

目次

CH1 化學反應

- 1-1 認識化學反應 3
- 1-2 化學反應的質量守恆 5
- 1-3 化學反應的表示法 9
- 1-4 化學計量 11

CH2 氧化還原

- 2-1 燃燒與氧化 17
- 2-2 氧化與還原 20
- 2-3 生活中的氧化還原 23

CH3 酸、鹼、鹽

- 3-1 認識電解質 27
- 3-2 常見的酸與鹼 30
- 3-3 酸鹼程度的表示 33
- 3-4 酸鹼中和反應 35
- 跨科 天空的眼淚——酸雨危機 · 38

CH4 反應速率與平衡

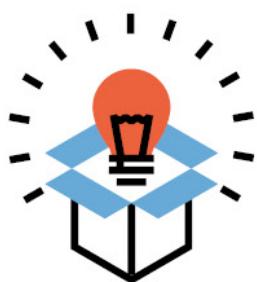
- 4-1 反應速率 41
- 4-2 反應溫度與催化劑 44
- 4-3 可逆反應與平衡 47

CH5 有機化合物

- 5-1 認識有機化合物 53
- 5-2 常見的有機化合物 55
- 5-3 肥皂與合成清潔劑 59
- 5-4 有機聚合物與衣料纖維 62

CH6 力與壓力

- 6-1 力與平衡 67
- 6-2 摩擦力 70
- 6-3 壓力 73
- 6-4 浮力 78
- 參考解答 83



第一章

化學反應





1-1 認識化學反應



重點整理

1. 化學反應

- (1) 道耳頓原子說提出：物質中的粒子因有效碰撞而使原子 重新排列 產生新物質，稱為化學反應。
- (2) 常見化學反應現象：

類型	反應式
沉澱	① 二氧化碳通入澄清石灰水會產生 <u>白色</u> 碳酸鈣沉澱。 ② 碳酸鈉和氯化鈣會產生 <u>白色</u> 碳酸鈣沉澱。
產生 氣泡	① 雙氧水加入二氧化錳會產生 <u>氧氣</u> 。 ② 碳酸鈣和鹽酸會產生 <u>二氧化碳</u> 氣體。
溫度 變化	① 溫度 <u>上升</u> ：雙氧水分解產生氧氣和水的過程中，溶液溫度會上升。 ② 溫度 <u>下降</u> ：硝酸鉀溶於水，溶液溫度下降。
顏色 變化	① <u>藍</u> 色硫酸銅晶體加熱後會變成 <u>白</u> 色的硫酸銅粉末。 ② 含水 <u>粉紅</u> 色的氯化亞鈷加熱後會變成 <u>藍</u> 色的無水氯化亞鈷。

2. 化學反應的能量變化

- (1) 化學反應進行時，需要吸收熱量才能發生的化學反應稱為 吸熱 反應。
- (2) 化學反應進行時，會釋放能量的反應，稱為 放熱 反應。



智慧演練

- (A) 1. (甲)李其登山時感覺溼氣很重，到了黃昏時氣溫下降便下起雨來，淋溼衣裳，只好(乙)撿拾乾木材生火將衣服烤乾。請問：「水」在這兩個過程中發生了什麼變化？
- (A)甲為物理變化，乙為物理變化 (B)甲為物理變化，乙為化學變化
(C)甲為化學變化，乙為物理變化 (D)甲為化學變化，乙為化學變化

4 隨堂講義 (四)

- (D) 2. 物質發生反應若涉及原子重新排列時即為化學變化，下列何者是化學變化？
(A)方糖溶於水 (B)冰融化 (C)磁鐵吸引鐵釘 (D)點燃蠟燭
- (B) 3. 物質發生反應若未涉及原子發生重新排列時即為物理變化，下列何者是物理變化？
(A)光合作用 (B)用手將鋁罐壓扁
(C)消化作用 (D)蠟燭燃燒放出光和熱
- (C) 4. 物質反應時可能發生物理變化與化學變化，下列何種反應其本質會發生改變並產生新物質？
(A)方糖丟入水中會冒出氣泡 (B)打開汽水瓶蓋會冒出氣泡
(C)大理石加鹽酸時會產生氣泡 (D)用吸管吹氣到水中，水會冒出氣泡
- (C) 5. ①粉筆折斷；②燃燒的蠟燭；③砂糖溶於水中；④食物酸敗；⑤光合作用；⑥開水沸騰；⑦汽油燃燒；⑧食物消化；⑨酒精蒸發；⑩煎荷包蛋；⑪將冰塊丟入冰沙機製成冰沙；⑫楓葉變紅；⑬石蕊試紙變色。上述哪些現象屬於化學變化？
(A) ②③④⑥⑨⑬ (B) ①③⑤⑦⑨⑪⑬
(C) ②④⑤⑦⑧⑩⑫⑬ (D) ①②④⑥⑦⑪
- (A) 6. 下列反應何者為放熱反應？
(A)鎂帶燃燒 (B)光合作用
(C)加熱碳酸氫鈉 (D)藍色硫酸銅晶體變為白色硫酸銅粉末
- (D) 7. 烤肉用的木炭燃燒之前必須點火，所以木炭燃燒屬於下列何種反應？
(A)吸熱的物理變化 (B)放熱的物理變化
(C)吸熱的化學變化 (D)放熱的化學變化
- (B) 8. 下列做為判定產生化學變化的依據，何者較不適當？
(A)產生沉澱 (B)溶液溫度下降
(C)產生顏色改變 (D)產生氣泡
- (D) 9. 在 0°C 冰塊融化成 0°C 水的過程中，下列敘述何者正確？
(A)放出能量，溫度下降，狀態不變，屬於化學變化
(B)放出能量，溫度不變，狀態不變，屬於物理變化
(C)吸收能量，溫度上升，狀態改變，屬於化學變化
(D)吸收能量，溫度不變，狀態改變，屬於物理變化
- (A) 10. 市面上販賣的暖暖包，它的成分是鐵粉、水及食鹽，使用時將塑膠包裝打開，用力搓揉之後產生熱量，握在手中或放在身上可以取暖，試問此反應為何？
(A)放熱的化學變化 (B)吸熱的化學變化
(C)放熱的物理變化 (D)吸熱的物理變化

〈10.鐵粉氧化為放熱反應。〉



1-2 化學反應的質量守恆

重點整理

1. 質量守恆定律

定義	化學反應發生時，反應物的總質量 <u> = </u> 生成物的總質量。										
實驗狀況	化學反應 <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="3" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>於密閉系統中進行</td> <td>→ 質量相等</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">於開放系統中進行</td> <td>無氣體產生 → 質量相等</td> </tr> <tr> <td>有收集氣體</td> <td> <table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>有氣體產生 → 質量相等</td> </tr> <tr> <td>未收集氣體 → 質量不等</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	{	於密閉系統中進行	→ 質量相等	於開放系統中進行	無氣體產生 → 質量相等	有收集氣體	<table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>有氣體產生 → 質量相等</td> </tr> <tr> <td>未收集氣體 → 質量不等</td> </tr> </table>	{	有氣體產生 → 質量相等	未收集氣體 → 質量不等
{	於密閉系統中進行		→ 質量相等								
	於開放系統中進行		無氣體產生 → 質量相等								
		有收集氣體	<table border="0" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td rowspan="2" style="font-size: 2em; vertical-align: middle;">{</td> <td>有氣體產生 → 質量相等</td> </tr> <tr> <td>未收集氣體 → 質量不等</td> </tr> </table>	{	有氣體產生 → 質量相等	未收集氣體 → 質量不等					
{	有氣體產生 → 質量相等										
	未收集氣體 → 質量不等										
說明	(1) 開放系統中，若將逸出的氣體質量計入，則遵守質量守恆定律。 (2) 質量守恆定律僅和反應物與生成物之 <u> 質量 </u> 有關，而與其反應係數大小無關。										

2. 類型：

- (1) 10 g 的鐵生鏽後，質量會 變大 是因為 氧氣 參與反應，但是仍然遵守 質量守恆 定律。
- (2) 總質量為 20 g 的鹽酸和大理石，在燒杯內反應產生 二氧化碳 氣體且逸散在空氣中，燒杯內總質量 變小 ，但仍遵守 質量守恆 定律。
- (3) 通常驗證質量守恆定律的實驗會在 密閉系統 中進行。
- (4) a 克 無 色碳酸鈉溶液加 b 克 無 色氯化鈣溶液，會形成 白 色碳酸鈣沉澱，而混合物的總質量為 a+b 克。

3. 實驗：化學反應前後的質量關係

(1) 碳酸鈉溶液與氯化鈣溶液的反應：

<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; font-size: 0.8em; margin-right: 5px;">混合前</div>  <div style="margin-left: 10px;"> <p>溶液混合前皆為透明無色，天平保持平衡。</p> </div> </div> </div>	<div style="border: 1px solid orange; padding: 5px;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; font-size: 0.8em; margin-right: 5px;">混合後</div>  <div style="margin-left: 10px;"> <p>溶液混合後產生白色沉澱，天平仍保持平衡。</p> </div> </div> </div>
---	--

- ① 碳酸鈉溶液與氯化鈣溶液稱為 反應物 ，碳酸鈣和氯化鈉稱為 生成物 。
- ② 碳酸鈉溶液與氯化鈣溶液皆為 無 色，混合後變為 白 色混濁溶液。
- ③ 此白色物質為 碳酸鈣 ，因為難溶於水，故有沉澱產生。
- ④ 反應前質量 M_1 = 反應後質量 M_2 。
- ⑤ 此為密閉系統所以 遵守 質量守恆定律。

(2) 碳酸鈣與鹽酸的反應



- ① 在容器密閉的情況下，反應前後的總質量 不變。
- ② 在瓶蓋旋開後，物質的總質量減少，但化學反應過程 遵守 質量守恆定律，而總質量會減少是因為生成物中的 氣體 散失至空氣中了。

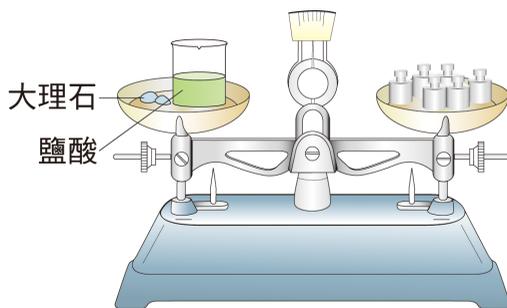
智慧演練

(D) 1. 清文取一錐形瓶裝置並配製兩溶液至於錐形瓶中如右圖(一)，將瓶口用軟木塞塞緊使溶液不會漏出，再將錐形瓶倒轉使兩種溶液充分混合，如右圖(二)，下列有關此實驗的敘述何者正確？



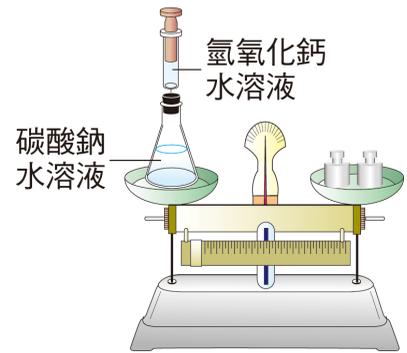
- (A) 混合後不會產生沉澱
- (B) 混合後會有氣泡產生
- (C) 混合後總質量大於混合前總質量
- (D) 混合前兩溶液為無色

(C) 2. 將大理石和裝有 1.0 M、10 mL 鹽酸的燒杯一起放在天平上測其質量，如下圖所示。然後把大理石放入燒杯中，一段時間後再以同一天平測其質量，有關此實驗結果之預測，下列敘述何者正確？



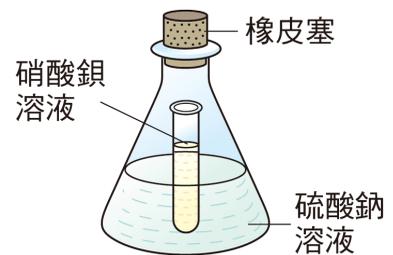
- (A) 大理石和鹽酸會發生反應，而所測得質量不變
 - (B) 大理石和鹽酸發生反應，產生氧氣
 - (C) 大理石和鹽酸發生反應，但所測得質量比反應前小
 - (D) 大理石和鹽酸發生反應，產生氧氣並且所測得質量比反應前大
- (2. 燒杯不是密閉，所以產生的二氧化碳會逸散，質量比反應前小。)

- (C) 3. 把一密閉的化學裝置放在天平上稱量，如右圖所示。當在碳酸鈉水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，質量增加
 (B) 沉澱物為 $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 (C) 本實驗可用以說明質量守恆定律
 (D) 天平的左盤會下傾

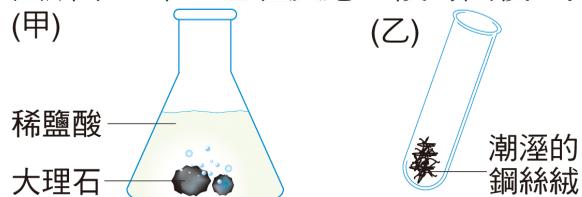


- (D) 4. 在碳酸鈉溶液中，慢慢加入氯化鈣溶液，混合溶液中產生白色物質。當白色物質不再增加時，利用過濾法將混合液過濾，再把濾液加熱蒸發，則濾液中會析出何種物質？
- (A) 碳酸鈉 (B) 碳酸鈣 (C) 氯化鈣 (D) 氯化鈉

- (A) 5. 若於密閉的錐形瓶中置入 100 公克的硫酸鈉溶液，另於試管中置入 60 公克的硝酸鉍溶液，如右圖。輕輕傾倒錐形瓶，使瓶內兩種溶液混合，則發生下列反應產生白色沉澱：「硫酸鈉 + 硝酸鉍 → 硝酸鈉 + 硫酸鉍」，若整個裝置總重為 460 公克，則反應後之總重量為多少公克？

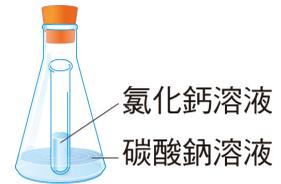


- (A) 460 (B) 520 (C) 560 (D) 620
- (C) 6. 如下圖所示，甲、乙在反應一段時間後，質量如何變化？



- (A) 甲、乙均變重 (B) 甲、乙均變輕
 (C) 甲變輕，乙變重 (D) 乙變輕，甲變重
- (B) 7. 「大理石和鹽酸在燒杯中反應後質量減少了，而鐵在空氣中生鏽重量卻增加了」，關於此敘述，下列解釋何者正確？
- (A) 因前者反應時吸收熱量，而後者反應時放出熱量之故
 (B) 反應後質量的改變，是因為前者有氣體逸散到空氣中，而後者由空氣中得到某些成分
 (C) 因前者質量減少是物理變化，後者是質量增加產生新物質，故屬於化學變化
 (D) 兩者都是化學變化，且反應後質量改變，故不遵守質量守恆定律

- (D) 8. 氯化鈣與碳酸鈉混合的實驗中，將氯化鈣與碳酸鈉混合後，所產生的化學反應為何？
- (A)無色溶液變黃色
 - (B)無色溶液變藍色
 - (C)會產生大量氣泡
 - (D)白色的碳酸鈣沉澱
- (B) 9. 右圖中，碳酸鈉溶液重 a 公克，氯化鈣溶液重 b 公克，整套裝置總重量 w 公克，則下列敘述何者錯誤？
- (A)兩種溶液混合後，將產生白色沉澱
 - (B)反應後，因有沉澱生成，故稱得的總重量會大於 w 公克
 - (C)將沉澱過濾後稱重，其重量小於 $(a+b)$ 公克
 - (D)當化學變化產生沉澱時，仍遵守質量守恆定律
- (D) 10. 氯化鈣與碳酸鈉混合的實驗中，其反應表示方式為：氯化鈣 + 碳酸鈉 → 碳酸鈣 + 氯化鈉，此反應式中的反應物為下列何者？
- (A)僅氯化鈣
 - (B)僅碳酸鈣
 - (C)碳酸鈣和氯化鈉
 - (D)氯化鈣和碳酸鈉





