3 倍 (B)3 倍 (C)1/9 倍 (D)9 倍。
- (B) 31. 如圖，兩玻璃管上端相連，下端分別浸入液體甲和液體乙中，今從管口 T 處抽出若干氣體後，兩管中液體高度升高至圖中 A、B 的位置，則下列敘述何者正確？
(A)甲管液柱壓力較大
(B)甲、乙兩管液柱壓力相同
(C)乙管液柱壓力較大
(D)施於乙管的大氣壓力較大。
 $p = h d$
 $h_1 < h_2$
 $d_1 > d_2$
- (D) 32. 下列為進行托里切利實驗後所得的結論，試問哪一個結論「錯誤」，而必須重做實驗？
(A)水銀柱與水銀槽的液面高度差即為大氣壓力的大小
(B)水銀柱的粗細不影響水銀柱與水銀槽的液面高度差
(C)水銀柱的上方為真空
(D)水銀柱的傾斜角度將影響水銀柱的垂直高度。(前提是管要夠長)
- (B) 33. 普利士利製氧的方法乃在氣壓計汞柱的最高點中放上紅色的氧化汞，照光使其分解出汞及氧，此時造成管內的水銀面如何？
(A)上升 (B)下降 (C)不變 (D)可能上升或下降。



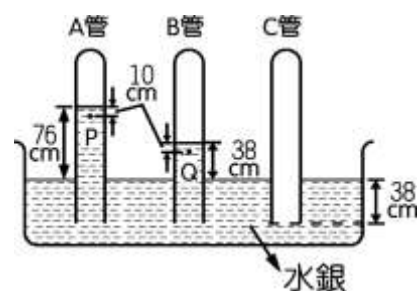
【題組】淑惠同學在某地做托里切利實驗，測量當地之大氣壓力，結果如圖(一)水銀柱高76 cm。
試回答34~38題：



- (A) 34. 淑惠所測之大氣壓力大小，下列何者表示方法「錯誤」？
(A) 76gw/cm^2 (B) 1033.6gw/cm^2 (C) 76cm-Hg (D) 1 atm 。
- (B) 35. 若淑惠在進行實驗時，不慎有空氣進入管中，測得結果如圖(二)水銀柱高 38 cm，則管內氣體之壓力為何？
(A) 19cm-Hg (B) 38cm-Hg (C) 1 atm (D) 0.2 atm 。
- (B) 36. 淑惠以密度為 3.4g/cm^3 的液體取代水銀(密度： 13.6g/cm^3)進行本實驗，此時大氣壓力可支持之液柱高度將變為多少 cm？
(A) 34cm (B) 304cm (C) 68cm (D) 680cm 。
*d 小 4 倍
h 大 4 倍*
- (D) 37. 若淑惠將本實驗移至 2200 公尺高之山上進行，此時淑惠測得之大氣壓力為何？
(A) 大於 1 atm (B) 等於 76cm-Hg (C) 等於 1013 百帕 (D) 小於 1033.6gw/cm^2 。
- (B) 38. 若淑惠將本實驗移至月球上，此時淑惠測得之大氣壓力為何？
(A) 等於 1 atm (B) 0 atm (C) $1/6\text{ atm}$ (D) 無法判斷。

【題組】有三支長約為1公尺的玻璃管，一端封閉而另一端開口，現將開口端倒插於水銀槽中，管內外的水銀面高度如圖所示，設當時的大氣壓力為 1atm ，試回答43~45題：

- (C) 39. 管內氣體壓力由大而小依次為何？
(A) $A=B=C$ (B) $A>B>C$
(C) $A<B<C$ (D) 無法判斷
- (B) 40. B 管內氣體壓力為 (A) 0 (B) 0.5 (C) 1 (D) 1.5 atm 。
- (D) 41. C 管內氣體壓力為 (A) 0 (B) 0.5 (C) 1 (D) 1.5 atm 。



6-4 浮力

❖ 浮力的意義與成因

1. 浮力：

(1) 意義：物體進入液中，所減輕的重量

(2) 浮力成因：

① 物體進入液中（不論沉、浮體），即受方向向上的作用力

⇒ 浮力的方向恆鉛錘向上，浮力常用的符號B。

② 浮力源自於物體進入液中所受的壓力差。($P_{\text{向上}} > P_{\text{向下}}$)

❖ 解浮力問題的途徑

1. 亞基米得原理（浮力原理）：

(1) 公式推導：

① 浮力源自於物體進入液中所受的壓力差。($P_2 > P_1$)

② 推導過程：假設正方體邊長 h cm、底面積為 A cm²，液體密度 d

❶ 向上總力 $F_2 = \underline{P_2 A} = \underline{h_2 d A} \text{ gw}$ 。

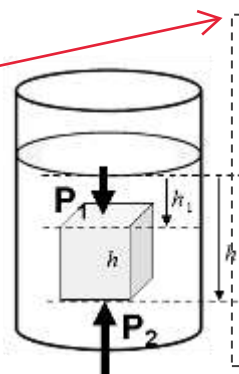
❷ 向下總力 $F_1 = \underline{P_1 A} = \underline{h_1 d A} \text{ gw}$ 。

❸ 左、右側總力抵銷。

⇒ 浮力 = 上、下總力之合力

$$B = V_{\text{沉}} \times d_{\text{液}}$$

浮力 = 物體沉入液中的體積 × 液體的密度
= 排開液體的重量



$$\begin{aligned} B &= F_2 - F_1 \\ &= h_2 d A - h_1 d A \\ &= (h_2 - h_1) d A \\ &= h d A \\ &= (h A) d \\ &= V \times d \end{aligned}$$

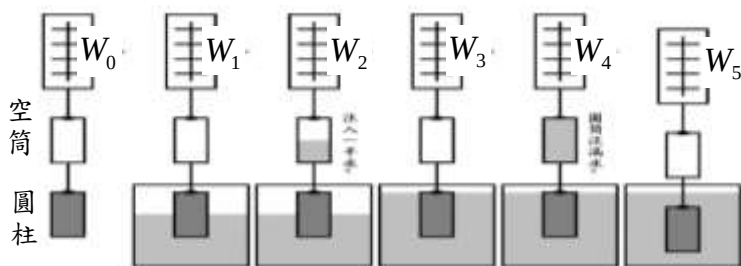
(2) 驗證實驗：

① 塑膠空筒與金屬圓柱裝置：空筒內體積 = 金屬圓柱體積

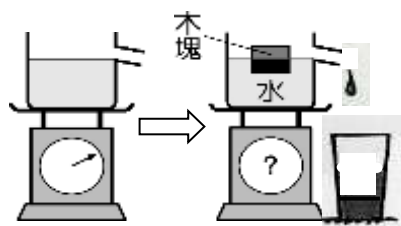
❶ 金屬體積的一半進入液中時的浮力 = $\underline{W_0 - W_1}$ 。

❷ 金屬體積全部進入液中時的浮力 = $\underline{W_0 - W_3}$ 或 $\underline{W_0 - W_5}$ 。

❸ 實驗發現： $\underline{W_0 = W_2}$ ； $\underline{W_0 = W_4}$ ； $\underline{W_3 = W_5}$ 。



② 木塊置入磅秤上已裝滿液體的杯中，彈簧秤讀數變化不變。



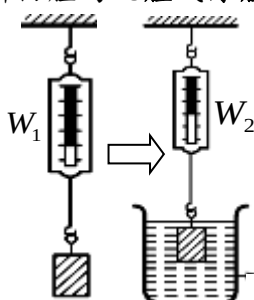
(3) 浮力 = 物體沉入液中的體積 × 液體的密度 = 排開液體的重量。



(4) 影響浮力的因素：

- ① 物體沉入液中的體積：⇒ 在相同液體中，沉入液中體積愈大，浮力愈 大。
- ② 液體的密度：⇒ 物體在液中體積相同時，液體密度愈 大，浮力愈大。

2. 解浮力問題的途徑：先判斷物體為沉體或浮體



W_1 ：物體的重量
 W_2 ：物體在液中的重量

(1) 第一個途徑：重力、浮力的比較 ⇒ (力的比較)

① 物體為沉體時：物體密度 > 液體密度

❶ 進入液中，沉體重量 減輕。(∵ $W_1 > W_2$)

❷ 浮力 = 空氣中重量與液體中重量之 差 (∵ $B = W_1 - W_2$)

$$\Rightarrow B = W_1 - W_2$$

② 物體為浮體時：物體密度 ≤ 液體密度

❶ 進入液中，浮體重量 = 0。(∵ $W_2 = 0$)

❷ 浮力 = 物重。(∵ $B = W_1$ ⇒ 浮體原理)

$$\Rightarrow W_2 = 0 \quad \therefore W_1 = B$$

$$\Rightarrow B = W_1$$

物體密度 = 液體密度
 物體會沉入液體中
 但懸浮不觸底
 可隨處靜止
 (既算沉體也是浮體)