1-3 化學反應的表示法



重點整理

- 化學反應式：以化學式及簡單數學符號表達反應物與生成物間關係的式子，簡稱為反應式。
- 寫法：根據 反應事實，不可憑空臆測。
 - 寫出反應物、產物。
 - 寫出符號「+」、「→」。
 - 寫明條件，如加熱 Δ 、電解、溫度、壓力、催化劑等，寫於箭頭上方。
 - 利用原子不滅來平衡方程式。
- 做法：【以雙氧水經二氧化錳的催化產生氧氣和水的例子做說明】
 - 根據 實驗 結果，不可捏造，寫出反應物和生成物的化學式。

【步驟一】反應物： H_2O_2 ；生成物： H_2O 、 O_2 。
 - 反應物寫在方程式的 左 邊；生成物寫在方程式的 右 邊；如果反應物或生成物不只一種，則用 + 號相連；而且用 箭頭→ 代表反應方向。

【步驟二】 $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 - 在箭號的上端或下端，有時可以加上一些反應時的條件（沒有就不用寫）。例如：加熱（ Δ ）、電解、催化劑、溫度、壓力。

【步驟三】 $\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 - 平衡係數：
 - 訂最複雜分子的係數為1；
 - 平衡簡單原子；
 - 化成整數。

【步驟四】 $2 \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

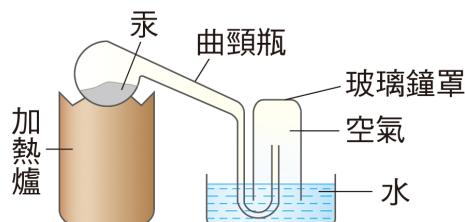


智慧演練

- (B) 1. 立維在 10 公升的密閉容器內，放著 5 公克的碘片，加熱使它直接由固態變成氣態。此碘片在狀態變化過程中，保持不變的物理量為下列何者？
(A)體積 (B)分子數 (C)比熱 (D)密度
- (A) 2. 貝殼、碳酸氫鈉、碳酸鈉、大理石等外觀雖然不同，但是加入鹽酸後所產生的氣體都能夠使澄清石灰水變混濁，這事實表示「此四種物質」中都含有下列何者？
(A)碳原子和氧原子 (B)水分子和二氧化碳分子
(C)鈣原子和碳原子 (D)二氧化碳分子

- (D) 3. 物質發生化學變化時，將會如何產生新物質？
 (A) 原子種類發生變化
 (B) 原子總數目發生變化
 (C) 每一個原有的原子分裂，產生新原子
 (D) 原子重新排列，反應前後原子數目、種類不變
- (C) 4. 根據道耳頓的原子說：物質發生化學反應前後，會有哪些變化？
 (A) 原子總數不變，分子總數不變，物質的性質改變
 (B) 原子總數改變，分子總數不變
 (C) 原子總數不變，分子總數可能改變
 (D) 原子總數、分子總數都改變
- (C) 5. 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
- (A) 6. 下列化學反應平衡式的寫法，何者正確？
 (A) $4 \text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Na}_2\text{O}$
 (B) $\text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl}_2$
 (C) $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (D) $2 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnO}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- (C) 7. $a \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + b \text{O}_2 \rightarrow c \text{CO}_2 + d \text{H}_2\text{O}$ 為一已平衡的化學反應式， a 、 b 、 c 、 d 為平衡係數，則以下敘述何者正確？
 (A) $a=b$ (B) $c=d$ (C) $b=d$ (D) $a+b=c+d$
- (B) 8. $\text{C}_3\text{H}_8 + x \text{O}_2 \rightarrow y \text{CO}_2 + z \text{H}_2\text{O}$ ，則 $x+y+z=?$
 (A) 10 (B) 12 (C) 14 (D) 16
- (A) 9. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + a \text{HCl} \rightarrow b \text{NaCl} + c \text{SO}_2 + d \text{H}_2\text{O} + e \text{S}$ 此化學反應式， a 、 b 、 c 、 d 、 e 為平衡係數，則以下敘述何者正確？
 (A) $a+b+c=5$ (B) $a=c$
 (C) $a+b=c+e$ (D) $a=b=c=d$
- (C) 10. 如右圖，加熱曲頸瓶內的汞，銀白色的汞會變成紅色的氧化汞 (HgO) 粉末，此現象可用下列哪一項化學反應式來表示？
 (A) $\text{Hg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{HgO}_2$
 (B) $2 \text{HgO} \rightarrow 2 \text{Hg} + \text{O}_2$
 (C) $2 \text{Hg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{HgO}$
 (D) $2 \text{HgO}_2 \rightarrow 2 \text{HgO} + \text{O}_2$

《9. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow (\text{黃})$ 。》





1-4 化學計量



重點整理

1. 原子量

- (1) 原子是極小的粒子，無法直接測得它們的質量，所以通常以各原子的質量互相比較之數值，來表示原子的質量大小關係，稱為原子量。
- (2) 標準：國際上公定，將質量數為 12 的 碳 原子質量當作原子量的標準。
- (3) 原子量的特性：
 - ① 原子量是原子之間的質量相互比較值。
 - ② 只有數字，沒有 單位。
 - ③ 不一定 是整數。
- (4) 關係：原子量愈大，則原子愈重。
- (5) 常見元素的原子量（大約數值）：

元素名稱	元素符號	原子量	元素名稱	元素符號	原子量
氫	H	1	鈉	Na	23
碳	C	12	鈣	Ca	40
氮	N	14	鐵	Fe	56
氧	O	16	銅	Cu	63.55
硫	S	32	鋁	Al	27
氯	Cl	35.5	鎂	Mg	24.3

2. 分子量

- (1) 定義：分子量可由分子中所含原子的 種類、數目 及其 原子量 計算而得。
- (2) 計算：以下列試題為例——
 - ① 水 H_2O 的分子量 = $1 \times 2 + 16 \times 1 = 18$ 。
 - ② 二氧化碳 CO_2 的分子量 = 44。
 - ③ 碳酸鈣 CaCO_3 的分子量 = 100。
 - ④ 氯化鈉 NaCl 的分子量 = 58.5。
 - ⑤ 氯化氫 HCl 的分子量 = 36.5。
 - ⑥ 蔗糖 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 的分子量 = 342。
 - ⑦ 葡萄糖 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 的分子量 = 180。
- (3) 只有數字，沒有 單位。

3. 莫耳

- (1) 莫耳：計算原子或分子數目的 單位，1 莫耳 = 6×10^{23} 個。
- (2) 科學家以質量數為 12 的碳原子 (^{12}C) 為標準，將 12 公克 碳原子所含的原子數目定義為 1 莫耳。
- (3) 1 莫耳 (6×10^{23}) 又稱為 亞佛加厥數。



延伸閱讀

亞佛加厥假說：

- (1) 義大利科學家亞佛加厥認為：「同溫同壓時，體積相同的一切氣體，都含有相等的分子數。」
- (2) 這裡的體積是指分子活動空間，並非分子本身的體積。
- (3) $1 \text{ mole} = 6 \times 10^{23}$ 個，此數字也稱為亞佛加厥常數。

- (4) 1 莫耳的原子質量大小等於 原子量 的克數。
- ① 碳的原子量 = 12，表示 1 莫耳的碳原子 = 12 g，60 g 的碳原子 = 5 莫耳。
- ② 鋅的原子量 = 65.4，表示 1 莫耳的鋅原子 = 65.4 g，654 g 的鋅原子 = 10 莫耳。



延伸閱讀

原子 (分子) 質量、莫耳數的換算：

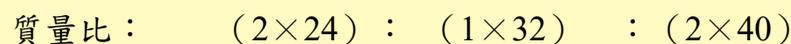
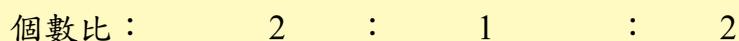
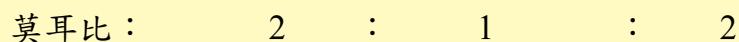
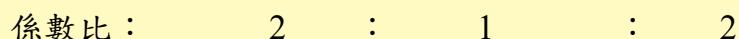
- (1) $\frac{\text{原子總質量}}{\text{原子量}} = \text{莫耳數} = \frac{\text{原子總個數}}{6 \times 10^{23}}$ 。
- (2) $\frac{\text{分子總質量}}{\text{分子量}} = \text{莫耳數} = \frac{\text{分子總個數}}{6 \times 10^{23}}$ 。

4. 1 莫耳的分子質量大小等於 分子量 的克數。
- (1) 二氧化碳的分子量 = 44，表示 1 莫耳的二氧化碳 = 44 g。
- (2) 88 g 的二氧化碳中，含有 2 莫耳的二氧化碳分子。
- (3) 氧分子的分子量 = 32，表示 1 莫耳的氧分子 = 32 g。
- (4) 64 g 的氧分子，含有 2 莫耳的氧分子。

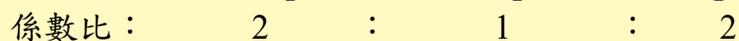

延伸閱讀

化學反應式：

(1) 反應式的係數比 = 莫耳數比 = 個數比 ≠ 質量比。



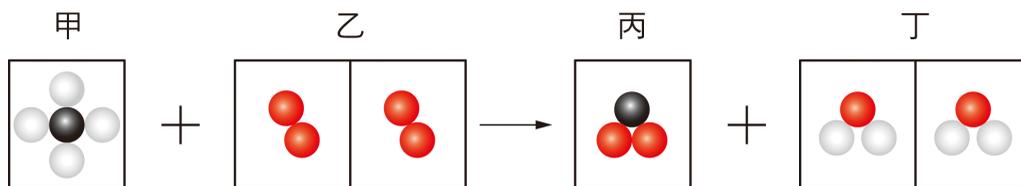
(2) 若反應式中全為氣體，係數比 = 體積比。



智慧演練

- (D) 1. 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) $\text{CO}_2 = 44$ (B) $\text{H}_2\text{O} = 18$
 (C) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180$ (D) $\text{H}_2\text{SO}_4 = 88$
- (B) 2. 有關原子量的敘述，何者錯誤?
- (A) 國際上以碳-12當作標準
 (B) 原子量有數字和單位
 (C) 原子量是原子之間的相互比較值
 (D) 原子量不一定為整數
- (B) 3. 已知 X、Y、Z 三種物質的反應式為 $2 \text{X} + \text{Y} \rightarrow 2 \text{Z}$ ，若 Y 和 Z 的分子量分別為 32 和 40，則 X 物質的分子量為何?
- (A) 8 (B) 24
 (B) 36 (D) 72
- (C) 4. 某非金屬氧化物 XO_2 的分子量等於 46，則 X 為下列哪一個元素? (原子量：C=12、N=14、S=32、H=1、O=16)
- (A) H (B) C
 (C) N (D) S
- (D) 5. 硫酸的分子式是 H_2SO_4 ，則 490 g 的純硫酸，試問為多少莫耳? (原子量：H=1、O=16、S=32)
- (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 5

- (D) 6. 莫耳是科學上計算物質所含粒子的單位，1 莫耳大約是多少個粒子？
 (A) 6×10^{21} 個
 (B) 10^{23} 個
 (C) 6 個
 (D) 6×10^{23} 個
- (D) 7. 下列各物質中，何者所含的氧原子數為一莫耳？（原子量：H=1，C=12，O=16）
 (A) 180 克的 $C_6H_{12}O_6$
 (B) 44 克的 CO_2
 (C) 36 克的 H_2O
 (D) 16 克的 O_2
- (B) 8. 9.0 g 的水分子 (H_2O) 內含有多少下列中的粒子？
 (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
- (D) 9. 0.5 莫耳的氫氣約相當於多少個氫原子？
 (A) 1
 (B) 2
 (C) 10^{10}
 (D) 6×10^{23}
- (D) 10. 下圖是一化學反應的示意圖。其中●代表碳原子，●代表氧原子，●代表氫原子。依圖示，如果取 5 莫耳的甲，最多能生成多少公克的丁？（原子量：C=12；H=1；O=16）



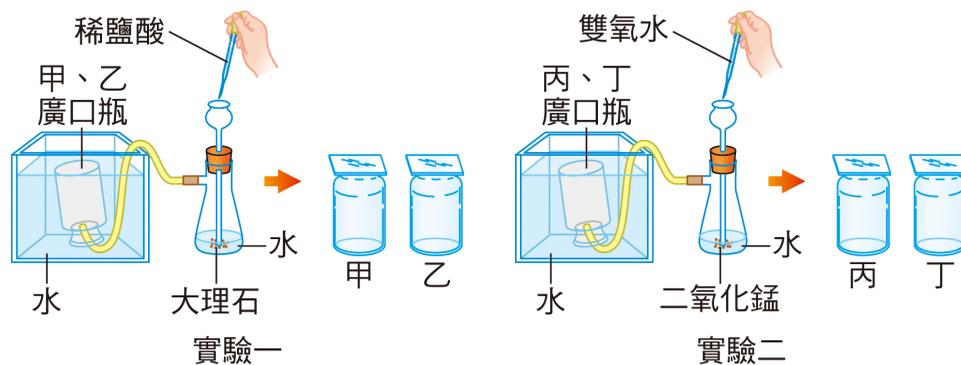
- (A) 90 公克
 (B) 72 公克
 (C) 36 公克
 (D) 180 公克

《 $10 \cdot CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$ ； $CH_4 : H_2O = 1 : 2$ ；故甲可生成 10 莫耳的丁， $10 \times 18 = 180$ (公克) 》

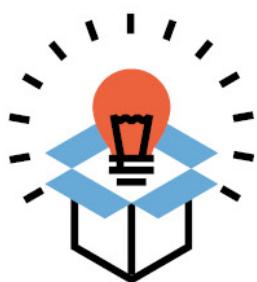
第 1 章 | 素養題組



下圖為李其以排水集氣法進行兩組氣體製備實驗的示意圖，她在實驗一和實驗二開始反應後，就立即以廣口瓶（所使用的廣口瓶規格都相同）收集從橡皮軟管冒出的所有氣體，且實驗一先以甲廣口瓶收集，再以乙廣口瓶收集，實驗二先以丙廣口瓶收集，再以丁廣口瓶收集。已知各原子的原子量為：H = 1，O = 16、C = 12、Ca = 40。試回答下列問題：



- (C) 1. 下列哪一個反應式可以正確完整表示實驗一的化學反應？
 (A) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2 \text{NaCl}$
 (B) $2 \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 (C) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 (D) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- (B) 2. 下列哪一個反應式可以正確完整表示實驗二的化學反應？
 (A) $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2 \text{NaCl}$
 (B) $2 \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 (C) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 (D) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- (D) 3. 實驗二中，一莫耳的反應物其質量應為下列何者？
 (A) 158.5 g (B) 136.5 g (C) 68 g (D) 34 g 《3. 實驗二的反應物為 H_2O_2 ，一莫耳的反應物其質量應為 34 g。》
- (A) 4. 李其將實驗一中用乙廣口瓶收集到的氣體通入澄清石灰水中，利用濾紙過濾後，則過濾後的白色固體若為一莫耳時，其質量大小應為下列何者？
 (A) 100 g (B) 58.5 g (C) 32 g (D) 18 g 《4. 過濾後的白色固體為碳酸鈣，一莫耳的碳酸鈣為 100 g。》
- (A) 5. 李其所操作的兩個實驗中，符合質量守恆定律的為下列何者？
 (A) 實驗一和實驗二都符合 (B) 實驗一和實驗二都不符合
 (C) 實驗一有符合但實驗二不符合 (D) 實驗一不符合但實驗二符合



第二章

氧化還原





2-1 燃燒與氧化

重點整理

1. 燃燒理論的發展

- (1) 燃素說：17 世紀科學家認為，可燃物質都含有「燃素」的元素，燃素愈多的物質愈容易燃燒。而物質燃燒後，便會釋放燃素，物質就不能再度燃燒，燃燒後的物質則變輕。
- (2) 氧化理論：到了 18 世紀末拉瓦節提出燃燒不是因為燃素被釋放，而是「物質和空氣中的氧進行劇烈反應」的結合過程。