(2) 第二個途徑：亞基米德原理 ⇒ (沉入體積比較 比較)

① 物體為沉體時：沉入液中的體積 = 物體 全部 的體積。

② 物體為浮體時：沉入液中的體積 = 物體 部份 的體積。

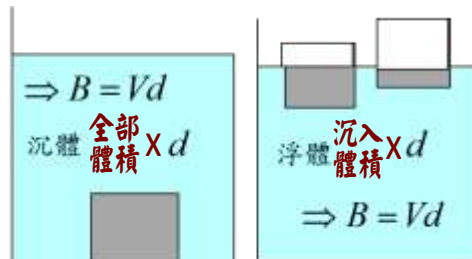
$$\text{沉體} \Rightarrow W_1 - W_2 = B = Vd \quad B_{\text{沉}} = V_{\text{物}} \times d_{\text{液}}$$

$$\text{浮體} \Rightarrow W_1 = B = Vd \quad \therefore B_{\text{浮}} = V_{\text{物}} \times D_{\text{物}}$$

$$W_1 = V_{\text{物}} \times D_{\text{物}}$$

(可由 $M = VD$, 比擬成重力單位)

W_1 ：原本物重
 W_2 ：液中物重
 V ：沉入液中體積
 d ：液體密度



❖ 浮力的應用

1. 浮力的應用：

(1) 潛水艇的浮沉：以海水進出，來調整艇的 平均密度 控制沉浮。

⇒ 當艇身全在液面下時，下沉或上浮過程的浮力 不變。

(2) 人可浮於中東的死海： $D_{\text{人}} < D_{\text{海水}}$ ， $W_{\text{人}} = B_{\text{海水}}$ 。

(3) 鐵塊會沉、鐵製輪船會浮：鐵船有許多中空部份，使鐵船平均密度 < 水的密度

(4) 魚類利用魚鰾控制沉浮：① 上浮時：魚鰾膨脹，體積增加，浮力增加，平均密度減少。

鰾：控制浮沉的器官

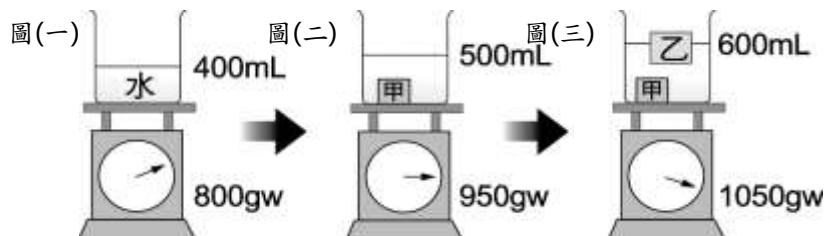
鰾：烏魚的精囊

② 下沉時：魚鰾收縮，體積減少，浮力減少，平均密度增加。

質量=體積×密度 → 體積= $\frac{\text{質量}}{\text{密度}}$

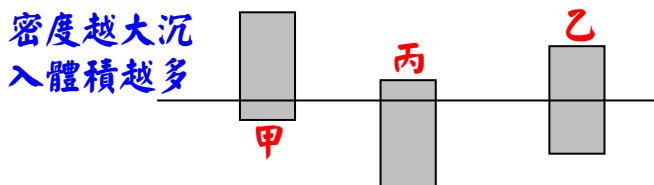
❖ 範例解說

- 有一 54 g 的鋁塊，密度為 2.7 g / cm³，則：
 - 將它放入水中，鋁塊所受浮力為 20 gw。
 - 鋁塊在水中的重量 34 gw。
- 有一 60 g 的木塊，密度為 0.6 g / cm³，則：
 - 將它放入水中，木塊所受浮力為 60 gw。
 - 木塊在水中的重量 0 gw。
 - 木塊液面上與液面下的體積比 = 2:3。
 - 欲使木塊全部沉入水中，則至少需要施力 40 gw。
- 將一裝水的燒杯置於磅秤上，燒杯與磅秤指針的刻度如下圖(一)。若將甲物體放入燒杯內，甲沉入水中，燒杯與磅秤指針的刻度如下圖(二)；再放入乙物體時，乙浮在水面，燒杯與磅秤指針的刻度如下圖(三)，則：



- 甲物體的重量 150 gw，體積 100 cm³，密度 1.5 g / cm³，所受浮力 100 gw。
- 乙物體的重量 100 gw，在液面下的體積 100 cm³，所受浮力 100 gw。

- 甲、乙、丙三物體的密度分別為 0.1、0.5、0.9 g/cm³，置入水中時，如左下圖，則如何區分這三者物體？(標示甲、乙、丙)



浮體沉入液面下
體積佔全部體積
的比例

- 將甲物體放入液體中，如附圖所示。若甲的質量為 80g，體積為 100 cm³，則甲在液面下的體積占本身體積的幾分之幾？ $\frac{2}{3}$ 。

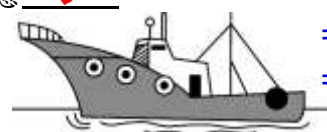
$$\frac{V_{\text{沉}}}{V_{\text{物}}} = \frac{D_{\text{物}}}{d_{\text{液}}} = \frac{0.8}{1.2} = \frac{2}{3}$$

- 一木塊置於密度為 2.0 g/cm³ 的液體 A，其體積的四分之一浮出液面，若改置於另一液體 B 中時，木塊浮出其體積的五分之二，則：

- 木塊在液體 A 及液體 B 中，何者所受浮力最大？ 相同。
- 液體 B 的密度為多少 g/cm³？ 2.5 g/cm³。
- 浮體若改置入密度更大的液體時，其沉入液中的體積愈 小。

- 一艘船，由淡水河駛入海水時，則回答下列問題：

- 浮力變化？ 不變。
- 沉入液中的體積變化？ 減少(上浮一些)。
- 若此船駛入海中，遇暴風而沉沒，則沉入海中前後的浮力變化？ 變小。



浮體變沉體 → 浮力變小

6-4-3

浮體重量完全減為0
沉體在液中還有重量

沉入海中
船艙進水
排開的海水減少

通式：B=減輕的重量 = $W_{\text{物}} - W_{\text{液}} = V_{\text{沉}} \times d_{\text{液}}$

先確認是沉體or浮體

(1) 沉體 $B = V_{\text{沉}} \times d_{\text{液}} = V_{\text{物}} \times d_{\text{液}}$

∴全部沉入水中
∴ $V_{\text{沉}} = V_{\text{物}}$

※如果是水，沉體體積多少cm³，浮力就多少gw※

(2) 浮體 $B = V_{\text{沉}} \times d_{\text{液}} = W_{\text{物}} - 0 = V_{\text{物}} \times D_{\text{物}}$

浮力=物重

見No.5解說

$V_{\text{上}}:V_{\text{下}}=2/5:3/5=2:3$

$F = V_{\text{上}} \times d_{\text{液}} = B_{\text{沉}} - B_{\text{浮}} = V_{\text{物}} \times d_{\text{液}} - W_{\text{物}}$

《質量守恒》

液體提供浮力使物體
重量減輕，但反作用
力仍會壓在磅秤上，
故磅秤仍測得總重量

$$B = V_{\text{物}} \times d_{\text{液}} = V_{\text{物}} \times 1 = 40, V_{\text{物}} = 40 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$200 \div 40 = 5$$

8. 有一物體在空氣中的重量是 200 gw，沉入水中後的重量是 160 gw，則該物的密度是 5 g / cm³。

$$d_{\text{Hg}} = 13.6$$

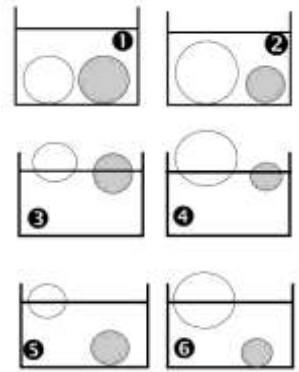
9. 鋁塊（密度 2.7g / cm³）和鐵塊（密度 7.8g / cm³），回答下列問題：

- (體積大) 相等 ① 若二者體積相同，置於水中時，所受浮力何者最大？
 (較重) 鋁 ② 若二者質量相同，置於水中時，所受浮力何者最大？
鐵 ③ 若二者體積相同，置於水銀中時，所受浮力何者最大？
相等 ④ 若二者質量相同，置於水銀中時，所受浮力何者最大？
鐵 ⑤ 若二者體積相同，置於密度為 5g / cm³ 的液體中時，所受浮力何者最大？
鋁 ⑥ 若二者質量相同，置於密度為 5g / cm³ 的液體中時，所受浮力何者最大？

(二者皆為浮體)

(鐵塊全沉，排開液體體積較多)