2. 金屬與非金屬的氧化

(1) 氧化情況：

- ① 劇烈的氧化反應：燃燒與爆炸，會同時放出光和熱的現象，且必產生新物質。
- ② 緩慢的氧化反應：如金屬生鏽、人體進行的呼吸作用。

- (2) 金屬與非金屬的氧化：物質與氧化合的反應，此類化合物稱之為氧化物。

物質	金屬	非金屬
氧化物狀態	大部分為 <u>固</u> 態	大部分為 <u>氣</u> 態
反應後質量變化	變 <u>重</u>	變 <u>輕</u>
氧化物能溶於水	<u>鹼</u> 性	<u>酸</u> 性
實例	鎂燃燒： ① 產生 <u>白</u> 色強光。 ② 產物為 <u>白</u> 色 <u>氧化鎂</u> 固體。 ③ 溶於水讓紅色石蕊試紙變 <u>藍</u> 色，表示水溶液為 <u>鹼</u> 性。	硫燃燒： ① 產生 <u>藍紫</u> 色火焰。 ② 產物為 <u>無</u> 色 <u>二氧化硫</u> 氣體。 ③ 溶於水形成 <u>亞硫酸</u> 可讓藍色石蕊試紙變為 <u>紅</u> 色，水溶液為 <u>酸</u> 性。



延伸閱讀

氧化物水溶液的酸鹼性：

- (1) 金屬氧化物溶於水呈鹼性。
- (2) 非金屬氧化物溶於水呈酸性。
- (3) 若氧化物不溶於水則呈中性。

3. 金屬對氧的活性

(1) 物質與其他物質發生化學反應的難易程度稱為活性。

(2) 鎂、鋅、銅金屬的氧化：

物質	鎂	鋅	銅
外觀	銀白	銀灰	紅
燃燒情形	白色強光	黃綠色	無火焰
燃燒產物	$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \underline{2 \text{MgO}}$	$2\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \underline{2 \text{ZnO}}$	$2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \underline{2 \text{CuO}}$
置入水中	<u>Mg(OH)_2</u>	<u>Zn(OH)_2</u>	<u>不溶於水</u>
酸鹼性	強鹼	弱鹼	中性
活性大小	<u>大</u>	<u>中</u>	<u>小</u>

(3) 金屬對氧的活性大小關係：鉀 > 鈉 > 鈣 > 鎂 > 鋁 > 碳 > 鋅 > 鐵 > 錫 > 鉛 > 氫 > 銅 > 汞 > 銀 > 鉑 > 金。



延伸閱讀

常見金屬的氧化特性：

- (1) 鈉、鉀對氧的活性大，故儲存在礦物油中
- (2) 因金、鉑對氧的活性小，故以元素形態存在。
- (3) 鐵的氧化物鬆散，因此內部金屬會逐漸被空氣氧化。
- (4) 鋅、鋁的氧化物緻密，故可防止內部金屬被氧化，可達到防鏽效果。



智慧演練

- (A) 1. 下列各氧化物的水溶液，何者可使石蕊試紙呈藍色？
 (A)氧化鐵 (B)氧化硫
 (C)二氧化碳 (D)氧化銅
- (D) 2. 下列各種化學反應中，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)乾冰昇華
- (B) 3. 下列何者在空氣中表面生成精密的氧化物，可以防止內部鏽蝕？
 (A)鎂 (B)鋁
 (C)鐵 (D)鉑

《3. 鋁的活性大，在空氣中易氧化，但所生成的氧化鋁質地緻密，反而能保護內部的金屬不再繼續氧化。》

- (B) 4. 下列各種物質通入水中後，可以讓紅色石蕊試紙變為藍色？
(A)二氧化碳 (B)氧化鎂
(C)二氧化硫 (D)氯化鈉
- (D) 5. 下列何種元素的活性最小？
(A) Mg (B) Zn
(C) Cu (D) Au
- (A) 6. 下列各種物質通入水中後，可以讓藍色石蕊試紙變為紅色？
(A) CO_2 (B) MgO
(C) CuO (D) NaCl
- (A) 7. 下列何者是大部分的非金屬氧化物溶於水中，其水溶液的特性之一？
(A)呈酸性，使藍色石蕊試紙變紅
(B)呈鹼性，使紅色石蕊試紙變藍
(C)可以助燃
(D)呈中性，不使石蕊試紙變色
- (C) 8. 下列哪一種金屬材質所製成的飾品，較不能恆久保存，容易變質？
(A)金 (B)銀
(C)鎂 (D)鉑
- (A) 9. 清文將金屬鋅置於燃燒匙中，再以酒精燈加熱，加熱金屬鋅所產生的火焰呈現何種顏色？
(A)黃綠色 (B)紅色
(C)藍色 (D)白色
- (D) 10. 段老師將金屬鎂置於燃燒匙中，再以酒精燈加熱，加熱金屬鎂所產生的火焰呈現何種顏色？
(A)黃綠色 (B)紅色
(C)藍色 (D)白色



2-2 氧化與還原



重點整理

1. 活性與氧化還原反應

(1) 物質在二氧化碳中燃燒情形：

物品	在廣口瓶外 燃燒情形	在充滿二氧化碳 的廣口瓶中	瓶壁是否有 物質產生	與碳的活性大小
線香	可燃燒	<u>熄滅</u>	<u>無</u>	<u>小</u>
鎂帶	可燃燒	<u>可燃燒</u>	有，產生 <u>黑</u> 色 的 <u>碳</u> 顆粒	<u>大</u>
鋼絲絨	可燃燒	<u>熄滅</u>	<u>無</u>	<u>小</u>

(2) 氧化反應：

- ① 物質與氧發生結合的反應，形成的新物質稱為氧化物。
- ② 活性較大。

(3) 還原反應：

- ① 氧化物失去氧的反應。
- ② 活性較小。

(4) 氧化還原反應：

- ① 涉及得失氧的反應。
- ② 氧化和還原必同時產生，並且得失的氧原子數相同。



延伸閱讀

氧化劑和還原劑的特性：

- (1) 活性大的元素，本身不安定，可作還原劑。
- (2) 活性大的元素，形成的氧化物活性變小。
- (3) 活性小的元素，本身很安定，不易發生化學反應，可以元素狀態存在。
- (4) 活性小的元素，其產生的氧化物活性變大，可作為氧化劑。
- (5) 氧化劑：供給氧元素，將它種物質氧化，而自身還原。
- (6) 還原劑：得到氧元素，將它種物質還原，而自身氧化。

2. 活性與氧化還原反應

(1) 碳與氧化銅置於試管中同時加熱：

物質	碳	氧化銅
外觀	<u>黑</u> 色固體	<u>黑</u> 色固體
加熱後	發生 <u>氧化</u> 反應	發生 <u>還原</u> 反應
活性大小關係	C > Cu	
反應中具有的能力	<u>還原</u> 的能力	<u>氧化</u> 的能力
反應後顏色	無色	<u>紅棕</u> 色
反應後的物質化學式	<u>CO₂</u>	<u>Cu</u>
實驗裝置圖		
化學反應式	$\begin{array}{c} \text{C} + 2\text{CuO} \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{Cu} \\ \text{(碳)} \quad \text{(氧化銅)} \qquad \qquad \text{(二氧化碳)} \quad \text{(銅)} \end{array}$ <p style="text-align: center;">C 得到氧，發生氧化 CuO 失去氧，發生還原</p>	



智慧演練

- (B) 1. 下列哪一項不可能發生氧化還原反應？
 (A) Na + PbO (B) Cu + Fe₂O₃ 《1. 活性大小：Na > Mg > C > Fe > Pb > Cu，故 Cu + Fe₂O₃ 不反應。》
 (C) Mg + CO₂ (D) Fe + CuO
- (B) 2. 在化學方程式：Mg + CuO → Cu + MgO 中，下列何者具有氧化其他物質的能力？
 (A) Mg (B) CuO (C) Cu (D) MgO
- (D) 3. 在氧化還原反應中，下列敘述何者錯誤？
 (A) 氧化與還原必相伴發生
 (B) 氧化是指與氧化合的反應
 (C) 還原是指失去氧的反應
 (D) 氫燃燒只產生氧化反應 《3. (D) 有氧化必有還原。》

- (C) 4. 將碳粉與氧化銅置於試管中一起加熱，如右圖所示，下列敘述何者錯誤？



- (A) 氧化銅在此反應中具有氧化其他物質的能力
 (B) 氧化銅最後還原成紅色銅
 (C) 碳粉得到氧所以發生還原反應
 (D) 活性大小關係：碳的活性比銅來的大

- (D) 5. CaO、Na₂O、ZnO、HgO 四者中，哪一項物質最不安定？

- (A) Na₂O (B) ZnO
 (C) CaO (D) HgO

- (C) 6. 假設 A、B、C、D 代表四種元素，AO、BO、CO、DO 代表它們的氧化物，依據下列反應： $A + DO \rightarrow AO + D$ ， $B + CO \rightarrow$ 無反應， $AO + B \rightarrow A + BO$ ，則 A、B、C、D 四種元素中，何者對氧的活性最大？

- (A) A (B) B
 (C) C (D) D

- (B) 7. 假設以 A、B、C 代表三元素，AO、B₂O、C₂O₃ 代表它們的氧化物，如有下列反應發生： $2B + AO \rightarrow B_2O + A$ ； $6B + C_2O_3 \rightarrow 2C + 3B_2O$ ，則 A、B、C 三元素的活性以何者最大？

- (A) A (B) B
 (C) C (D) 三者相等

- (D) 8. 下列金屬氧化物與鋅粉混合加熱後，何者可以被還原成金屬？

- (A) 氧化鋁 (B) 氧化鈉
 (C) 氧化鎂 (D) 氧化銅

- (B) 9. 下列何者無法還原氧化鐵？

- (A) CO (B) CO₂
 (C) C (D) Mg

- (C) 10. X、Y、Z、W 為四種金屬，XO、YO、ZO、WO 為該金屬氧化物，現以上述金屬與金屬氧化物互相作用，結果如右表，則哪種金屬活性最大？(表格中「+」代表有反應，「-」代表無反應。)

氧化物 元素	XO	YO	ZO	WO
X	-	-	+	+
Y	+	-	-	-
Z	-	-	-	-
W	-	-	-	-

- (A) W (B) X
 (C) Y (D) Z



2-3 生活中的氧化還原



重點整理

1. 漂白抗菌與氧化還原

- (1) 蘋果切開後放置一段時間，表面會變成褐色，這種現象叫「褐變」，也是一種氧化作用。
- (2) 生活中的氧化還原反應：食物腐敗、植物死亡後的分解作用、人體內的新陳代謝、植物的光合作用和呼吸作用等。
- (3) 漂白劑也是一種氧化還原反應的應用，常見的類型如下：

主成分	次氯酸鈉 (NaClO)	雙氧水 (H ₂ O ₂)
具有的能力	強氧化能力	強氧化能力
漂白原理	利用氧化作用將色素破壞	利用氧化作用將色素破壞
功能	具有漂白與抗菌的功能	具有漂白與抗菌的功能
特性	①有刺鼻臭味。 ②可 <u>加水</u> 稀釋用來消毒環境。 ③不可與 <u>酸</u> 性清潔劑共用。	過氧化氫水溶液會自然分解成水和氧氣，對環境與人體的負擔較小。

2. 食品加工與氧化還原

- (1) 還原型的漂白劑：二氧化硫 (SO₂) 可以將物質還原成無色的化合物，在食品中加入 亞硫酸鈉 將物質漂白，但加工後殘留的 二氧化硫 會影響人體健康。
- (2) 藥物化學或食品化學中，類胡蘿蔔素、維生素 C 和維生素 E 等，被作為還原劑來防止食物氧化或人體細胞老化。



延伸閱讀

鐵礦的冶煉：

- (1) 工業煉鐵是在高爐中將鐵礦以煤焦還原。
- (2) 產物：
 - ① 高爐所煉得的鐵，稱為生鐵，又稱為鑄鐵，含碳量極高。
 - ② 除去生鐵的雜質，形成熟鐵，又稱為鍛鐵，含碳量極低。
 - ③ 若含碳量介於生鐵和熟鐵之間，稱為鋼，適宜鑄造，也適宜鍛接。
- (3) 不鏽鋼為鋼、鉻、鎳的合金。



智慧演練

- (D) 1. 下列是坊間食品中常用的添加物，哪一個的用途不是當做抗氧化劑？
 (A)類胡蘿蔔素 (B)維生素 C
 (C)維生素 E (D)葡萄糖
- (B) 2. 2020 年初新型冠狀病毒蔓延全球，造成數億人染病，臺灣民眾遵循政府的正確衛教知識購買氯系漂白劑來做環境消毒，以抵抗病毒的侵襲，這瓶氯系漂白劑如右圖所示，其主要成分為下列哪一種物質？
 (A)氯化氫 (B)次氯酸鈉 (C)過氧化氫 (D)碳酸氫鈉
- (C) 3. 承上題，家用衣物漂白劑，會進行何種反應漂白衣物？
 (A)漂白劑和衣物產生褐變的反應，使衣物恢復深色系
 (B)漂白劑和衣物產生褐變的反應，使衣物纖維產生白色沉澱
 (C)進行氧化還原反應，利用氧化作用將衣物漂白
 (D)進行氧化還原反應，利用還原作用將衣物漂白
- (D) 4. 現在市面上的泡麵都不再添加人工防腐劑，而是改用哪一種天然的維生素以加長食物保存期限？
 (A)維生素 A (B)維生素 B (C)維生素 D (D)維生素 E
- (B) 5. 承上題，此種添加物在食品化學中具有何種特性？
 (A)加快氧化速度 (B)減緩氧化速度
 (C)增添食物的色香味 (D)使食物容易與微生物作用
- (A) 6. 市售衛生筷，廠商常會加入某些物質來漂白，導致筷子上殘留酸性物質？
 (A) SO_2 (B) K_2CO_3 (C) NaClO (D) H_2O_2
- (C) 7. (甲)食鹽在水中溶解；(乙)木材燃燒；(丙)呼吸作用；(丁)光合作用。上述哪些選項為氧化還原反應？
 (A)甲乙丁 (B)甲乙丙 (C)乙丙丁 (D)甲丁
- (D) 8. 下列各種現象，何者不屬於氧化還原反應？
 (A)人體代謝作用 (B)植物的光合作用
 (C)植物死亡後的分解作用 (D)乾冰昇華
- (A) 9. 臺東的金針花海活動每年都會吸引許多遊客前往朝聖，這些金針除了欣賞以外也可以拿來作成食材，部分商家為了讓食材保有鮮豔色澤，會加入何種物質來達成此目的？
 (A) SO_2 (B) K_2CO_3 (C) NaClO (D) H_2O_2



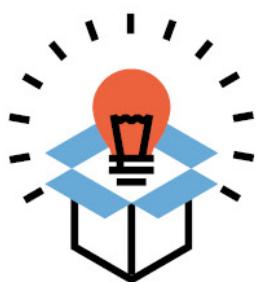
第 2 章 素養題組



下圖為某一種化學品的危險警示圖，根據危害程度低至高標示數值，數值範圍為 0~4，並以符號標示特殊危害性。試回答下列問題：



- (A) 1. 上圖中所標示的活性等級，主要是以該化學藥品與何種物質反應的難易程度？
 (A)氧氣 (B)氫氣 (C)氮氣 (D)氫氣
- (C) 2. 由文中所述此種化學藥品應為下列何者？
 (A) Ni (B) Fe (C) Na (D) Au
- (C) 3. 承上題，若此化學品放入水中後，會產生火焰與氫氣，關於此化學品與水的反應下列何者正確？
 (A)產生白色沉澱
 (B)可讓藍色石蕊試紙變成紅色
 (C)化學藥品放入水中發生氧化還原反應
 (D)水溶液呈現酸性
- 《2. 此化學品可與水劇烈反應，具有可燃性；健康危害等級 3，表示為危險化學品；反應活性等級 2，表示活性大。由此可知該化學品最可能為鈉。》