鋁塊是浮體，重量完全減為 0
 鐵塊是沉體，在液中還有重量

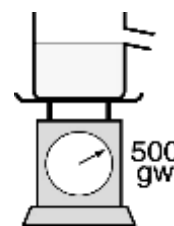


概念整理：

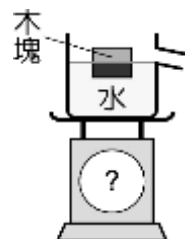
- ① 二沉體：($B = V_{\text{物}} \times d_{\text{液}}$)
 ① 若體積相同，浮力何者大？ 相等。
 ② 若質量相同，浮力何者大？ 物體密度小者，浮力大。
 (體積大)
 ② 二浮體：($B = W_{\text{物}}$)
 ① 若體積相同，浮力何者大？ 物體密度大者，浮力大。
 ② 若質量相同，浮力何者大？ 相等。(重量大)
 ③ 一沉一浮：
 ① 若體積相同，浮力何者大？ 沉體，浮力大。(排開液體體積多)
 ② 若質量相同，浮力何者大？ 浮體，浮力大。浮體重量完全減為 0
 沉體在液中還有重量

10. (A) 實驗裝置如附圖(一)所示。磅秤測得裝滿水的水槽重量為 500 gw。若在水槽中緩慢放入一個體積為 50 cm³，重量為 30 gw 的木塊後。有一部分的水由水槽側邊的管子溢出，且木塊浮於水面上呈靜止狀態，如附圖(二)所示，則下列敘述何者正確？

- (A) 最後的磅秤讀數為 500 gw
 (B) 最後的磅秤讀數為 530 gw
 (C) 被木塊排出水槽外的水，其體積為 50 cm³
 (D) 木塊浮出水面上，表示它所受的浮力大於它的重量。



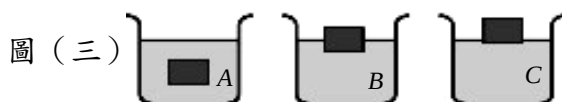
圖(一)



圖(二)

11. (B) 如下圖(三)所示，為同一物體分別投入 A、B、C 三種液體的情況，三種液體密度分別為 d_A 、 d_B 、 d_C ，由圖中可判定它們的密度大小次序是？

- (A) $d_A > d_B > d_C$ (B) $d_C > d_B > d_A$ (C) $d_A > d_C > d_B$ (D) $d_B = d_C > d_A$ 。



圖(三)

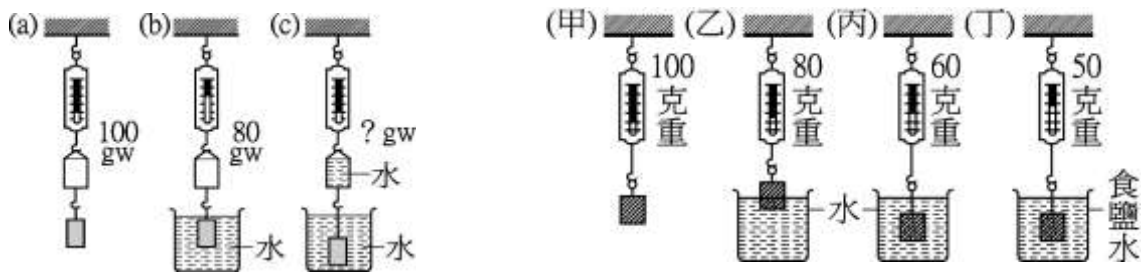
12. 如圖，一鐵球由丙位置滾至甲位置，甲、乙、丙三點所受水壓分別以 $P_{甲}$ 、 $P_{乙}$ 、 $P_{丙}$ 表示，三點所受浮力分別以 $B_{甲}$ 、 $B_{乙}$ 、 $B_{丙}$ 表示，則：



- ① $P_{甲}$ 、 $P_{乙}$ 、 $P_{丙}$ 的大小？ $P_{甲} > P_{乙} > P_{丙}$ ，壓力變化？ 增加。
 ② $B_{甲}$ 、 $B_{乙}$ 、 $B_{丙}$ 的大小？ $B_{甲} = B_{乙} = B_{丙}$ ，浮力變化？ 不變。

13. 已知圓筒容積等於金屬塊體積且酒精密度 0.8 g/cm^3 ，則：

- ① 金屬塊完全浸入水中所受的浮力為 20 gw。 ② 金屬塊排開的水重為 20 gw。
 ③ 若金屬塊完全浸入酒精中，所受到浮力為 16 gw。 ④ 圖(c)彈簧秤讀數 100 gw。

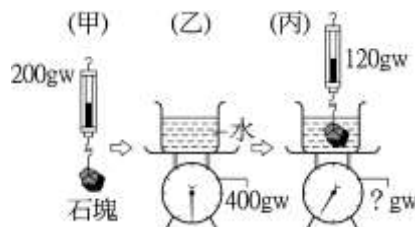


14. 右上圖(甲)、(乙)、(丙)、(丁)為阿亮以彈簧秤測量的結果，則：

- ① 當物體沒入水中一半時，受到水的浮力為多少 gw？ 20 w。
 ② 物體的密度為多少 g/cm^3 ？ 2.5 g/cm^3 。
 ③ 試求鹽水密度為多少 g/cm^3 ？ 1.25 g/cm^3 。 $B=50=40 \times d_{\text{NaCl}}$

$$d_{\text{NaCl}} = 1.25$$

15. Y張按附圖程序，分別測量石塊重量，燒杯連水的重量以及石塊在水中的重量，則：



- ① (A) 石塊所受浮力為多少 gw？ (A) 80 (B) 120 (C) 200 (D) 0。
 ② (D) 石塊密度為多少 g/cm^3 ？ (A) 1 (B) 1.5 (C) 2 (D) 2.5
 ③ (A) 圖(丙)中下面磅秤指示的刻度為多少 gw？ (A) 480 (B) 600 (C) 520 (D) 320 gw。
 ④ (B) 圖(丙)中將石塊與彈簧秤連接的繩子剪斷，石塊落入水底，則下方磅秤指示的刻度為多少 gw？ (A) 480 (B) 600 (C) 520 (D) 320 gw。

16. (D) 小輝將甲、乙兩物體疊在一起，放入一盛水的燒杯內，待靜止後，甲、乙兩物體的接觸面恰好與水面在同一高度，如附圖所示。假設甲、乙兩物體為具有相同體積的正立方體，它們的密度不同，甲物體的密度大於 0.5 g/cm^3 ，則下列敘述何者正確？

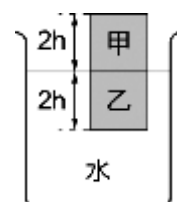
見No.5解說

若液體是水，液面下體積佔全部體積的比例等於物體密度。

甲乙平均密度=0.5

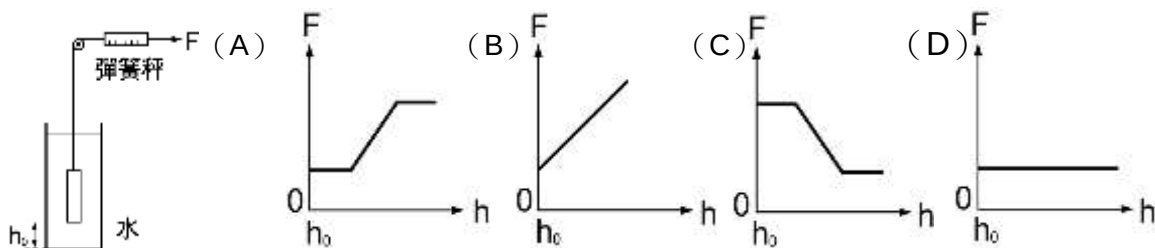
乙<0.5

- (A) 乙物體的密度大於 0.5 g/cm^3
 (B) 乙物體的密度等於 0.5 g/cm^3
 (C) 緩慢地拿走甲物體後，乙物體沉在水面下的高度應變為 h
 (D) 緩慢地拿走甲物體後，乙物體沉在水面下的高度應小於 h 。



$$\frac{V_{\text{沉}}}{V_{\text{物}}} = D_{\text{物}} < 0.5, \text{ 即 } < h$$

17. (A) 小白在彈簧秤的一端綁一物體，且此物體的密度大於水。將此物體置於離容器底部 h_0 的高度，若施一力 F 於彈簧秤，將其等速且緩慢的拉出水面，如附圖所示，則下列關於施力 F 及物體距容器底部的距離 h 之關係圖，何者最適當？



解題分析 $\Rightarrow$ ① 在未出水面前，拉力 相同。

② 頂部開始出水面後，因受浮力漸 小，故拉力漸 大。

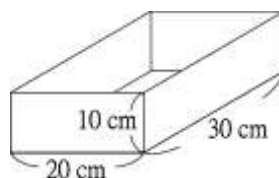
③ 當全部拉出水面後，拉力又 相等 (= 物重)。

18. (C) 有一無蓋鐵盒子，形狀如附圖，重量為 1.5 公斤重，放入水中後浮水面上。試問，鐵盒內最多可放多重的物體而盒仍不下沉？

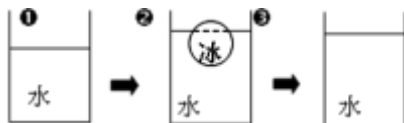
(A) 1.5 公斤重 (B) 3.0 公斤重

(C) 4.5 公斤重 (D) 6.0 公斤重

鐵盒體積 = $30 \times 20 \times 10 = 6000(\text{gw}) = 6(\text{kgw})$



19. 如圖，一杯水，如圖①，置入一個冰塊中，如圖②，當冰完全熔化後如圖③，則：



① 當剛加入冰塊時 (圖① $\Rightarrow$ ②)，杯內底部受到水壓力變化？ 增加。

② 當冰塊熔化後 (圖② $\Rightarrow$ ③)，杯內底部受到水壓力變化？ 不變。

❖ 基本練習題

- (D) 1. 一彈簧秤下掛 60 公克的石塊，部分放入水中，彈簧秤顯示的重量變為 40 公克重，求石塊密度為多少？

(A) 1.5 g/cm^3 (B) 3 g/cm^3 (C) 4 g/cm^3 (D) 無法計算

- (A) 2. 將一密度為 8 公克 / 立方公分的鐵塊，完全沉入水中。若已知該鐵塊在水中的重量為 28 公克，則鐵塊的質量為多少公克？

(A) 32 (B) 36 (C) 40 (D) 60

- (D) 3. 密度 1.4 g/cm^3 ，質量為 70 g 的物體，懸於彈簧下端，彈簧伸長 14 cm，若將此物體全部浸入水中時，此時彈簧伸長量為？

(A) 10 cm (B) 8 cm (C) 6 cm (D) 4 cm

- (B) 4. 已知鐵的密度比石頭大，今將質量相同的實心鐵球與石頭放入水中，則所受的浮力如何？

(A) 鐵球較大 (B) 石頭較大 (C) 兩者相同 (D) 無法比較

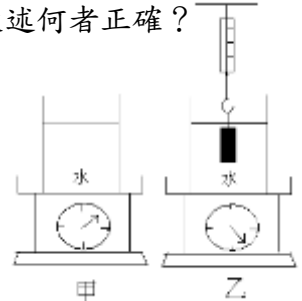
$$V = 54 \div 2.7 = 20$$

- (A) 5. 10 cm^3 的銅球(密度 8.9 g/cm^3)與 54 gw 的鋁球(密度 2.7 g/cm^3)投入水中，所受的浮力分別為多少？
沉體所受B, 視沉體的體積而定

(A)銅球 10 gw 、鋁球 20 gw (B)銅球 10 gw 、鋁球 54 gw
(C)銅球 89 gw 、鋁球 54 gw (D)銅球 89 gw 、鋁球 20 gw

- (B) 6. 右圖甲中的磅秤讀數為 100 gw ，將一個 100 gw 的物體掛在彈簧秤的下端，使物體完全浸入水面下，此時磅秤讀數為 120 gw ，關於此圖下列敘述何者正確？

(A)乙圖中彈簧秤的讀數為 60 gw *80*
(B)乙圖中金屬塊的體積為 20 cm^3
(C)乙圖中金屬塊受到的浮力為 100 gw *20*
(D)乙圖中金屬塊的密度為 6 g/cm^3 *$\frac{100}{20} = 5$*



- (B) 7. 若阿基米德將皇冠分別放在下列四種不同的液體中，試問在下列哪一個液體中皇冠的重量最重？

(A)水 (1 公克/立方公分) (B)油 (0.6 公克/立方公分)
(C)酒精(0.8 公克/立方公分) (D)食鹽水 (1.2 公克/立方公分)

- (D) 8. 有一金屬合金製作的小騎兵，其重量是 100 gw ，當此小騎兵沒入水中時，在水中測其重量是 80 gw ，根據這樣的結果，下列敘述何者錯誤？

(A)該騎兵在水中所受的浮力為 20 gw
(B)騎兵的體積為 20 cm^3
(C)騎兵的平均密度為 5 g/cm^3
(D)將騎兵改投入密度為 0.6 g/cm^3 的油中時，所受的浮力為 16 gw *$20 \times 0.6 = 12$*

- (D) 9. 一均質鐵球(密度為 8 g/cm^3)放入盛滿汽油(密度為 0.8 g/cm^3)之燒杯中，溢出汽油 240 公克，下列有關鐵球的敘述，何者錯誤？

(A)所受浮力為 240 gw
(B)體積為 300 cm^3
(C)質量為 2400 g (D)在汽油中的重量為 2160 gw *2160*

- (C) 10. 人躺在死海中不會下沉，原因是

(A)死海是不流動的 (B)人躺在死海中所受的浮力大於重量
(C)人躺在死海中所受的浮力等於重量 (D)泳技高超

- (C) 11. 同一艘船在海中航行時的吃水線，下列何者正確？*(應註明跟淡水比較)*

(A)海水中吃水線低，浮力大 (B)淡水中吃水線低，浮力大 *吃水線低 → 深*
(C)海水中吃水線低，但浮力均相同 (D)吃水線及浮力均相同

- (A) 12. 同體積的鐵球及軟木塞放入水中，鐵球沈入水中，軟木塞浮在水上，何者浮力較大？

(A)鐵球 (B)軟木塞 (C)浮力相同 (D)無法比較 *誰排開水的體積較多？*

- (C) 13. 一木塊在空氣中重 100 gw ，放在水中時上浮而不下沉，則下列敘述何者錯誤？

(A)木塊受到的浮力為 100 gw (B)木塊的密度小於水的密度
(C)木塊所受的浮力小於 100 gw (D)在木塊上施力可使它下沉

浮力 $B = W_{物}$

- (D) 14. 同一乒乓球分別浮於下列各液體中，以在何者中所受的浮力最大？
(A)海水 (B)純水 (C)沙拉油 (D)以上均相同
- (C) 15. 一氣泡由湖底逐漸上升，下列有關此氣泡所受的壓力與浮力的敘述，何者正確？
(A)壓力逐漸增大，浮力逐漸增大 (B)壓力逐漸增大，浮力逐漸減小
(C)壓力逐漸減小，浮力逐漸增大 (D)壓力逐漸減小，浮力逐漸減小
*h 變淺 P 變小
氣泡 V 變大 B 變大*
- (C) 16. 同一木塊分別浮於下列各液體中，木塊在下列何者中，露出液面之體積最大？
(A)純水 (B)海水 (C)水銀 (D)均相同
- (C) 17. 有一密度 2.7 公克/立方公分，體積 20 立方公分的鋁塊，將它放入密度 13.6 g/cm³ 的水銀中，鋁塊所受浮力為多少公克重？ $B = W_{物} = 20 \times 2.7$
(A) 20 (B) 27 (C) 54 (D) 272
- (B) 18. 潛水艇利用水櫃調節水量以控制沉浮，在潛水艇下沉的過程中，下列敘述何者錯誤？
(A)潛水艇受到的浮力小於潛水艇的重量 (B)潛水艇受到的浮力一直減小 B 一直等於
(C)潛水艇的重量一直增加 (D)潛水艇的平均密度逐漸變大。 $V_{排} \times d_{液}$
- (B) 19. 一艘船從淡水河域開往海洋，其浮力變化為何？
(A)船身下沉，浮力減少。 (B)船身上升，浮力不變。
(C)船身下沉，浮力增加。 (D)船身上升，浮力增加。
- (A) 20. 一艘船在航行時，若不慎船身漏水，下列敘述何者正確？
(A)當浮於海面時，所受浮力較大，而當船沈於海底時，浮力會變小。
(B)不管浮著或沈下，浮力都沒變化。
(C)將船身的貨物全丟出去，就不會淹水。
(D)船身下沉，水壓愈小。
- (B) 21. 當保力綸浮於水面，用力將其下壓過程(尚未完全沈沒)，何者錯誤？
(A)浮力隨著下沉而增大。
(B)保力綸下沉，所受浮力不變。
(C)浮力有可能大於保力綸重。
(D)浮力等於保力綸重與下壓力量的和。
- (C) 22. 同質量的塑膠球和軟木球(塑膠球密度為 0.6 g/cm³、軟木球密度為 0.25 g/cm³)，放在水中時，其所受的浮力何者較大？
(A)塑膠球 (B)軟木球 (C)相同 (D)無法比較
- (A) 23. 同體積的塑膠球和軟木球(塑膠球密度為 0.6 g/cm³、軟木球密度為 0.25 g/cm³)，放在水中時，其所受的浮力何者較大？ 塑膠球較重
(A)塑膠球 (B)軟木球 (C)相同 (D)無法比較
浮力 $B = W_{物}$
- (A) 24. 體積 125 立方公分、密度 0.6 公克/立方公分的木塊，浮在水面上，若要使木塊整個沒入水中需在木塊上方施力多少公克重？ $B_{沉} - B_{浮} = V_{物} \times d_{液} - W_{物}$
 $= 125 \times 1 - 125 \times 0.6 = 50$
(A)50 (B)60 (C)70 (D)80
- (D) 25. 一物體密度為 0.9 g/cm³，則當施一垂直向下的力 F 使其完全沒入水中時，當物體靜止時，其所受的浮力 B 與重力 W 的關係，下列何者正確？
(A)W=B (B)B=F (C)B+F=W (D)W+F=B