第三章

酸、鹼、鹽





3-1 認識電解質

重點整理

1. 電解質與非電解質

(1) 電解質

① 定義：屬於化合物、能溶於水、可導電的物質。

② 特性：

- 是否為電解質須以水溶液的狀態來作判斷。
- 電解質溶於水時，一定會產生化學反應。

③ 種類：

- 酸類電解質：如 HCl、 H_2SO_4 、 HNO_3 、 CH_3COOH
- 鹼類電解質：如 NaOH、 $Ca(OH)_2$ 、 NH_4OH 、 $Mg(OH)_2$
- 鹽類電解質：NaCl、 $CaCl_2$ 、 $NaNO_3$ 、 $NaHCO_3$

(2) 非電解質：化合物溶於水後，其水溶液不會導電。例如： CuO 、 $CaCO_3$ 、 $CaSO_4$ 、 Fe_2O_3 。

(3) 實驗整理：

- ① 碳棒放入和玻棒沾取不同溶液前，須先以蒸餾水沖洗。
- ② 燈泡愈亮表示該水溶液為強電解質，反之為弱電解質。
- ③ 實驗裝置圖：

水溶液	實際反應情形	石蕊試紙顏色變化	水溶液	實際反應情形	石蕊試紙顏色變化
鹽酸		 酸性水溶液	蔗糖水		 中性水溶液
氫氧化鈉		 鹼性水溶液	純水		 中性水溶液
食鹽水		 中性水溶液	/		

④ 常見的水溶液電解質整理：

水溶液	紅色石蕊試紙變色	藍色石蕊試紙變色	酸鹼性	酸鹼鹽類	是否導電
鹽酸	否	是	酸性	酸	是
氫氧化鈉	是	否	鹼性	鹼	是
食鹽水	否	否	中性	鹽	是
蔗糖水	否	否	中性	非電解質	否
純水	否	否	中性	非電解質	否
酒精	否	否	中性	非電解質	否

2. 電解質溶液的導電原理

- (1) 電離說：瑞典化學家阿瑞尼斯提出 電離說 來說明電解質導電的原因。
- (2) 電解質溶於水會 解離 形成帶電的粒子，帶正電者稱為 陽 離子；帶負電者稱為 陰 離子。
 ①陽離子：質子數目 > 電子數目；②陰離子：質子數目 < 電子數目。
- (3) 未通電時，離子在溶液中可以向 四面八方 移動。
- (4) 通電時，陽離子會移向 負 極，陰離子會移向 正 極。
- (5) 溶液中，陽離子和陰離子的數目 不一定 相等，但陽離子、陰離子的總電量 一定 相等，使溶液呈 電中性。

3. 原子與離子

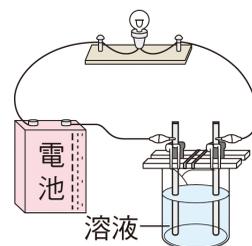
- (1) 電中性的原子 失去 電子形成陽離子，得到 電子形成陰離子。
- (2) 原子、分子和離子的性質 不同。
- (3) 數個原子結合而成的帶電原子團，稱為 根離子 (簡稱 根)，化學反應時整個原子團參與反應。
- (4) 常見的原子團：

① 銨根離子： <u> NH_4^+ </u> 。	② 氫氧根離子： <u> OH^- </u> 。
③ 醋酸根離子： <u> CH_3COO^- </u> 。	④ 硝酸根離子： <u> NO_3^- </u> 。
⑤ 硫酸根離子： <u> SO_4^{2-} </u> 。	⑥ 碳酸根離子： <u> CO_3^{2-} </u> 。



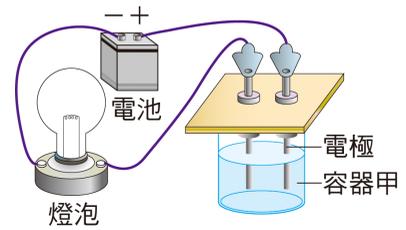
智慧演練

- (B) 1. 辨別某化合物是不是電解質，最好的方法是利用該化合物在何種狀態下是否能導電來判斷？
 (A)固態 (B)水溶液 (C)氣態 (D)液態
- (D) 2. 如右圖的裝置，在燒杯中加入哪一種溶液，燈泡不會亮？
 (A)氫氧化鈉水溶液 (B)食醋
 (C)食鹽水 (D)葡萄糖水



(A) 3. 如右圖的裝置，在容器甲中填充下列哪一項物質，燈泡會發亮？

- (A) 食鹽水 (B) 75% 酒精
(C) 純水 (D) 蔗糖水



(C) 4. 電解質水溶液在水中解離後，水中會產生何種粒子？

- (A) 中子 (B) 電子
(C) 離子 (D) 質子

(B) 5. 下列各種物質中，何者屬於電解質？

- (A) $C_6H_{12}O_6$ (B) KNO_3
(C) C_2H_5OH (D) Au

(B) 6. 下列各物質在水中解離的反應式，何者錯誤？

- (A) $MgCl_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2 Cl^-$
(B) $CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + Cl^{2-}$
(C) $H_2SO_4 \rightarrow 2 H^+ + SO_4^{2-}$
(D) $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2 OH^-$

(B) 7. 將 150 個碳酸鈉分子放入水中，碳酸鈉會完全解離。完全解離後，水溶液中可以得到多少個離子？

- (A) 150 個鈉離子、150 個碳酸根離子
(B) 300 個鈉離子、150 個碳酸根離子
(C) 150 個鈣離子、300 個碳酸根離子
(D) 300 個鈣離子、300 個碳酸根離子

(B) 8. 下列有關電解質的敘述，何者正確？

- (A) 所有的化合物都是電解質
(B) 純硫酸不能導電，但硫酸是電解質
(C) 銅能夠導電，故銅是電解質
(D) 金屬固體能夠導電所以也是電解質

《8. (A)、(C)需能溶於水可導電者；(D)金屬固體能夠導電但不是電解質。》

(D) 9. 有關電解質敘述，下列何者不正確？

- (A) 電解質只能解離成陽離子與陰離子這兩種離子
(B) 電解質解離後陽離子的莫耳總數與陰離子的莫耳總數不一定相等
(C) 電解質在水溶液中陽離子的總電量與陰離子的總電量必相等
(D) 陰離子的質子數目較電子數目多

(D) 10. 電解質溶於水後，溶液中的離子未通電時其移動方向為下列何者？

- (A) 金屬原子往負極移動，非金屬原子往正極移動
(B) 只有氫離子和氫氧根離子會自由移動
(C) 溶液中的離子都不會任意移動
(D) 陽、陰離子可以自由的向四面八方移動



3-2 常見的酸與鹼



重點整理

1. 實驗 3-2 探討酸與鹼性質的異同整理

	鹽酸	醋酸	蒸餾水	氨水	氫氧化鈉
酸鹼性	酸性	酸性	中性	鹼性	鹼性
石蕊試紙顏色	變紅	變紅	不變色	變藍	變藍
廣用試紙顏色	紅色	黃色	綠色	藍色	紫色
與鎂帶的反應	產生 氣泡	產生 氣泡	無反應	無反應	無反應
與大理石的反應	產生 氣泡	產生 氣泡	無反應	無反應	無反應

2. 酸的共同性質

- (1) 酸溶於水能解離出 H^+ 。
- (2) 酸性溶液可使藍色石蕊試紙變 紅 色；廣用試紙呈 黃 色、橙 色、紅 色。
- (3) 多數稀酸溶液，與活性 大 的 Mg、Al、Zn、Fe 等金屬反應會產生 H_2 。
- (4) 稀酸溶液與碳酸鹽類反應時，可產生 CO_2 氣體。
- (5) 濃酸溶液具有 腐蝕 性。
- (6) 濃酸在稀釋時，都會 放出 熱量，而使溶液的溫度 上升。

3. 常見的酸

(1) 硫酸 (H_2SO_4)

- ① 純硫酸是一種 無 色呈油狀，腐蝕性很強的液體，密度 (1.85 g/cm^3) 比水大。
- ② 硫酸溶於水時會放出大量的 熱，所以稀釋濃硫酸時要將濃硫酸緩緩注入水中。
- ③ 濃硫酸具有強烈的 脫水性，可使碳水化合物失去水分形成 黑 色的碳。
- ④ 可用於鉛蓄電池中的 電解液。

(2) 鹽酸 (HCl)

- ① 氯化氫 氣體 的水溶液，即為 氫氯酸 $HCl_{(aq)}$ ，俗稱 鹽酸。
- ② 濃鹽酸易揮發出氯化氫氣體，和空氣中的 水蒸氣 會形成 白 色的鹽酸酸霧。
- ③ 不可和漂白水混用，因兩者混合時會產生 黃綠 色毒性甚強的 氯氣。
- ④ 用途：可用於清洗儀器、金屬表面以及浴室的清潔劑。

(3) 硝酸 (HNO_3)

- ① 無 色液體，易照光分解產生 紅棕 色 二氧化氮 氣體，常以棕色瓶盛裝。
- ② 可用來製造硝酸鉀，以作為 黑火藥 或鉀肥的原料。

4. 鹼的共同性質

- (1) 溶於水溫度會上升，解離出 OH^- ，稱為鹼。
- (2) 可使石蕊試紙變藍色，廣用試紙變為藍、紫色。
- (3) 鹼性水溶液可溶解油脂，摸起來有滑膩感。

5. 常見的鹼

(1) 氫氧化鈉 (NaOH)

- ① 俗稱苛性鈉或燒鹼，為白色固體。
- ② 易吸收空氣中的水蒸氣和二氧化碳氣體而潮解變質，要保存在乾燥密封的容器內。
- ③ 用途：工業上會用來製造肥皂、清潔劑和水管疏通劑。

(2) 氨 (NH_3)

- ① 氨氣為無色，有刺鼻臭味，比空氣輕易溶於水的氣體。
- ② 氨氣可溶於水，通入水中會形成氨水，呈弱鹼性。
- ③ 有殺菌作用，稀釋後，可作為家庭清潔劑。

(3) 氧化鈣 (CaO)

- ① 俗稱生石灰或石灰的白色固體，溶於水形成氫氧化鈣水溶液並放出大量的熱。
- ② 石灰水是一種鹼性水溶液，可用於檢驗二氧化碳氣體，反應產生白色碳酸鈣沉澱。
- ③ 石灰容易吸收空氣中的水氣，常用來作為乾燥劑的原料。



智慧演練

- (A) 1. 下列哪一項不是酸的共同性質？
 (A)具有脫水性
 (B)可使藍色石蕊試紙變紅色
 (C)水溶液可導電，屬於電解質
 (D)濃酸溶於水時會放出熱量
- (B) 2. 在白紙上滴上濃硫酸後變成黑色，這是因為濃硫酸的何種性質造成的？
 (A)無色透明 (B)具脫水性 (C)沸點高 (D)密度大
- (B) 3. 有關鹼的通性之敘述，下列哪一項錯誤？
 (A)鹼的水溶液能溶解油脂，並會腐蝕皮膚
 (B)鹼的水溶液可使酚酞試劑呈無色
 (C)水溶液中含有氫氧根離子 (OH^-)
 (D)鹼類物質其水溶液可以導電

- (D) 4. 酸性物質溶解在水中時，都會解離出哪一種離子？
(A) CH_3COO^- (B) SO_4^{2-}
(C) NO_3^- (D) H^+
- (C) 5. 家用熱水瓶使用多年後，瓶內壁常附著一層鍋垢，則鍋垢的成分及除去鍋垢的最佳方法分別為何？
(A)碳酸鈉；在瓶內加滿醋酸，浸泡數小時
(B)碳酸鈉；在瓶內加滿沙拉油，浸泡數小時
(C)碳酸鈣；在瓶內加滿醋酸，浸泡數小時
(D)碳酸鈣；在瓶內加滿米酒，浸泡數小時
- (A) 6. 電影中出現的外星生物，口中滴下噁心的酸液，造成太空船金屬地板腐蝕冒出煙氣，試問冒出的氣體可能為下列何者？
(A)氫氣 (B)氯化氫 (C)二氧化碳 (D)氯氣
- (A) 7. 氫氧化鈉（俗稱苛性鈉），具有下列何種性質？《7. 氫氧化鈉溶於水會放熱，呈鹼性，可使石蕊試紙呈藍色。》
(A)腐蝕性強 (B)使潮溼石蕊試紙呈紅色
(C)其水溶液呈酸性 (D)溶於水時會吸熱
- (C) 8. 李其帶著女兒芳慈欲研究一未知的氣體，發現該氣體的性質如下：(甲)無色；(乙)比空氣輕；(丙)極易溶於水；(丁)可使潮溼的石蕊試紙變藍色。則該未知氣體可能是什麼？
(A) SO_2 (B) CO_2 (C) NH_3 (D) HCl
- (D) 9. 碳酸鈣置於下列何種溶液會產生 CO_2 ？
(A) $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ (B) $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$
(C) $\text{NaOH}(\text{aq})$ (D) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- (A) 10. 家住在岡山的段老師一早到漁市場欲買現撈的漁貨，發現魚市場附近的製冰廠氨氣不慎外洩，此時應如何處理較恰當？
(A)噴水吸收氨氣
(B)噴泡沫滅火
(C)噴氫氧化鈉中和之
(D)氨氣無毒不需要理會



3-3 酸鹼程度的表示



重點整理

1. 水溶液的酸鹼性

(1) 體積莫耳濃度：

- ① 1 公升的溶液中，所含的溶質 莫耳數，稱為體積莫耳濃度，簡稱為莫耳濃度。
- ② 以中括號 [] 表示莫耳濃度，單位為 M。



延伸閱讀

$$\text{公式：莫耳濃度 (M)} = \frac{\text{溶質莫耳數}}{\text{溶液的公升數}} \quad (\text{mole/L})$$

(2) 水溶液的酸鹼性：

- ① 任何水溶液中均有 H⁺ 和 OH⁻ 離子。
 - ② 若 $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$ ，則為 酸 性。
 - ③ $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$ ，則為 中 性。
 - ④ $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$ ，則為 鹼 性。
- #### 2. 水溶液酸鹼性的檢測
- (1) pH 值用以表示水溶液中 氫 離子的濃度。
 - (2) pH 值愈小，表示 $[\text{H}^+]$ 愈 大，表示溶液愈 酸。
 - (3) 25 °C 水溶液，pH < 7 為 酸 性水溶液，pH = 7 為中性水溶液，pH > 7 為 鹼 性水溶液。
 - (4) 指示劑：

指示劑種類	酸性溶液	鹼性溶液
石蕊	<u>紅</u> 色	<u>藍</u> 色
酚酞	<u>無</u> 色	<u>紅</u> 色
廣用	<u>紅</u> 色、 <u>橙</u> 色、 <u>黃</u> 色	<u>藍</u> 色、 <u>靛</u> 色、 <u>紫</u> 色