類題

- (B) 26. 杯中裝有果汁及冰塊，當冰塊融化後，液面會如何變化？
(果汁密度 1.2 公克／立方公分，冰塊密度 0.9 公克／立方公分)
(A)不變 (B)升高 (C)降低 (D)不一定

(排開果汁體積)
沉入果汁比例 $\frac{0.9}{1.2}V = \frac{3}{4}V = 0.75V$
 $W_{冰} = V \times 0.9 = 0.9V = W_{水}$
冰溶化成水，體積 = $0.9V$

- (C) 27. 鐵球置於碗中，浮於水面，今將鐵球移入水中，碗浮在水面上鐵球沉入碗底，則
(A)碗在水中體積增大 (B)水位不變 (C)水位下降 (D)水位上升

本來鐵球和碗重量都減為 0
鐵球沉入水中反而 B 變小

- (C) 28. 一個 3 公斤重的空心圓筒，直立浮在水面上，筒底沒入水中 30 公分。今將油液注入浮筒，筒底沒入水中深度為 70 公分，可知注入浮筒中的油為
(A)7 公斤重 (B)5 公斤重 (C)4 公斤重 (D)3 公斤重

設筒底面積為 A
 $A \times 30 = A \times 70 = 3 \text{ kgw} = W$

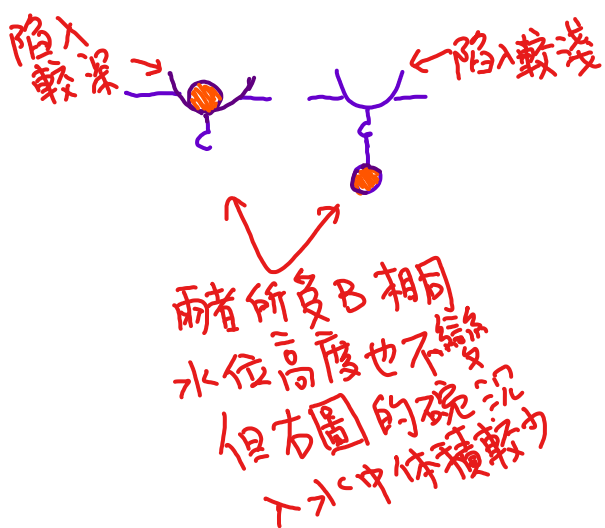
- (B) 29. 雞蛋放入純水中，沉入水底；將雞蛋另置於鹽水中則見靜置於水中，上述情形如下圖所示。關於此現象，下列推論何者正確？

- (A)雞蛋的重量大於雞蛋在食鹽水中所受的浮力
(B)雞蛋在鹽水中所受的浮力大於雞蛋在純水中所受的浮力
(C)雞蛋的重量小於雞蛋在食鹽水中所受的浮力
(D)雞蛋的重量等於雞蛋在純水中所受的浮力



- (A) 30. 鐵塊 40 cm³(密度：8 g/cm³)投入水與甲液的容器中(水的密度：1 g/cm³，甲液的密度：16 g/cm³)，則鐵塊在水中及甲液中的體積比為何？
(A)2：1 (B)8：7 (C)16：1 (D)5：2

甲液 $\frac{D_{物}}{D_{液}} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2}$



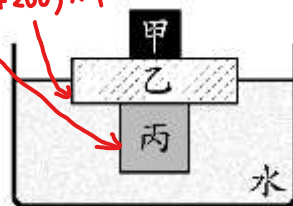
☆歷屆會考試題☆ 第六章 力與壓力

【105 年會考】

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow 10 = \frac{200}{A} \Rightarrow A = \frac{200}{10} = 20 (\text{cm}^2)$$

1. (C) 一個重量為 200 gw 的空保溫杯，靜置於水平桌面上時，空保溫杯作用於桌面的壓力為 10 gw/cm²，若在杯內裝滿純水後，裝滿水的保溫杯作用於桌面的壓力為 30 gw/cm²，則杯子的容量約為多少？
 $P = 30 = \frac{F}{A} = \frac{200 + \text{水重}}{20} \Rightarrow \text{水重} = 400 (\text{gw})$
 $\text{體積} = 400 (\text{mL})$
 (A) 200 mL (B) 300 mL (C) 400 mL (D) 600 mL。

2. (C) 將甲、乙、丙三種不同材質的實心物體堆疊後放入密度為 1.0 g/cm³ 的水中，待靜止平衡後，乙正好有一半的體積沒入水面下，如圖所示。已知甲的質量為 50 g，乙的密度為 0.5 g/cm³、體積為 400 cm³，丙的體積為 250 cm³，則丙的密度應為多少？
 $W_2 = 400 \times 0.5 = 200 \text{ g}$
 $W_3 = 250 \times d_{\text{丙}}$
 $B_{\text{浮}} = W_{\text{物}} = V_{\text{沉}} \times d_{\text{液}}$
 $50 + 200 + 250 d_{\text{丙}} = (250 + 200) \times 1$
 $d_{\text{丙}} = 0.8$
 (A) 0.20 g/cm³ (B) 0.70 g/cm³
 (C) 0.80 g/cm³ (D) 1.75 g/cm³。



【106 年會考】

3. (D) 如圖(一)所示，在一原長為 10cm 的彈簧下，吊掛一個重量為 600gw 的金屬塊，靜止平衡時彈簧的全長為 15cm。如圖(二)所示，改將此彈簧與金屬塊置於水平桌面上，彈簧一端連接牆壁，另一端連接金屬塊，對金屬塊施予一個大小為 600gw，水平向左的拉力，靜止平衡時彈簧全長為 14cm。已知彈簧在實驗後皆能恢復原長，若忽略彈簧質量的影響，則此金屬塊所受桌面摩擦力的大小及方向，應為下列何者？

- (A) 40gw，方向向左
 (B) 40gw，方向向右
 (C) 120gw，方向向左
 (D) 120gw，方向向右。

$$\frac{F}{x} = \frac{600}{15-10} = 120$$

每 120 gw 伸長 1 cm

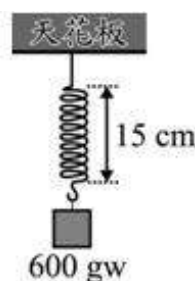


圖 (一)

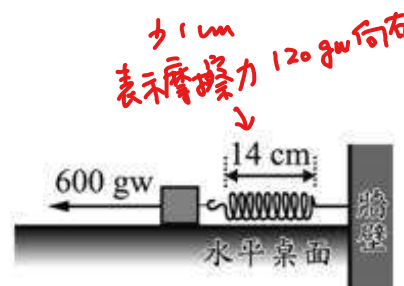
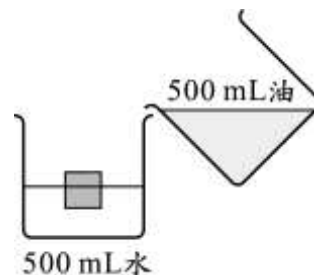


圖 (二)

4. (B) 如圖所示，一正立方體木塊，密度為 0.6 g/cm³，置於裝有 500 mL 水的玻璃杯中，此時木塊靜止浮於水面，若在此玻璃杯中，再加入 500 mL 的油，發現液面上升，但木塊仍靜止浮於液面。已知油與水互不相溶，且油的密度為 0.8 g/cm³，則關於加入油前後的變化，下列敘述何者正確？