智慧演練

- (B) 1. 下列有關 pH 值的敘述，何者錯誤？
 (A) pH 值是用來表示水溶液酸鹼性的表示法
 (B) pH 值隨著水溶液中的氫離子莫耳濃度增加而增加
 (C) pH 值愈高，表示水溶液的鹼性愈強
 (D) 在 25 °C 時，中性水溶液的 pH 值是 7
- (D) 2. 下列物質加入純水中，何者會提高水溶液中氫離子濃度？
 (A) $C_6H_{12}O_6$ (B) C_2H_5OH (C) NH_3 (D) HCl
- (B) 3. 常溫時，在純水中加入糖水後，其 pH 值會有何種變化？
 (A) 大於 7 (B) 等於 7 (C) 小於 7 (D) 等於 0
- (A) 4. 在 25 °C 時，下列各項敘述中，何者錯誤？ 《4. (A) 不一定為純水。》
 (A) 中性溶液一定為純水
 (B) 中性溶液中，仍有 H^+ 和 OH^-
 (C) 中性溶液中 $[H^+] = [OH^-]$
 (D) 酸性溶液中 $[H^+] > [OH^-]$
- (B) 5. 甲、乙、丙三種溶液，甲溶液可使紅色石蕊試紙變藍，乙溶液為糖水，丙溶液可使酚酞試劑變無色，將甲、乙、丙三種溶液之 pH 值依大小順序排列，下列何者是較可能的答案？
 (A) 丙 > 乙 > 甲 (B) 甲 > 乙 > 丙
 (C) 乙 > 甲 > 丙 (D) 乙 > 丙 > 甲
- (D) 6. 氫氧化鈣溶液加入水中稀釋後，溶液的性質變化，下列何者錯誤？
 (A) Ca^{2+} 的個數不變 (B) $[OH^-]$ 變小
 (C) $[H^+]$ 變大 (D) pH 值變大
- (C) 7. 下列酸鹼指示劑在 $HCl_{(aq)}$ 呈現的顏色，何者有誤？
 (A) 石蕊試紙呈紅色 (B) 廣用試紙呈橙色
 (C) 酚酞試液呈紅色 (D) 廣用試紙呈黃色
- (A) 8. 下列各水溶液，何者會使酚酞指示劑由無色變成紅色？
 (A) NH_3 (B) HCl (C) HNO_3 (D) CH_3COOH
- (A) 9. 下列日常用品中，何者可使廣用試紙呈藍紫色？
 (A) 阿摩尼亞水 (B) 水果醋
 (C) 加鹽料理米酒 (D) 牛奶
- (C) 10. 下列日常用品，何者用廣用試紙檢驗呈紅色？
 (A) 肥皂水 (B) 米酒 (C) 檸檬汁 (D) 礦泉水



3-4 酸鹼中和反應

重點整理

- 酸鹼中和
 - 為放熱的化學變化。
 - 會產生鹽類。
- 酸鹼中和反應：以氫氧化鈉加入鹽酸為例
 - 1 M、10 mL 鹽酸置於錐形瓶中並加入酚酞指示劑。
 - 逐滴加入 1 M 氫氧化鈉溶液 0 mL~12 mL 到鹽酸中：

	(甲)加入 0 mL 氫氧化鈉	(乙)加入 5 mL 氫氧化鈉	(丙)加入 10 mL 氫氧化鈉	(丁)加入 12 mL 氫氧化鈉
錐形瓶中離子關係	$[H^+] > [OH^-]$	$[H^+] > [OH^-]$	$[H^+] = [OH^-]$	$[H^+] < [OH^-]$
氫離子的變化	<u>不變</u>	<u>減少</u>	<u>減少</u>	<u>減少</u>
pH 值的變化	<u>小於</u> 7	<u>小於</u> 7	<u>等於</u> 7	<u>大於</u> 7
溶液顏色	<u>無</u> 色	<u>無</u> 色	<u>無</u> 色	<u>紅</u> 色
粒子觀點	<p>氫氧化鈉溶液 鹽酸與酚酞指示劑</p>			
說明	① 丙階段時 H^+ 的莫耳數 <u>=</u> OH^- 的莫耳數。 ② 將中和後的溶液倒至蒸發皿中加熱後，可以得到白色 <u>氯化鈉</u> 固體。 ③ 酸鹼中和時，實際參與化學反應的離子為酸中的 <u>H^+</u> 與鹼中的 <u>OH^-</u> ，兩者反應產生 <u>水分子</u> 。 ④ <u>Na^+</u> 和 <u>Cl^-</u> 反應前後並未改變，此兩種粒子並未參與反應。 ⑤ 離子式： <u>$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$</u> 。			

(3) 人類的胃酸主要成分為 鹽酸，胃藥中的鹼性成分可中和分泌過量的胃酸。

(4) 酸雨：

① 成因：人類大量使用煤及石油等燃料，燃燒後產生硫化物如 SO₂ 或氮化物 (NO、NO₂)，在大氣中生成亞硫酸、亞硝酸和硝酸，形成酸雨 (pH < 5)。

② 影響：

- 腐蝕建築物、大理石古蹟等。
- 土壤、湖泊酸化 (pH 值變小)，影響植物生長，甚至破壞生態平衡。

③ 改善：農民收割後，燃燒稻草，灰燼中含有 碳酸鉀 (K₂CO₃)，碳酸鉀溶於水為 鹼 性，可中和酸化的土壤，並為土壤增加鉀肥。

3. 常見的鹽

(1) 食鹽 (NaCl)：水溶液呈 中 性，作為調味料使用。在工業上則是製作氯氣、氫氧化鈉等物質的原料。

(2) 硫酸鈣 (CaSO₄)：白色固體 不易 溶於水，為石膏主要成分，可用來做骨折時的石膏模。

(3) 碳酸鈣 (CaCO₃)：白色固體 不易 溶於水，是大理岩 (俗稱大理石)、石灰岩、貝殼、珊瑚礁的主要成分，常用於製造建築材料、水泥、石灰。

(4) 碳酸鈉 (Na₂CO₃)：俗稱 蘇打 或 洗滌鹼，白色固體 易 溶於水呈 鹼 性，可做清潔劑，工業上用於製作肥皂、玻璃。

(5) 碳酸氫鈉 (NaHCO₃)：俗稱 小蘇打 或 焙用鹼，白色固體 易 溶於水呈 弱鹼 性，可用於製作糕點與極糖，遇熱分解產生水與 二氧化碳 可以滅火。



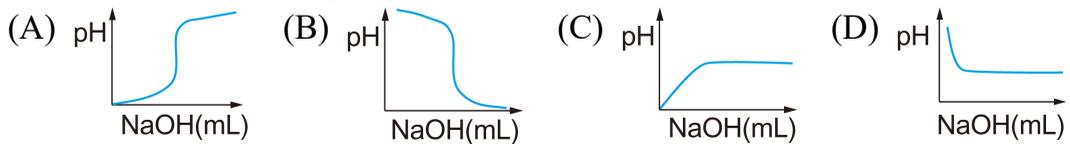
智慧演練

(D) 1. 段老師以 2 M、20 mL 的鹽酸加入 2 M、20 mL 的氫氧化鈉溶液中，將反應後的產物置於蒸發皿上加熱蒸發。如右圖所示蒸發後倒置在蒸發皿上的漏斗，發現有透明無色液滴，可用下列何者檢驗它是否為水？

- (A) 碘液
(B) 本氏液
(C) 石蕊試紙
(D) 氯化亞鈷試紙



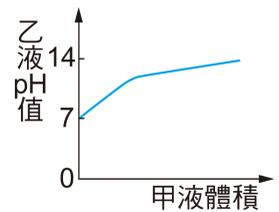
- (A) 2. 在鹽酸中慢慢加入氫氧化鈉溶液，將每次所加氫氧化鈉的體積（毫升）為橫坐標和每次所測得的 pH 值為縱坐標，則下列圖形何者正確？



- (B) 3. 以 1 M、10 mL 醋酸加入 1 M、10 mL 氫氧化鈉溶液中，將反應後的產物置於蒸發皿上加熱蒸發後，蒸發皿中剩下的物質為何？

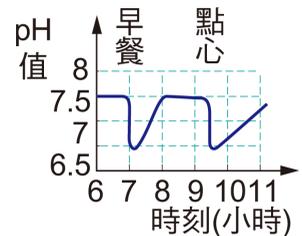
- (A) 氯化鈉 (B) 醋酸鈉
(C) 氯化鉀 (D) 碳酸鈉

- (D) 4. 把甲液滴入乙液中，並逐次記錄甲液所滴入的體積及乙液的 pH 值得到右圖，試問該滴入的過程是下列哪一項？



- (A) 酸液滴入鹼液中
(B) 鹼液滴入酸液中
(C) 酸液滴入水中
(D) 鹼液滴入水中

- (D) 5. 右圖為某位同學口中唾液的 pH 值變化情形，下列敘述何者不適當？



- (A) 吃東西前，口水呈弱鹼性
(B) 吃東西後，口水的 $[H^+]$ 上升
(C) 為中和口中酸性，刷牙之牙膏為弱鹼性
(D) 吃東西前，口水中不存在氫離子

- (B) 6. 烘焙麵包時需加入一些食用級的化學品，其中所用的發粉是含有下列何者？

- (A) 氫氧化鈉 (B) 碳酸氫鈉
(C) 碳酸鈉 (D) 硫酸鈣

- (B) 7. 有關酸鹼中和的敘述，下列何者正確？

- (A) 酸鹼中和之後水溶液必呈中性
(B) 酸鹼中和之後必產生水和鹽
(C) 酸鹼中和時溫度有可能上升或下降
(D) 酸鹼中和時酸的莫耳濃度必定等於鹼的莫耳濃度

- (A) 8. 有關 Na_2CO_3 與 $NaHCO_3$ 的性質，下列何者不正確？

- (A) 加熱均放出 CO_2
(B) 都被歸類為鹽類
(C) 與酸作用放出 CO_2
(D) 加入石灰水均產生 $CaCO_3$ 沉澱

- (D) 9. ①氯化鈉；②硫酸鈣；③硫酸銨；④碳酸鈣；⑤碳酸鈉；⑥碳酸氫鈉。以上皆為日常生活中常見的鹽類，則加入水中後會呈鹼性的有哪些？

- (A) ①②③④⑤⑥ (B) ①②④ (C) ②④⑥ (D) ⑤⑥



跨科 — 天空的眼淚 — 酸雨危機

1. 酸雨的意義與成因

- (1) 自然界的大氣環境存有大量的二氧化碳，因二氧化碳易溶於水，降雨時，二氧化碳會與雨水形成 碳酸，因此，雨水呈現弱酸性。
- (2) 火山噴發產生的 二氧化硫 與閃電產生的氮氧化物 (NO、NO₂……) 等，溶於雨水之後，會形成酸性更強的 亞硫酸 (H₂SO₃)、硝酸 (HNO₃) 等物質，在水中解離產生氫離子 (H⁺)，提高雨水的酸性，使得雨水 pH 值降至 5.0 左右。

2. 酸雨的監控

中央氣象署設立了許多的觀測站，包含陽明山竹子湖、阿里山、金門、馬祖與澎湖等觀測站，對收集到的雨水進行分析雨水的 pH 值。

3. 酸雨的危害

- (1) 酸雨會阻礙植物生長，高海拔的森林因為常被酸化的雲霧所包圍，影響高山植被的生長。
- (2) 酸雨使土壤與岩石中有毒金屬元素溶解，流入河川或是湖泊後，水中的有毒金屬增加，可能造成湖中生物死亡，嚴重可能造成生態環境改變，最後形成死湖。如宜蘭太平山的 翠峰湖、陽明山國家公園的 夢幻湖 與墾丁國家公園的 南仁湖，均已達酸化邊緣或是已變成酸化湖沼。

4. 酸雨的防治

- (1) 汽、機車與工廠等裝設觸媒，減少氮氧化物排放：大型柴油車及火力發電廠等設施須加裝觸媒，將有害的氮氧化物轉化成無害的 氮氣 與 水，以降低空氣中的氮氧化物濃度。
- (2) 新式生質燃料開發，減少化石燃料依賴：利用牛糞、廢棄樹枝等含碳農業廢棄物做成 生質能，將其中蘊含之 化學能 轉化為可供人類使用的 熱能。



智慧演練

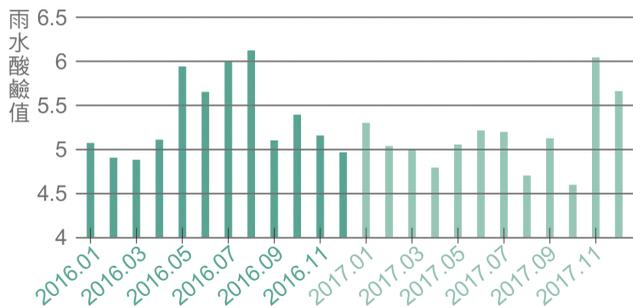
- (D) 1. 人類大量使用化石燃料而排放出大量的二氧化碳氣體，二氧化碳氣體溶於水後會形成酸雨，所謂的酸雨其 pH 值應為下列何者？
(A) pH=12 (B) pH=10 (C) pH=7 (D) pH<5
- (C) 2. 下列哪一項行為對防治酸雨較沒有幫助？
(A)大型柴油車製造出廠前確實加裝觸媒
(B)少使用汽車或機車，多徒步或以自行車代步
(C)嚴格監控工廠是否將工業廢水偷排至河流中
(D)適度運用新式生質燃料

第 3 章 素養題組



自然界的大氣環境存有大量的二氧化碳，因二氧化碳易溶於水，降雨時，二氧化碳會與雨水形成碳酸，因此，雨水呈現弱酸性。而火山噴發產生的二氧化硫與閃電產生的氮氧化物（NO、NO₂）等，溶於雨水之後，會形成酸性更強的亞硫酸（H₂SO₃）、硝酸（HNO₃）等物質，在水中解離產生氫離子（H⁺），提高雨水的酸性，使得雨水 pH 值降至 5.0 左右。而人類因為科技發達，生活所需使得汽、機車、工廠、火力發電廠等在運轉過程中排放出大量的氮氧化物氣體，這些氮氧化物遇到雨水後也會形成酸雨。

下圖是根據環境資源資料庫網站的資料彙整而成。圖形顯示鞍部觀測站從西元 2016 年 1 月至 2017 年 12 月，2 年期間雨水月平均 pH 值的變化關係。晏倫將常見的酸鹼指示劑在 pH 值變色範圍時的情形整理如下表。試回答下列問題：

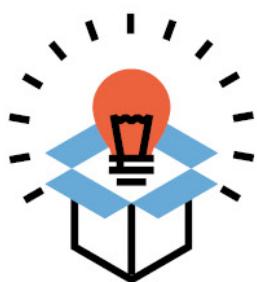


圖：鞍部觀測站雨水月平均 pH 值變化

名稱	酸	鹼	pH 變色範圍
酚酞	無	紅	8.3~10.0
酚紅	黃	紅	6.4~8.2
石蕊	紅	藍	5.4~8.0
溴瑞香草藍	黃	藍	6.2~7.6

表：酸鹼指示劑的 pH 值變色範圍

- (A) 1. 臺中火力發電發出的電供應全臺大部分的用電量，而發電廠運轉需要燃燒大量的化石燃料，該廠區在下雨時所收集到的雨水，會使下列何種指示劑保持透明無色？
 (A) 酚酞 (B) 酚紅 (C) 石蕊 (D) 溴瑞香草藍
- (A) 2. 由上圖的資料判斷，晏倫使用甲乙兩種指示劑來檢測當時的雨水酸鹼性，兩種指示劑皆來自於上表，顏色分別呈現紅色和黃色，此時的酸雨樣本其 pH 值應為下列何者？
 (A) 4.7~5.0 (B) 5.5~6.4 (C) 6.0~8.2 (D) 8.3~10.0
- (C) 3. 承上題，晏倫所採取的酸雨樣本可能為下列何者？
 (A) 2016 年 5 月 (B) 2016 年 8 月
 (C) 2017 年 10 月 (D) 2017 年 12 月



第四章

反應速率與平衡





4-1 反應速率



重點整理

1. 反應速率

(1) 定義：即反應的快慢。在化學反應中，常以單位時間內反應物的消耗量或生成物的增加量表示之。

(2) 表示方式：容易觀測的物質變化，例如沉澱量多寡、顏色變化或氣體體積的增減量等。

(3) 通式：反應速率 (R) = $\frac{\text{反應物消耗的量}}{\text{反應時間}} = \frac{\text{生成物生成的量}}{\text{反應時間}}$

(4) 反應速率的測量方法：

① 反應開始後一定時間內反應物減少的量或是生成物生成的量。

② 從反應開始，反應物減少某一定量，或生成物生成某一定量所需的時間。

2. 反應物的本性對反應速率的影響

(1) 鎂、鋅、銅金屬與鹽酸作用後，鎂在鹽酸中的反應最劇烈，其次是鋅，最弱是銅，這是反應物本性不同，對反應速率也有影響。

(2) 活性較大的物質，反應速率較快。

3. 反應物的接觸面積對反應速率的影響

(1) 反應物的顆粒愈細，全體顆粒的總表面積愈大，粒子間碰撞次數愈多，反應速率愈快。

(2) 物質都是由粒子組成，要產生反應，粒子必須互相碰撞，且具有足夠的能量，才有機會產生新物質。

(3) 碰撞次數愈多，或粒子的能量愈高，反應速率愈快。

4. 反應物的濃度對反應速率的影響

(1) 反應物濃度表示粒子數的多寡，愈多表示濃度愈高。

(2) 反應物的濃度愈高，則反應物粒子間的碰撞次數必愈多。

(3) 碰撞次數愈多，引起反應的機會就愈大，反應速率就愈快。

(4) 相同大小的鋅片分別置入濃度不同的鹽酸時，鋅片在濃度大的鹽酸中產生氣泡的現象較劇烈，反應較快。

(5) 做化學實驗，常將許多固體藥品配成溶液的原因有：

① 方便計量。

② 藥品顆粒變小可增快反應速率。

5. 控制變因法：

- (1) 實驗控制不變的因素，稱為 控制 變因。
- (2) 實驗時被操作改變的因素，通常只有一個，稱為 操作 變因。
- (3) 實驗反應的結果稱為 應變 變因。



智慧演練

- (A) 1. 甲、乙、丙三試管中所含鹽酸溶液的 pH 值依次為 3、6、4，三試管中各加入等量且顆粒大小相等的貝殼，其反應速率由大而小依序為何？
 (A)甲 > 丙 > 乙 (B)甲 > 乙 > 丙
 (C)丙 > 甲 > 乙 (D)乙 > 丙 > 甲
- (D) 2. 將相同材質的木頭切成碎木片後，置於不同環境下燃燒，下列哪一種情況反應速率最快？
 《 2. 碎木片表面積大，純氧濃度大，所以反應速率最快。 》
 (A)大塊木頭在空氣中燃燒 (B)碎木片在空氣中燃燒
 (C)大塊木頭在純氧中燃燒 (D)碎木片在純氧中燃燒
- (C) 3. 下列何種操作 無法 使反應速率變快？
 (A)將反應物顆粒磨成粉末 (B)將反應物的濃度增加
 (C)將反應物溶液加水稀釋 (D)將反應物切成碎屑
- (A) 4. 將 6 M、15 mL 的鹽酸加入 5 mL 蒸餾水置於 A 試管，另將 6 M、5 mL 的鹽酸加入 15 mL 蒸餾水置於 B 試管中，再取顆粒大小一樣的足量貝殼，分別加入甲、乙兩支試管中。則此實驗的操作變因為何？
 (A)鹽酸水溶液的濃度 (B)鹽酸水溶液的體積
 (C)貝殼的質量 (D)貝殼的顆粒大小
- (B) 5. 生產太白粉的場所常有爆炸的危險，其理由與下列哪一項因素有關？
 (A)太白粉的原料是易燃物
 (B)太白顆粒很細，所以接觸表面積大
 (C)太白粉活性大
 (D)太白粉易吸熱
- (B) 6. 李其到醫院去探訪住院的朋友小金，當時護士正好拿了一包藥來給小金吃，但因為小金不太會吞藥丸，所以請藥劑師將藥丸研磨成粉末再服用，李其認為藥效可能會比吃藥丸更快，此與下列影響反應速率的哪一個因素有關？
 (A)濃度大小 (B)總表面積大小
 (C)溫度高低 (D)物質的本性

- (A) 7. 將進行化學反應中的溶液加以攪拌，可增加其反應速率，主要的原因是？
(A)碰撞機會增加
(B)使反應溫度平均
(C)可使溶液中的溶質分散均勻
(D)碰撞機會減少
- (C) 8. 營火晚會時，營火所用的木頭排列如右圖所示，這樣的排列方式，除了考慮不容易坍塌之外，是為了下列哪一項原因？
(A)降低木頭的燃點
(B)增加氧氣的濃度
(C)增加反應總表面積
(D)使火焰的溫度升高
- 
- (B) 9. 以火柴直接點燃煤塊有點困難，但以火柴點燃等質量的煤粉卻比較容易，其原因為何？
(A)煤塊的分子量較大
(B)煤粉與空氣的接觸面積比較大
(C)煤粉體積比煤塊小
(D)煤塊原子量和煤粉一樣
- (C) 10. 學校的實驗室中，常將許多固態的化學藥品，先配成一定濃度的溶液後才使用，下列哪一項不是如此操作的主要目的？
(A)方便化學計量
(B)反應較快速
(C)藥品做成溶液比固態的化學藥品易流動
(D)粒子間相互碰撞的機會增加



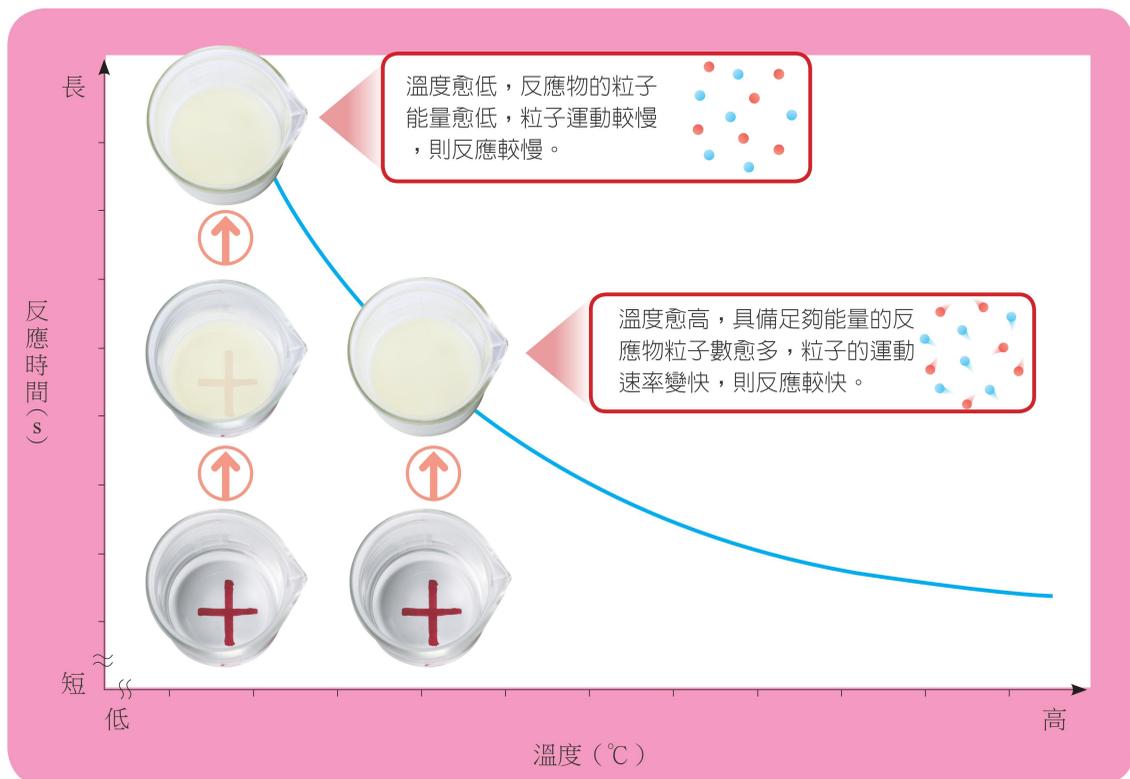
4-2 反應溫度與催化劑



重點整理

1. 溫度對反應速率的影響：

- (1) 溫度愈高，熱能愈 多，粒子的動能愈大，運動愈 快。
- (2) 高溫時單位時間內，反應物粒子碰撞的次數會隨溫度上升而 增加，反應速率就愈 快。
- (3) 實驗探討
 - ① 反應速率可以用 時間的倒數 來表示。
 - ② 本實驗會產生刺激性臭味的 SO₂ 氣體，和 黃 色的 硫 固體沉澱。
 - ③ 化學反應式： $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \text{S} \downarrow$ 。
 - ④ 上述反應，溫度愈高，生成 黃 色沉澱的速率愈快。
 - ⑤ 反應速率的快慢是測量硫的沉澱量完全遮住杯底記號時的時間長短來表示。
 - ⑥ 溫度愈高，遮住杯底記號的時間愈 短，時間倒數愈 大，反應速率愈 快。



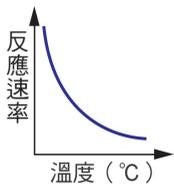
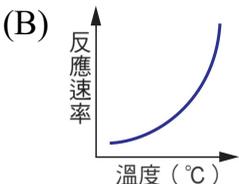
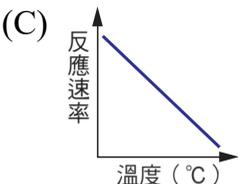
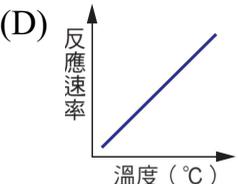
- (4) 在實驗上，最常利用 加熱 的方式，來提高反應速率。

2. 催化劑對反應速率的影響：

- (1) 在一些化學反應中，某些物質既不是反應物，也不是生成物，無法增加生成物的最終產量，但能夠改變化學反應速率，而反應前後，本身質量與化學性質均不變。
- (2) 催化劑又稱為觸媒或酵素。
- (3) 雙氧水未加入二氧化錳時產生氧氣的速率較慢，加入黑色的二氧化錳後產生氧氣的速率變快，但兩者產生氧氣的總產量都相同。



智慧演練

- (A) 1. 下列有關化學反應的敘述，何者錯誤？
 (A) 硫代硫酸鈉和鹽酸作用，所產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增多，可以使反應速率加快
 (C) 溫度升高可增加粒子能量加快反應速率
 (D) 某種氣體和空氣混合後，即使不會燃燒，這兩種粒子仍有互相碰撞
- (C) 2. 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，得到如右圖所示的關係圖，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) 溫度的平方 (D) 溫度的平方
 《2. 縱坐標為反應速率，而通常以時間的倒數表示反應速率。》
- (C) 3. 將 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液與 HCl 溶液放入燒杯中，觀察並記錄沉澱物將燒杯下所畫的圖案遮住所需的時間 t ，下列何者可代表該反應的反應速率？
 (A) t (B) t^2 (C) $\frac{1}{t}$ (D) $\frac{1}{t^2}$
- (B) 4. 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？
 (A)  (B)  (C)  (D) 
- (D) 5. 段老師做一項科展研究，研究方向是將課本中的硫代硫酸鈉與鹽酸的反應，做深入的探討與改良：段老師取 40°C 的 $0.2\text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 10 mL 與 0.2 M 的 HCl 溶液 10 mL 放入錐形瓶中， 70 秒後沉澱物會將瓶下所畫的圖案遮住，若改以 30°C 的溶液重複此實驗，沉澱物遮住圖案的時間可能為何？
 (A) 45 秒 (B) 55 秒 (C) 65 秒 (D) 75 秒
 《5. 溫度低，反應速率慢，所需的時間大於 70 秒。》

- (B) 6. 關於催化劑的敘述，下列哪一項正確？
(A)催化劑屬於反應物的一種
(B)催化劑可改變反應速率
(C)催化劑沒有參與反應
(D)催化劑反應後質量變小
- (B) 7. 催化劑的主要用途為何？
(A)使不能發生的化學反應發生反應
(B)可以改變化學反應的反應速率
(C)可以改變生成物的總產量
(D)可以改變生成物的種類
- (D) 8. 關於催化劑的敘述，下列何者錯誤？
(A)在生物體中的催化劑，我們稱為酶或酵素
(B)可以改變化學反應速率
(C)在化學反應式中應書寫於箭頭的上方
(D)反應完成後，催化劑的質量會改變，性質也會改變
- (D) 9. 有關雙氧水與二氧化錳產生氧氣的實驗，下列哪一項敘述錯誤？
(A) MnO_2 不是反應物
(B) MnO_2 是黑色固體
(C) O_2 是生成物
(D) H_2O_2 是催化劑
- (B) 10. 下列有關催化劑的敘述，何者錯誤？
(A)催化劑又叫觸媒，工業的哈伯法製氨是在高溫高壓下以鐵粉當做催化劑
(B)雙氧水製造氧氣時，若不加入 MnO_2 ，則無法生成 O_2
(C)催化劑在化學反應中，既非反應物也不是生成物
(D)生物體中的催化劑，叫做酶或酵素



4-3 可逆反應與平衡



重點整理

1. 可逆反應

- (1) 反應方向由反應物指向生成物，稱為 正反應，若反應方向由生成物指向反應物，則稱為 逆反應。
- (2) 當反應同時存在正、逆反應時，則稱為 可逆 反應，以符號 \rightleftharpoons 表示。
- (3) 若將碳酸鈣加熱會產生氧化鈣 (CaO) 與二氧化碳 (CO₂) 的反應，定為 正 反應，則氧化鈣和二氧化碳變成碳酸鈣的反應，稱為 逆 反應。所以碳酸鈣加熱生成氧化鈣與二氧化碳稱為可逆反應，其表示方式為 $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$ 。

2. 動態平衡與破壞平衡

- (1) 大理石和鹽酸的可逆反應： $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightleftharpoons \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 (碳酸鈣) (鹽酸) (氯化鈣) (二氧化碳) (水)

(2) 鹽酸加入大理石初期

- ① 巨觀：會產生大量氣泡。
- ② 微觀：
 - 瓶內的二氧化碳濃度 增加。
 - 正反應的速率 > 逆反應的速率。

(3) 鹽酸加入蓋上瓶蓋一段時間後

- ① 巨觀：氣泡逐漸減少並趨於穩定。
- ② 微觀：
 - 正逆反應仍持續進行，並非停止，屬於 動態 平衡。
 - 正反應的速率 = 逆反應的速率。

(4) 瓶蓋打開後

- ① 巨觀：氣泡又開始產生。
- ② 微觀：
 - 瓶內的二氧化碳濃度突然變 小，原本的平衡被破壞，反應往產生二氧化碳的 正 反應方向進行。
 - 正反應的速率 > 逆反應的速率。
 - 若再蓋回蓋子，一段時間後，又會達到新的 動態 平衡。

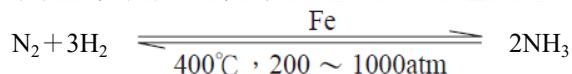
(5) 達平衡的條件：

- ① 反應必須有 可逆性。
- ② 反應必須在 密閉系統 中。



智慧演練

- (D) 1. 下列何者不屬於可逆反應？
 (A)密閉空間中鹽酸加大理石
 (B)含水氯化亞鈷加熱後變色
 (C)藍色硫酸銅晶體加熱後變色
 (D)酒精燃燒
- (B) 2. 水與水蒸氣若達到平衡狀態時，不會發生下列哪一現象？
 (A)水與水蒸氣同時存在
 (B)水會慢慢蒸發，直到完全變成水蒸氣
 (C)水蒸氣仍會持續凝結成水
 (D)水蒸發的速率＝水蒸氣凝結的速率
- (D) 3. 晏倫到便利商店買了一瓶礦泉水並一口氣喝了半瓶後，將瓶口的瓶蓋旋緊，靜置於桌上，隔天發現瓶子內壁有小水滴附著，關於下列敘述何者正確？
 (A)寶特瓶內的水已停止蒸發
 (B)寶特瓶內的水蒸氣已停止凝結
 (C)寶特瓶內水的蒸發速率大於水蒸氣的凝結速率
 (D)寶特瓶內水的蒸發速率等於水蒸氣的凝結速率
- (C) 4. 以微觀的角度來看水溶液中的粒子，所謂化學平衡是指下列何者？
 (A)反應物與生成物的濃度相等
 (B)正逆反應完全停止，不再變化
 (C)正逆反應速率相等
 (D)反應物與生成物質量相等
- (C) 5. 在炎炎夏日金華在家欲調配糖水溶液，用來加在刨冰上。她將 3 勺的糖加入 100 毫升的水中，並充分攪拌未有糖沉澱在杯底。則此溶液中以微觀角度來看應為下列何者？
 (A)糖的溶解和沉澱反應皆停止
 (B)糖的溶解速率小於糖的沉澱速率
 (C)糖的溶解速率大於糖的沉澱速率
 (D)糖的溶解速率等於糖的沉澱速率
- (B) 6. 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？