- (A) 木塊沒入液體中的體積變小
 (B) 木塊沒入液體中的體積變大
 (C) 木塊在液體中所受的浮力變小
 (D) 木塊在液體中所受的浮力變大。



【 107 年會考】

5. (A) 有一個裝水的玻璃魚缸，內部的水保持靜止，魚缸內有一點 X，其位置如圖所示。若 X 點所受來自上、下、左、右四個方向的液體壓力分別為

$P_{上}$ 、 $P_{下}$ 、 $P_{左}$ 、 $P_{右}$ ，則其關係應為下列何者？

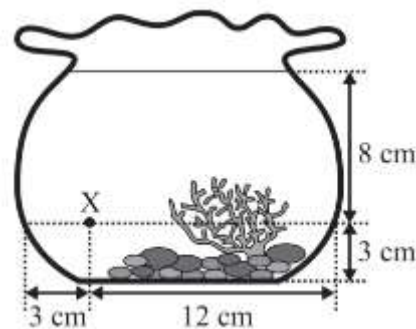
(A) $P_{上} = P_{下} = P_{左} = P_{右}$

(B) $P_{右} > P_{上} > P_{下} = P_{左}$

(C) $P_{上} > P_{下} = P_{左} = P_{右}$

(D) $P_{上} < P_{下} = P_{左} = P_{右}$ 。

只要水是靜止的
水中任一點其來自
四面八方的壓力都
相等

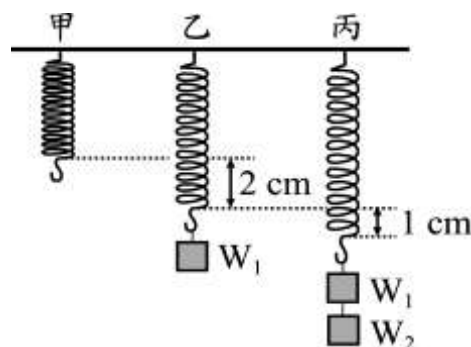


【 108 年會考】

6. (B) 甲、乙、丙三條完全相同的彈簧懸掛在一根水平橫桿上，甲彈簧無懸掛物品，乙彈簧懸掛重量為 W_1 公克重的砝碼，丙彈簧懸掛重量為 W_1 公克重及 W_2 公克重的砝碼，靜止平衡時，三者的長度關係如圖所示。若三條彈簧質量均很小忽略不計，且乙、丙兩彈簧在取下砝碼後，均可恢復原長，由上述資訊判斷 $W_1 : W_2$ 應為下列何者？

(A) 1 : 2 (B) 2 : 1

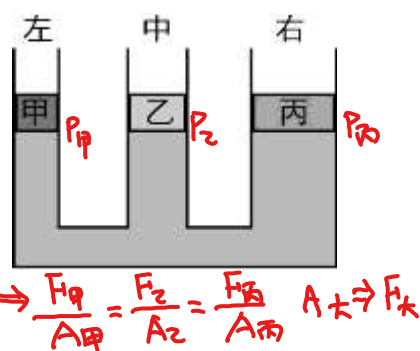
(C) 2 : 3 (D) 3 : 2。



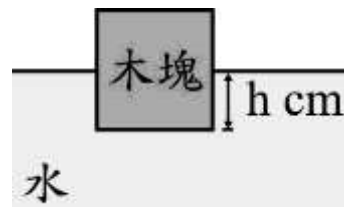
7. (D) 在水平桌面上，放置一個從左至右，管口口徑依序變大的盛水連通管。今在三管管口上各放置與管口口徑相同的甲、乙、丙三活塞，活塞與管壁、水面完全密合且可以在管壁上自由滑動，忽略活塞與管壁間的摩擦力，當三活塞達到靜止平衡時，三管內的水面齊高，如圖所示，則關於活塞甲、乙、丙的重量大小關係，下列何者正確？

(A) 甲 = 乙 = 丙 (B) 乙 > 甲 = 丙

(C) 甲 > 乙 > 丙 (D) 丙 > 乙 > 甲。



8. (A) 一個均勻的正立方體木塊，其密度為 0.5 g/cm^3 ，且任一面的面積皆為 $A \text{ cm}^2$ ，將此木塊置於密度為 1.0 g/cm^3 的純水中，待平衡後，木塊底部距離水面的深度為 $h \text{ cm}$ ，如右圖所示。再於木塊上方正中央處放置一個質量為 300 g 的砝碼，平衡後木塊底部距離水面的深度變為 $(h+3) \text{ cm}$ ，且木塊底面與水面仍保持平行，則此木塊任一面的面積 $A \text{ cm}^2$ 應為多少？



不管木塊
 $B_{浮} = W_{木} = V_{沉} \times \rho_{液}$
 $= 300 = (3 \times A) \times 1$
 $A = 100 (\text{cm}^2)$

(A) 100 cm^2

(B) 150 cm^2

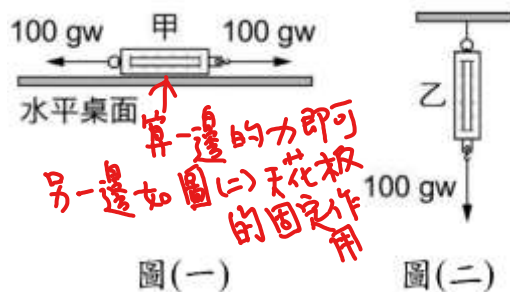
(C) 200 cm^2

(D) 600 cm^2 。

【109 年會考】

9. (C) 如圖(一)所示，對彈簧秤甲兩端同時施以方向相反、大小同為 100 gw 的水平力，彈簧秤甲仍保持靜止平衡狀態，讀數為 $X_{甲}$ 。如圖(二)所示，彈簧秤乙吊掛在支架下，對其施以鉛直向下、大小為 100 gw 的力，彈簧秤乙保持靜止平衡狀態，讀數為 $X_{乙}$ 。若彈簧秤的重量很輕可以忽略，且過程中兩彈簧秤均未超過彈性限度，則 $X_{甲}$ 、 $X_{乙}$ 應為多少？

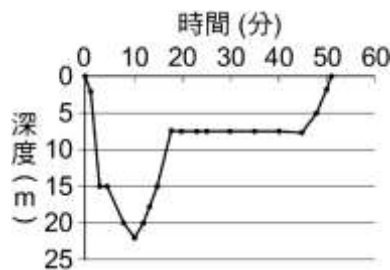
- (A) $X_{甲}=0$ ， $X_{乙}=100$ gw
(B) $X_{甲}=100$ gw， $X_{乙}=0$
(C) $X_{甲}=100$ gw， $X_{乙}=100$ gw
(D) $X_{甲}=200$ gw， $X_{乙}=100$ gw。



◎請閱讀下列敘述後，回答 28 ~ 29 題：

水肺潛水是一項由潛水員攜帶氣瓶（內含壓縮空氣的鋼瓶）在海面下所進行的活動，潛水員會穿上一種可充氣或放氣的背心，藉由氣瓶對背心的充放氣來改變背心的體積大小，調整潛水員在海中的浮力大小，在背心內多充入一些空氣，潛水員可在不施力划水的情形下自然向海面浮起，從背心中多放出一些空氣，潛水員可在不施力划水的情形下自然向海底下沉。若背心的充氣量調整適當，潛水員可在不施力划水的情形下於海面下維持同樣的深度，此種調整背心的充氣量而能夠在海面下維持同樣深度的技術，稱為「中性浮力」。

水肺潛水需要找同伴一起進行活動，可以互相照顧，每次潛水前也都要有適當的規劃，潛水後也要做紀錄。下圖為一位潛水員的潛水時間與潛水深度的紀錄。



(隨處靜止)
平均密度 = $D_{海}$ 即可以「中性浮力」活動

10. (C) 若未攜帶裝備潛水員的體積為 $V_{人}$ 、質量為 $M_{人}$ 、密度為 $D_{人}$ ，潛水員所攜帶的所有裝備體積為 $V_{裝}$ 、質量為 $M_{裝}$ ，海水的密度為 $D_{海}$ ，則下列哪一關係式的情況，可讓潛水員維持在海面下 10 m 的深度以「中性浮力」活動？

- (A) $V_{人} \times D_{海} = M_{人}$ (B) $(V_{人} + V_{裝}) \times D_{人} = M_{人}$
(C) $(V_{人} + V_{裝}) \times D_{海} = M_{人} + M_{裝}$
(D) $V_{人} \times D_{海} + V_{裝} \times D_{人} = M_{人} + M_{裝}$ 。

$$D_{平均} = \frac{M_{總}}{V_{總}} = \frac{M_{人} + M_{裝}}{V_{人} + V_{裝}} = D_{海}$$

11. (B) 若不考慮海水的流動，依照上文中的潛水紀錄，此潛水員在開始潛水後多久，他所處位置的海水壓力最大？

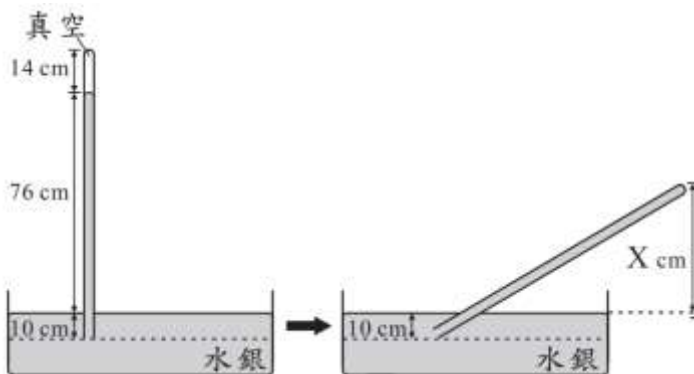
- (A) 5 分鐘 (B) 10 分鐘 (C) 20 分鐘 (D) 50 分鐘。

12. (A) 某電影中，描述一隻紅毛猩猩乘著一捆香蕉在海上漂浮。小新做實驗來確認香蕉是否會漂浮在海面上，結果發現香蕉可以漂浮在純水上，因此推論香蕉也可以漂浮在海水上，且香蕉露出海水面的體積比在純水時多。已知小新的推論過程正確，則小新作出此推論的理由最可能為下列何者？

(A) 海水的密度大於純水 (B) 海水的密度小於純水
(C) 海水的比熱大於純水 (D) 海水的比熱小於純水。

13. (C) 小雅做托里切利實驗時鉛直起玻璃管於水銀槽中，所得結果如圖所示，若他將此玻璃管傾斜，使玻璃管頂端距水銀槽液面的鉛直高度為 X cm 時，水銀會充滿玻璃管內，則 X 的最大值為多少？

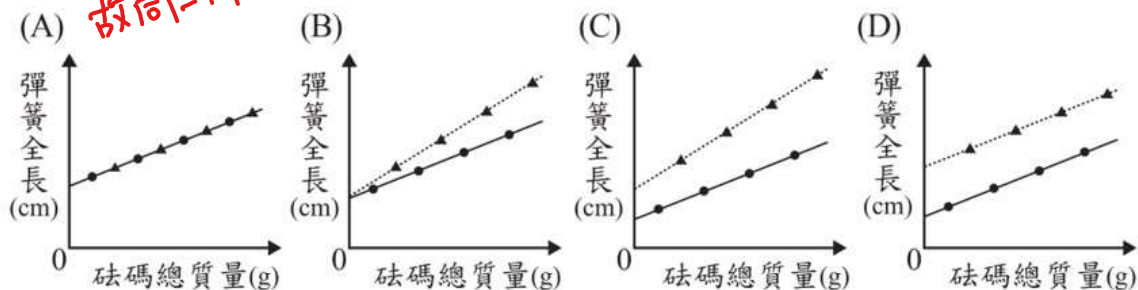
(A) 14
(B) 62
(C) 76
(D) 86。



14. (A) 一彈簧上端固定，下端可吊掛不同質量的砝碼，老師要同學量測並記錄此彈簧全長與砝碼總質量的關係。小明與小華先後以此實驗裝置進行實驗，他們使用完全相同的彈簧，但每次吊掛的砝碼質量不同，紀錄表如下圖所示，且實驗完成後彈簧皆可恢復原長。若不考慮實驗誤差及彈簧質量，兩人將實驗結果畫在同一張圖中 (小明以●呈現，小華以▲呈現)，則下列四張圖中，哪一張最可能代表兩人的實驗結果？

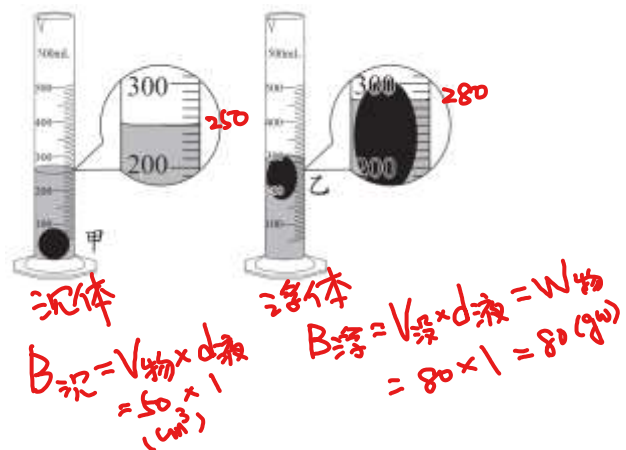
小明的實驗紀錄表					小華的實驗紀錄表				
砝碼總質量(g)	10	30	50	70	砝碼總質量(g)	20	40	60	80
彈簧全長(cm)					彈簧全長(cm)				

相同的彈簧
故同一條線



【110 年會考】

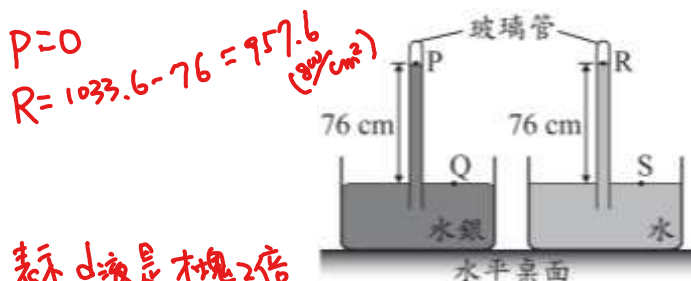
15. (D) 兩個完全相同的量筒中，原本皆裝水 200 mL，今分別置入甲、乙兩個實心物體，待液面靜止平衡後，物體的浮沉情形與量筒的讀數如圖所示。若兩物體皆不與水發生化學反應且不吸水，已知水的密度為 1 g/cm^3 ，則可推論出下列哪些資訊？



- (A) 甲的質量為 50 g，乙的質量為 80 g
(B) 甲的質量為 50 g，乙的體積為 80 cm^3
(C) 甲的體積為 50 cm^3 ，乙的體積為 80 cm^3
(D) 甲的體積為 50 cm^3 ，乙的質量為 80 g。

16. (D) 在一大氣壓的環境下，靜置於水平桌面的兩裝置如圖所示。圖中 P、R 兩點位於玻璃管內的液面，Q、S 兩點位於玻璃管外容器內的液面，其中哪兩個點的氣壓為一大氣壓？

- (A) P、Q (B) R、S
(C) P、R (D) Q、S。

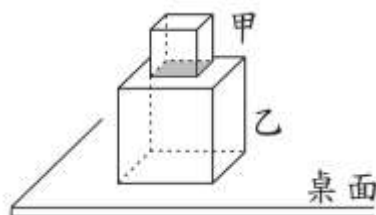


沒入液中比例 = $\frac{D_{物}}{D_{液}} = \frac{1}{2}$ ，表示 $D_{液}$ 是木塊 2 倍

17. (C) 將 500 cm^3 的液體 X 倒入燒杯中，再將質量為 40 g，體積為 100 cm^3 的正立方體木塊，置入液體 X 中，已知液體 X 不與木塊發生反應，且靜止平衡後此木塊正好有一半的體積沒入液面之下，則燒杯內的液體 X 質量為多少？

- (A) 100 g (B) 200 g (C) 400 g (D) 500 g。

18. (B) 如圖所示，甲、乙兩正立方體金屬塊，邊長分別為 1 cm、2 cm，靜止堆疊於水平桌面上。甲金屬塊作用於乙金屬塊上表面(灰色部分)的平均壓力大小為 P_1 ，金屬塊作用於桌面的平均壓力大小為 P_2 ，已知 $P_1 = P_2$ ，且甲金屬塊的質量為 10 g，則乙金屬塊的質量為多少？ (A) 20 g (B) 30 g (C) 40 g (D) 80 g。



$$P_1 = \frac{10}{1 \times 1} \quad P_2 = \frac{10 + M_2}{2 \times 2}$$

$$P_1 = P_2$$

$$10 = \frac{10 + M_2}{4}$$

$$M_2 = 30$$

19. (D) 一塊質量為 1 kg 的木塊分別在甲、乙兩水平桌面上所測量的最大靜摩擦力如表所示。將此木塊靜置於桌面甲上，施予大小為 1.0 N 的水平力，另將此木塊靜置於桌面乙上，施予大小為 0.5 N 的水平力，則關於此木塊在兩桌面上的運動狀態及所受摩擦力大小，下列敘述何者正確？

- (A) 在桌面甲上會移動，摩擦力大小為 1.0 N
(B) 在桌面甲上不移動，摩擦力大小為 1.0 N
(C) 在桌面乙上會移動，摩擦力大小為 0.5 N
(D) 在桌面乙上不移動，摩擦力大小為 0.5 N。

桌面	最大靜摩擦力(N)
甲	0.5
乙	1.0

【111 年會考】

20. (A) 氣象報導時常可見「百帕」一詞，下列有關百帕的敘述何者正確？

- (A) 百帕是氣壓的單位 (B) 百帕是溫度的單位
(C) 百帕是風速的單位 (D) 百帕是下雨的機會。

21. (B) 小真和小文到高山上旅遊，發現密封包裝的洋芋片其外包裝比在山下膨脹許多，如圖所示。以下為兩人對包裝的膨脹現象是否與氣溫有關的對話：

小真：「包裝膨脹應該是因為山上氣溫較低，你看在山下的時候氣溫高就不會。」

小文：「應該不是氣溫的關係吧！……」

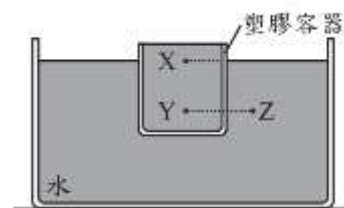
已知上述對話中小文不同意小真的論點，則下列說法何者最不適合用來反駁小真？

- (A) 我在平地的家中開冷氣時，溫度跟山上相同，洋芋片包裝卻沒有膨脹的現象
(B) 你看這瓶玻璃瓶裝可樂，同樣到氣溫較低的山上，玻璃瓶卻沒有膨脹的現象
(C) 山上的便利商店內有暖氣，溫度跟山下相同，可是洋芋片包裝也有膨脹的現象
(D) 開車上山的過程中，車內空調讓溫度保持不變，可是洋芋片包裝也有膨脹的現象。