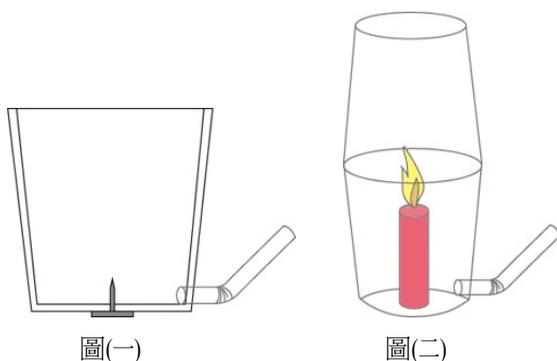
- (A)將氮氣與氫氣的濃度增加
 (B)增加更多的催化劑
 (C)溫度增加
 (D)壓力增加

- (C) 7. 在 $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$ 之平衡反應中，加入小蘇打水溶液會使反應發生什麼變化？
- (A) 反應仍保持原來的平衡狀態
 - (B) 反應向右移動，溶液由橙色變黃色
 - (C) 反應向左移動，溶液由橙色變黃色
 - (D) 反應向右移動，溶液由黃色變橙色
- (B) 8. 在 $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ 之平衡反應中，發生下列何種狀況可使其平衡向右移動？
- (A) 加入 1.0 mL HCl 溶液
 - (B) 加入 1.0 mL NaOH 溶液
 - (C) 加入 1.0 mL H_2SO_4 溶液
 - (D) 加入 1.0 mL 乙醇溶液
- (B) 9. 在 $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Br}^- + \text{HBrO}$ 之平衡反應中，發生下列何種狀況可改變平衡，使反應向左移動？
- (A) 加 1.0 mL 小蘇打水溶液
 - (B) 加 1.0 mL 醋酸溶液
 - (C) 加 1.0 mL 糖水溶液
 - (D) 加 1.0 mL 食鹽水
- (A) 10. 當反應達到化學平衡時，下列何者一定正確？
- (A) 正反應速率等於逆反應速率
 - (B) 正、逆反應完全停止
 - (C) 反應物的質量等於生成物的質量
 - (D) 反應物的濃度等於生成物的濃度

第4章 素養題組

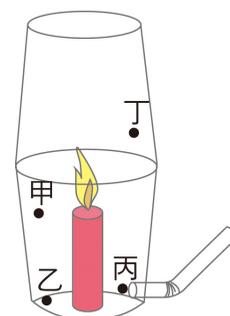


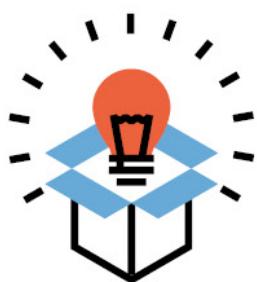
段老師在一透明塑膠杯靠近底部的側面剪一個十字形的裂縫，並插入一支可彎式的吸管，再以圖釘刺穿塑膠杯的底部，使蠟燭可以固定在底部如下圖(一)所示。他拿了四種不同的白色粉狀物質分別放入塑膠杯中，再將蠟燭引燃後，取另一個同款式的塑膠杯用剪刀去除杯子的底部再將兩杯式杯口重疊如圖(二)所示，一段時間後嘴巴含住吸管猛力一吹，讓白色粉狀物質揚起觀察現象，試回答下列問題：



粉狀物	顏色	質量	顆粒大小
高筋麵粉	白色	5.0g	細
中筋麵粉	白色	5.0g	較細
粉筆灰	白色	5.0g	較粗
太白粉	白色	5.0g	非常細

- (D) 1. 段老師將四種物質放在塑膠杯中後，以嘴巴用力吹氣使杯內的粉狀物質可以揚起，依照反應速率來討論，下列哪一種物質最容易被燭火點燃產生劇烈火焰？
 (A)高筋麵粉 (B)中筋麵粉
 (C)粉筆灰 (D)太白粉
- (A) 2. 承上題，此實驗得到的現象可以說明何種特性會影響反應速率？
 (A)顆粒大小 (B)催化劑
 (C)吹出的力道 (D)物質質量多寡
- (C) 3. 若嘴巴吹出的氣體都是固定的，四種物質置於杯中的何處時，經過嘴巴吹氣後最容易揚起最多的粉狀物質？
 (A)甲 (B)乙
 (C)丙 (D)丁





第五章

有機化合物





5-1 認識有機化合物

重點整理

1. 分辨有機物與無機物

(1) 有機物早期的認定：

- ① 來源是從動、植物體（生物體）取得的化合物稱為有機化合物，簡稱有機物。
- ② 有機物無法被人工合成，只能由具有生命力的細胞來製造產生。

(2) 無機物早期的認定：

- ① 自礦物、岩石等無生命物體中的化合物稱為無機化合物，簡稱無機物。
- ② 無機物無法轉變成為有機物。

(3) 有機物的新發現：德國化學家烏勒意外的在實驗室中以無機物合成出有機物—尿素。

(4) 有機物和無機物的差異性：原子種類或分子構造有所不同，因此有機物、無機物具有不同的物理和化學性質。

(5) 實驗驗證有機物與無機物

物質種類		糖粉	麵粉	食鹽	小蘇打粉
實驗前	是否為有機物	是	是	否	否
預測	加熱後的外觀狀態	變黑	變黑	顏色不變	顏色不變
加熱後	是否有氣味產生	<u>有</u>	<u>有</u>	<u>無</u>	<u>無</u>
結果	加熱後的外觀狀態	<u>變黑</u>	<u>變黑</u>	<u>顏色不變</u>	<u>顏色不變</u>

延伸閱讀

竹筷乾餾：

產物狀態	產物名稱		備註
氣體	可燃	氫氣、甲烷、一氧化碳	1. 木材乾餾為化學變化。 2. 乾餾後的木材仍可用於燃燒。 3. 最初冒出的白煙主要為水蒸氣，無法燃燒。 4. 實驗結果竹筷中含有：C、H、O。
	不可燃	二氧化碳	
液體	黑色、黏度大的焦油		
	使藍色石蕊試紙變紅的醋酸		
固體	黑色的木炭		

未乾餾的木材燃燒產物為 CO_2 和 H_2O ，乾餾後的木材燃燒只產生 CO_2 。

2. 分辨有機物與無機物

- (1) 現今有機物的定義：有機物為含碳化合物，其分子中必含有 碳 原子。
- (2) 有機化合物除一定含有碳外，大部分還含有 氫 和 氧。
- (3) 有些化合物雖然含碳，但不是有機化合物，包括：
- ① 碳的氧化物，例如 CO、CO₂。
 - ② 碳酸鹽類，例如 CaCO₃、Na₂CO₃、NaHCO₃。
- (4) 有機化合物必含 碳，但含碳物質 不一定 是有機化合物。



智慧演練

- (A) 1. (甲)Na₂CO₃；(乙)C₂H₅OH；(丙)CH₄；(丁)CH₃COONa；(戊)CO₂。上述含碳化合物中，哪些屬於有機化合物？
(A)乙丙丁 (B)甲乙丁 (C)乙丁戊 (D)僅乙丙
- (D) 2. 下列各種化合物中，何者屬於有機化合物？
(A)碳酸氫鈉 (B)二氧化碳 (C)水 (D)酒精
- (A) 3. 下列各種物質中，何者不是有機物？
(A)鹽酸 (B)食醋 (C)麵粉 (D)葡萄糖
- (D) 4. 下列各種物質中，何者是有機物？
(A)食鹽 (B)石灰石 (C)乾冰 (D)方糖
- (C) 5. 下列各種物質中，哪一個是有機化合物？
(A)雙氧水 (B)氯化鈉 (C)麥芽糖 (D)二氧化碳
- (C) 6. 以鋁箔盤盛裝麵粉，置於陶瓷纖維網上以酒精燈加熱，裝置如右圖所示，加熱一段時間後麵粉外觀會變成何種顏色？
(A)紅色 (B)黃色 (C)黑色 (D)白色
- (C) 7. 關於有機化合物的敘述，下列何者正確？
(A)含碳之化合物皆為有機化合物 (B)有機化合物皆由生命體合成
(C)有機化合物的種類比無機化合物多 (D)無機化合物中必不含有碳元素
- (B) 8. 下列何者為含碳的無機化合物？
(A)CaO (B)CaCO₃ (C)CH₃COOH (D)CoCl₂
- (C) 9. 德國化學家烏勒在實驗室合成的第一種有機物為下列何者？
(A)碳酸鈣 CaCO₃ (B)甲烷 CH₄
(C)尿素 (NH₂)₂CO (D)醋酸 CH₃COOH
- (C) 10. 段老師用三個蒸發皿分別裝 10 公克的砂糖、麵粉、精鹽，以酒精燈加熱，何者不會呈焦黑狀？
(A)砂糖 (B)麵粉 (C)精鹽 (D)砂糖、麵粉、精鹽





5-2 常見的有機化合物

重點整理

1. 有機化合物的性質

- (1) C 是構成有機化合物骨架的中心元素。
- (2) 有機化合物除一定含有碳外，也可能含有 H、O、N、F、Cl。
- (3) 有機化合物的性質與原子的 種類、數目 及 排列 方式有關。
- (4) 排列的方式不同，而形成不同的物質。例如：

物質	甲醚	乙醇
分子式	C_2H_6O	C_2H_6O
結構		
化學式	CH_3OCH_3	C_2H_5OH
性質	無色 <u>氣</u> 體、可燃、沸點 $-24.9^\circ C$ 、略溶於水	無色 <u>液</u> 體、可燃、沸點 $78^\circ C$ 、易溶於水

2. 烷類

- (1) 凡只含有碳和氫兩種元素的化合物稱為 碳氫 化合物，簡稱 烴 類。
- (2) 有機化合物中，含碳原子數目為 1~10 時，分別以甲~癸命名。碳原子數目超過 10 個時，直接以數字表示，如十一烷。
- (3) 碳數不同的烷類

含碳數	常溫常壓下	例如
1~4	<u>氣</u> 態	甲烷 (CH_4)、乙烷 (C_2H_6)、丙烷 (C_3H_8)
5~17	<u>液</u> 態	己烷 (C_6H_{14})、辛烷 (C_8H_{18})
18 個以上	<u>固</u> 態	正二十烷 ($C_{20}H_{42}$)

- (4) 烴類都 難 溶於水且 易 燃的物質，燃燒生成二氧化碳和水。

(5) 化石燃料

- ① 烴類的主要來源是石油和天然氣等化石燃料。
- ② 形成：古代生物死亡，遺骸經泥沙沉積掩埋，受到地底 高 溫、高 壓作用，經數億年緩慢的 化學 反應分解而形成。

③種類：

物質	化學式	常溫時狀態	輸送方式	性質	生活應用
甲烷	CH ₄	<u>氣</u> 態	管線	無色、無臭、無毒	天然氣
丙烷、 丁烷	C ₃ H ₈ 、 C ₄ H ₁₀	<u>氣</u> 態	加壓 <u>液化</u> 後儲存在鋼瓶	無色、無臭、無毒	液化石油氣

3. 醇類

- (1) 組成：含碳、氫、氧原子。
- (2) 烷類中的 1 個 H 被「-OH」原子團取代時，即成為醇類，至少有1個 C。
- (3) 醇類溶於水是中性，不會解離，不是電解質，所以不會導電。
- (4) 種類：

物質	甲醇	乙醇
化學式	<u>CH₃OH</u>	<u>C₂H₅OH</u>
俗稱	木精	酒精
外觀	無色液體	無色液體
特性	1. 工業酒精中若加入甲醇，則稱為 <u>變性</u> 酒精，具有毒性。通常染成 <u>紅</u> 色方便辨別。 2. 誤飲含有甲醇的酒，可能導致失明或喪命。	1. 酵母菌可以把葡萄糖發酵分解成乙醇，並產生 <u>CO₂</u> 。 2. 有殺菌、防腐等功用， <u>75</u> %酒精水溶液殺菌效果最佳。
用途	實驗室燃料	乾洗手劑、消毒用酒精

4. 有機酸類

- (1) 組成：由碳、氫、氧原子
- (2) 烷類中的 1 個 H 被「-COOH」原子團取代時，則稱為有機酸類。
- (3) 檸檬、梅子等水果嚐起來有酸味，是因為果肉中含豐富的有機酸物質。
- (4) 有機酸類溶於水中會產生H⁺，所以呈酸性，易溶於水，因為會解離，故可以導電。
- (5) 種類：

物質	甲酸	乙酸
化學式	<u>HCOOH</u>	<u>CH₃COOH</u>
俗稱	<u>蟻酸</u>	<u>醋酸</u>
外觀	無色液體	無色液體
特性	1. 具刺激臭味、易溶水，會腐蝕皮膚的液體。 2. 蜜蜂或螞蟻能分泌甲酸，人體若遭叮螫，將引起局部紅腫、麻癢等症狀。	1. 聞起來有刺鼻味，食用有酸味 2. 食用醋的主要成分。
用途	橡膠、醫藥、染料、皮革種類工業	調味使用或合成香料、染料、藥品及纖維

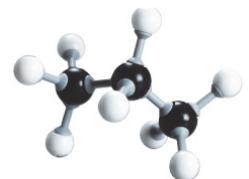
5. 酯類

- (1) 當有機酸 (R_1-COOH) 和醇類 (R_2-OH) 在濃硫酸催化下，可以產生有特殊香味的 酯類 和水。此類反應，稱為 酯化 反應。
- (2) 反應式： A 酸 + B 醇 $\xrightleftharpoons{\text{濃硫酸}}$ A 酸 B 酯 + 水
 例如： $CH_3COOH + C_2H_5OH \xrightleftharpoons{\text{濃硫酸}} CH_3COOC_2H_5 + H_2O$
 (乙酸) (乙醇) (乙酸乙酯) (水)
- (3) 酯化速率很慢，且為 可逆 反應，故通常加入濃硫酸作為 催化劑。
- (4) 濃硫酸具有脫水性可使反應加速向右。
- (5) 酯的性質：
 ① 不易 溶於水，且密度比水 小。
 ② 加入水後酯類會 上浮。而與水溶性的酸或醇分開，形成 上 層是酯類，下 層是酸或醇的水溶液。
- (6) 三酸甘油酯：
 ① 俗稱油酯。
 ② 由脂肪酸與丙三醇（甘油）經 酯化 反應生成。
 ③ 固體（動物性）油脂：常溫下多為 固 態，例如：豬油、牛油。
 ④ 植物性油脂：常溫下為 液 態。例如：花生油、葵花油。
 ⑤ 可提供身體 能量，而且還可以儲存，以備身體在熱量不足時使用。



智慧演練

- (B) 1. 有機物若只含有下列何種原子時，即稱為烴類？
 (A) 僅碳原子 (B) 僅碳原子和氫原子
 (C) 僅含氧原子與氫原子 (D) 僅含氫原子
- (C) 2. 有關烴類的敘述，下列何者錯誤？
 (A) 常溫常壓下，烴類的碳數愈多，愈可能是固態，例如：萘
 (B) 含碳數少的烴類常用來作為燃料
 (C) 烴類易溶於水
 (D) 甲烷、丙烷屬於氣態的烴
- (D) 3. 烴類有固態、液態與氣態三種類型，下列哪一種烴是液態的？
 (A) 甲烷 (B) 乙烷 (C) 丙烷 (D) 己烷
- (C) 4. 右圖為碳氫化合物之模型，下列相關敘述何者錯誤？
 (A) 其分子式為 C_3H_8 (B) 是液化石油氣的主要成分
 (C) 常溫常壓下為液態 (D) 燃燒後之產物為 CO_2 和 H_2O