22. (D) 如圖所示，一裝滿水的塑膠容器靜止浮於水面，圖中 X、Y、Z 三點的液體壓力分別為 P_x 、 P_y 、 P_z ，其中 Y、Z 兩點位於同一水平面上，則下列關於 P_x 的值及 P_y 、 P_z 的大小關係式何者正確？

- (A) $P_x=0$ ， $P_y=P_z$
(B) $P_x=0$ ， $P_y>P_z$
(C) $P_x\neq 0$ ， $P_y=P_z$
(D) $P_x\neq 0$ ， $P_y>P_z$ 。



X有深度 $P_x \neq 0$
Y距水面比Z要深

【112 年會考】

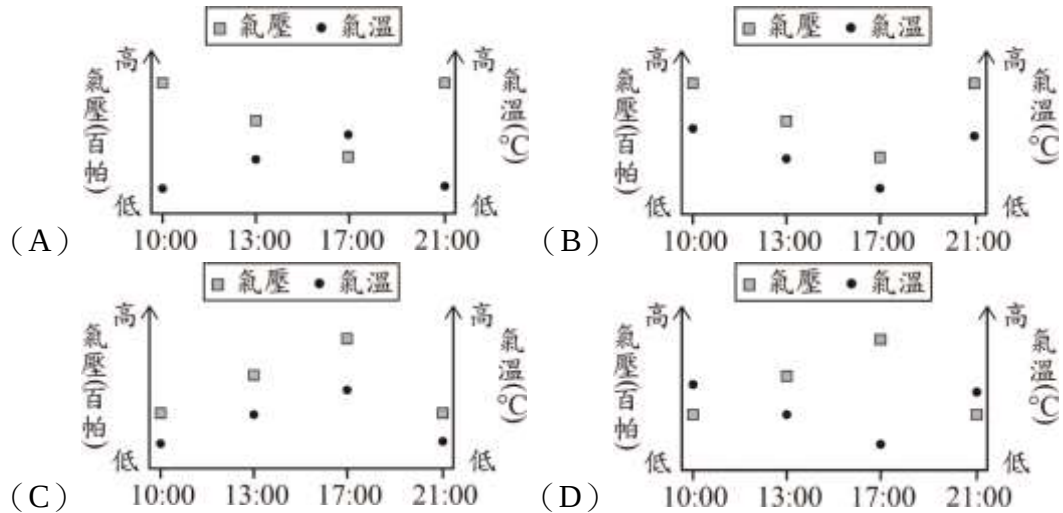
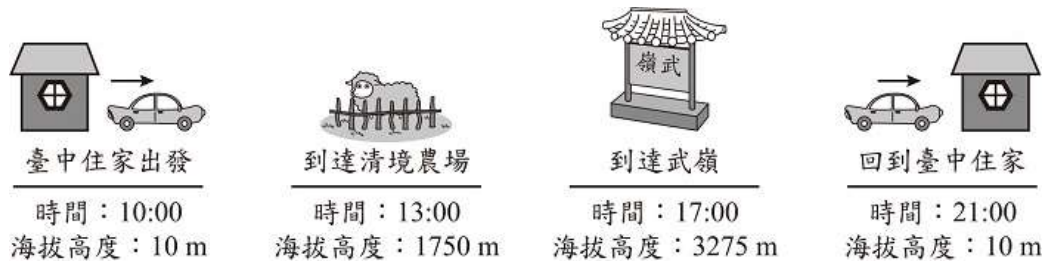
23. (C) 一木塊靜置於粗糙的水平面上，分別對此木塊施以不同大小的水平外力，木塊與水平面間對應的摩擦力大小及運動狀態如附表所示。若木塊與水平面間的最大靜摩擦力大小為 f_s ，根據表中資訊，推論 f_s 的大小關係，下列何者最合理？

外力(gw)	摩擦力(gw)	運動狀態
100	100	靜止不動
200	200	靜止不動
300	250	等加速度運動
400	250	等加速度運動

- (A) $f_s < 200 \text{ gw}$
(B) $200 \text{ gw} < f_s < 250 \text{ gw}$
(C) $250 \text{ gw} < f_s < 300 \text{ gw}$
(D) $f_s > 300 \text{ gw}$ 。

250 為動摩擦力
最大靜摩擦力 $>$ 動摩擦力 (250 gw)

24. (B) 小泉暑假時到武嶺一日遊，他從臺中住家開車出發，途中經清境農場稍作休息後，再開車上武嶺，之後再返回臺中住家，如附圖所示。根據圖中資訊，當天不同時間時，小泉所在環境的氣壓與氣溫關係圖，何者最合理？



112 年八下理化講義參考答案

1-1	1.DCCDB	6.ABDCD	11.ABCBD	16.DB		
1-2-4	1.ACCDB	6.DBBDC	11.ACBDA	16.CBCDB	21.CCDBA	26.DBCBB
	31.AABDD	36.BDCDA	41.BBCCC	46.CB		
1-2-13	1.DCACB	6.BCCCD	11.BCCBC	16.DBDDA	21. CAADA	26. ADACD
	31.DC					
CH 1 歷屆	1. ABADA	6.BACA				
2-1	1.CBCDD	6.ACCBA	11.DDBDD	16.DBCCA	21. ABD	
2-2	1.DBDDA	6.CCABA	11.CAAAA	16.ABCAA	21. ABCBC	26.ADCBB
CH 2 歷屆	1. BDCCC	6. CCADA				
3-1-2	1.AADDB	6. DCAD				
3-1-7	1.BDBBD	6.BCABC	11. ACABA	16.CDCDA	21.DCBB	
3-2-6	1.BDBCBB	6.BBCBB	11.ADCBB	6.DAACD	21.CADCD	26.DDBDC
	31.ADBD					
3-3	1.DCBDA	6. DAABA	11. BBCDC	16. CABCC	21. CCBBC	26.BCC
3-4	1.DACAD	6. CDACD	11. BB DDC	16. CDDDA	21. DACB	
CH 3 歷屆	1.DBCAC	6. DDCAA	11. DBBDC	16. DBACC		
Part1	1.CACCC	6.CACBD	11.CDBCD	16.BD		
Part2	1.AADD <u>C</u>	6.CDABB	11.CCBAB	16.C		
Part3	1.DCCBB	6.DCDCD	11. CCDBC	16. DDBD	21.	
4-2	1.CADBA	6.CCCAD	11.ACDDD	16. BBBAB	21.DBDC	
CH 4 歷屆	1. BDABD	6.AADAA				
5-1	1.ADBDB	6.CADAC	11. ABBBB	16. BACCD	21. BDB	
5-2	1.CCBDA	6.ACBAB	11.AACCC	16. ADCDA	21.BCDAD	26.ADDDD
	31.ACBAB	36.AACDB	41.CCACB	46.ABCCC	51.CDB	
5-3	1.BBCDA	6.CAAAD	11.ACDB			
5-4	1.CCDAA	6.BCDBD	11.CBACB	16.BBAAA	21.DBBBA	26. CADDD
	31.ACACD	36.BDCBD	41.ACDBD	46. DA		
5-5 跨科	1.AADBC	6.DDBBB	11.BABBC	16.CDBB		
CH 5 歷屆	1. BDAAB	6.CDBBC	11.ADBAB	16.ADABA	21.BBBAC	26.ADB
6-1-2	1.CDCAB	6.DABAD	11.DABB			
6-1-7	1.CBADD	6.CDAD				
6-1-9	1.BDCBA	6.ACBBA	11.DC			
6-2	1.BBADB	6.BBCBB	11.DCBDA	16.BCDAC	21.DCCDD	26. DACDB
	31. AABBD	36.CCBCA	41.A			
6-3-3	1.BBCBB	6.D				
6-3-7	1.DBABA	6. CDABB				
6-3-9	1.CDDDD	6. DADBC	11. B			
6-3-15	1.ABABA	6. AAADA	11. BBDA	16. ABACB	21. BADDD	26. ABD
	31.BDBAB	36.BDBCBB	41. D			
6-4	1.DADBA	6. BBDDC	11. CACDC	16. CCBBA	21. BCAAD	26. BCCBA
CH 6 歷屆	1. CCDBA	6. BDACC	11. BACAD	16.DCBDA	21. BDCB	