(A) 5. 有關天然氣和液化石油氣的敘述，下列何者錯誤？

- (A)天然氣和液化石油氣都是純物質
 (B)天然氣的主要成分是 CH_4 ，靠管線運輸
 (C)液化石油氣的主要成分是 C_3H_8 ，一般以桶裝供應使用
 (D)天然氣常溫常壓是氣體，液化石油氣常溫常壓也是氣體

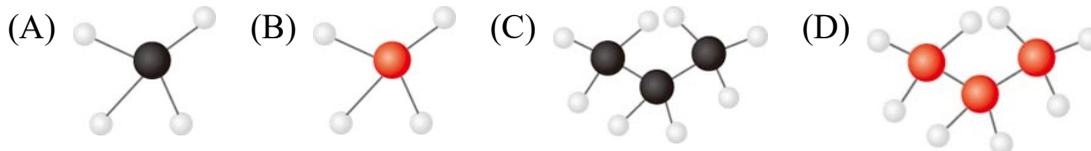
(A) 6. 有機化合物中只含有碳、氫兩種元素，通式為 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，其中 n 代表數目者，稱為烷類，可分為鏈狀及環狀兩種，自然界中會同時存在氣態 ($\text{C}_1\sim\text{C}_4$)、液態 ($\text{C}_5\sim\text{C}_{17}$)、固態 (C_{18} 以上)，不易溶於水中，在空氣中易燃燒，並會放出大量熱量。試問：下列各種物質中，何者不是碳氫化合物？

- (A)丁烷 (B)油脂 (C)乙醇 (D)葡萄糖

(A) 7. 有關醋酸的敘述，下列何者錯誤？ 〈7. 學名為乙酸。〉

- (A)醋酸的學名為蟻酸
 (B)醋酸的化學式是 CH_3COOH
 (C)許多水果因富含有機酸，所以嚐起來有酸味
 (D)可由酒精和醋酸菌作用而製成

(A) 8. 若●為碳原子，○為氫原子，●為氧原子；則下列何者為甲烷的分子模型？



(A) 9. 酯化反應速率很慢，通常需加入何種物質作為催化劑？

- (A) H_2SO_4 (B) MnO_2 (C) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (D) CH_3COOH

(C) 10. 市售水果糖中，常添加蘋果、草莓、香蕉等各種水果味道的人工香料，這些香料是屬於下列哪一種化合物？

- (A)醇類 (B)有機酸 (C)酯類 (D)烴類

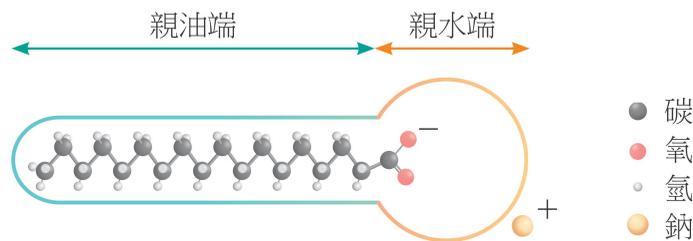


5-3 肥皂與合成清潔劑

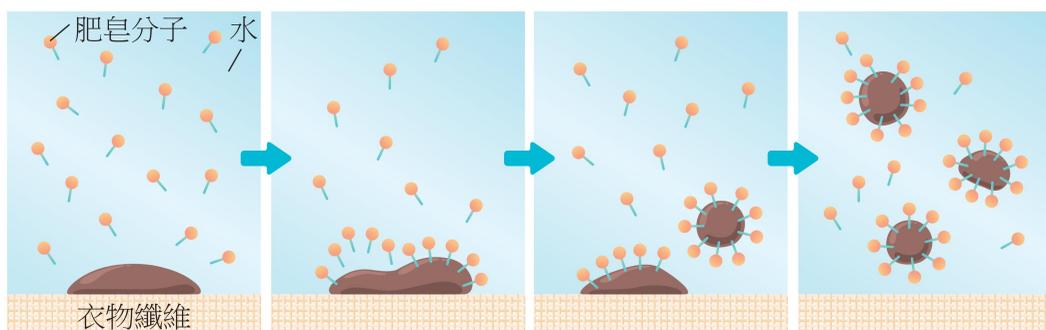
重點整理

1. 肥皂

- (1) 早期：草木燃燒後的灰燼可以洗去油脂，而油脂和草木灰共煮可製造出肥皂。
- (2) 凡由油脂和鹼性物質共煮，所得具有清潔能力的物質通稱肥皂。
- (3) 製造：
 - ① 皂化：油脂 + 鹼性物質 → 肥皂（脂肪酸鈉） + 甘油（丙三醇）
 - ② 鹽析：皂化後，加入飽和食鹽水，因肥皂不溶於食鹽水所以會浮在上層，且密度小於食鹽水，而浮在液面與甘油分離。
- (4) 肥皂溶於水呈鹼性，可以讓紅色石蕊試紙變成藍色。
- (5) 試管中滴入油和水，兩者之間有明顯界線，加入肥皂後溶液會變混濁。
- (6) 肥皂構造：
 - ① 親油端：長鏈狀碳氫部分可吸附油污。
 - ② 親水端：帶負電的原子團，可隨著水流牽引油污脫離衣物表面，達到清潔效果。



(7) 肥皂去汙示意圖：



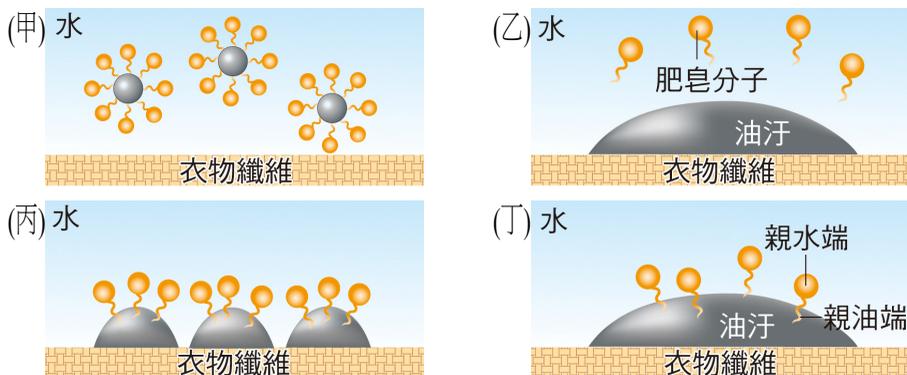
2. 合成清潔劑

- (1) 製造：是由石油提煉出來或人工合成的有機化合物。例如：洗衣粉、洗碗精、洗髮精。
- (2) 去汙原理：透過親油端和親水端的作用將油污脫離衣物的表面，達到清潔效果。
- (3) 特性：泡沫不易被微生物分解，但可能降低水中溶氧量而汙染環境。



智慧演練

- (B) 1. 製造肥皂時，為使椰子油和強鹼反應均勻常會加入下列何種物質？
 (A)飽和食鹽水 (B)乙醇 (C)水 (D)乙酸
- (B) 2. 下圖為肥皂的去汙作用，下列哪一項排列順序與實際作用過程相符？

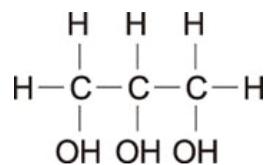


- (A)甲乙丙丁 (B)乙丁丙甲 (C)甲丁乙丙 (D)乙丁甲丙
- (D) 3. 有關製作肥皂的實驗步驟細述如下：
- (甲)油脂和氫氧化鈉均是反應物；
 - (乙)產物的肥皂和甘油（丙三醇）均是有機化合物，而肥皂也是聚合物；
 - (丙)鹽析過程是利用溶解度不同之原理使肥皂和甘油分離；
 - (丁)甘油不溶於水，加入水中時甘油會沉入水面下；
 - (戊)肥皂學名脂肪酸鈉，溶於水後長鏈部分為親油端，而長鏈末端為帶負電的親水端；
 - (己)肥皂的去汙是親油端和親水端共同作用的結果。

上述各項正確的有哪些？

- (A)甲乙丙 (B)丙丁戊 (C)乙丙丁 (D)甲丙戊己
- (A) 4. 肥皂製程中的皂化反應式可表示為：

「油脂 + 氫氧化鈉水溶液 → 肥皂 + 甘油」。
 已知肥皂的學名為脂肪酸鈉，甘油的結構如右圖所示。有關此反應及物質的敘述何者錯誤？



〈 4. (A)呈中性。〉

- (A)甘油的水溶液呈鹼性
 - (B)肥皂的水溶液呈鹼性
 - (C)反應利用飽和食鹽水可將產物分離
 - (D)甘油的化學式中包含三個碳原子
- (C) 5. 在試管中加入 5 mL 水及數滴沙拉油之後，加入肥皂於試管中，塞上橡皮塞，搖動試管後，不會發生下列哪一種現象？
- (A)油水之間的界線不見了
 - (B)試管中的液體變成白色混濁狀
 - (C)產生白色的沉澱
 - (D)用石蕊試紙測試，水溶液呈鹼性

- (A) 6. 大多數的合成清潔劑是以下列何者為原料製作出來的？
(A)石油 (B)甲烷
(C)無患子 (D)鹽岩
- (A) 7. 有關肥皂與合成清潔劑的敘述，下列何者不正確？
(A)肥皂與合成清潔劑的去汙原理不同
(B)肥皂在硬水中，去汙能力大受影響
(C)合成清潔劑在硬水中，去汙能力不會受影響
(D)合成清潔劑排放至河水中，可能會造成河水含氧量減少
- (D) 8. 李其想要製作肥皂，若取下列哪一種材料與氫氧化鈉共煮才會成功？
(A) 95 無鉛汽油 (B)去漬油
(C)去光水 (D)椰子油
- (D) 9. 承上題，製作出來的產物應為下列何者？
(A)甘油、氫氧化鈉 (B)酒精、氫氧化鈉
(C)酒精、脂肪酸鈉 (D)丙三醇、脂肪酸鈉
- (C) 10. 下列有關清潔劑的敘述，何者錯誤？
(A)清潔劑去汙原理與肥皂都相同
(B)油脂與鹼溶液共煮形成脂肪酸鈉與甘油的過程稱為皂化
(C)肥皂具有親油性端與親水性端，合成清潔劑只有親油性端
(D)肥皂的去汙作用是靠親油性端吸附油脂後，再由親水性端帶入水中



5-4 有機聚合物與衣料纖維



重點整理

1. 有機聚合物

(1) 組成分子的 原子 總數在數千到數十萬以上者，稱為有機聚合物。

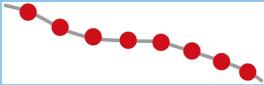
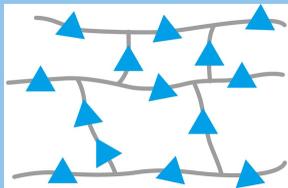
(2) 種類：天然聚合物和合成聚合物。

① 天然聚合物：生物體經 代謝 合成的有機聚合物，例如：蛋白質、澱粉、纖維素 等。

- 蛋白質：由碳、氫、氧、氮、硫 等原子組成，是構成生物體組織的主要成分，如人體的皮膚、肌肉、頭髮和指甲等。
- 澱粉：由碳、氫、氧 等原子組成的 醣 類分子。澱粉經攝食進入人體後，經酵素催化分解成 葡萄糖，被細胞吸收利用。
- 纖維素：由碳、氫、氧 等原子組成的 醣 類分子。人體的腸胃無法消化纖維素，但食用富含纖維素的食物，可促進腸壁 蠕動，以幫助排便。

② 合成聚合物：小分子的 石油 產物為原料，經由人工合成製得的有機聚合物。

- 小分子的 連接 方式不同，又可分成鏈狀聚合物和網狀聚合物。
- 鏈狀與網狀聚合物的比較

分類	鏈狀聚合物	網狀聚合物
連接特性	構成聚合物的小分子連接成很長的鏈狀	構成聚合物的小分子連接成網狀
遇熱後情形	會熔化，有可塑性	不會熔化，沒有可塑性
俗稱	<u>熱塑性</u> 聚合物	<u>熱固性</u> 聚合物
特性	<u>可</u> 回收	<u>不可</u> 回收
實例	寶特瓶、尼龍、塑膠袋 (PE)、微波餐盒 (PVC)。	輪胎、酚醛樹脂、合成橡膠
示意圖		

2. 衣料纖維

(1) 依來源分為：

衣料纖維	纖維種類	纖維組成、特性、優缺點	燃燒法檢驗
天然纖維	植物纖維	① 由 <u>纖維素</u> 組成。如麻紗、棉紗等。 ② 易吸水、透氣性佳，但容易產生皺摺。	燃燒時放出如同燒 <u>紙張</u> 的氣味。
	動物纖維	① 由 <u>蛋白質</u> 組成。如動物毛髮、皮、毛、蠶絲等。 ② 蠶絲織品柔軟、不易皺、有美麗光澤。 ③ 羊毛織品保暖性佳，容易染色。	燃燒時放出如同燒 <u>毛髮</u> 的臭味。且末端生成黑褐色 <u>球狀</u> 物，用手觸碰容易碎裂。
人造纖維	再生纖維	① 將 <u>植物</u> 纖維用化學藥品溶解後再抽成絲狀製成。 ② 具有蠶絲般的光澤，又稱 <u>人造絲</u> 。 ③ 吸水性佳、易染色及洗滌。不易傳熱，不耐拉扯。 ④ 例如： <u>嫪縈</u> 。	燃燒時放出如同燒紙張的氣味。
	合成纖維	① 以 <u>石油</u> 為原料。 ② 質地輕、不易皺。 ③ 例如：壓克力纖維、聚酯纖維、尼龍。	燃燒後末端會形成堅硬球狀。

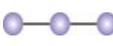
(2) 布料以燃燒法判別：

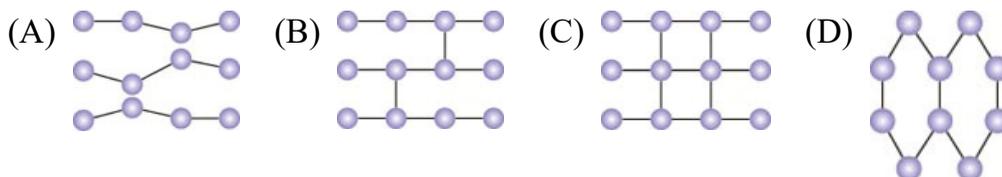
- ① 有羽毛燃燒臭味的是動物纖維。
- ② 有燒紙味的是植物纖維。
- ③ 燃燒後末端形成堅硬球狀的是合成纖維。



智慧演練

- (A) 1. 聚乙烯 (PE) 材質的保鮮膜與聚氯乙烯 (PVC) 材質的雨衣，都含有下列哪一種元素？
(A) 碳 (B) 硫 (C) 氧 (D) 氮
- (B) 2. 簡單的小分子經聚合形成巨大的分子，這類巨大的分子稱為聚合物。若一聚合物在高溫時不易熔化變形，也不能回收利用，則下列何者較符合此聚合物的結構與特性？
(A) 鏈狀 (或線狀) 結構，為熱固性聚合物
(B) 網狀結構，為熱固性聚合物
(C) 鏈狀 (或線狀) 結構，為熱塑性聚合物
(D) 網狀結構，為熱塑性聚合物

- (A) 3. 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) 4. (甲)蛋白質；(乙)蔗糖；(丙)椰子油；(丁)澱粉；(戊)纖維素；(己)乙酸乙酯；(庚)天然橡膠。上述物質中哪些屬於天然聚合物？

- (A)丁戊己庚 (B)戊己庚
(C)甲丁戊庚 (D)甲乙丙己

- (C) 5. 下列哪一組化合物其組成的原子皆達數萬或數十萬以上？

- (A)酒精、蔗糖 (B)葡萄糖、蛋白質
(C)澱粉、蛋白質 (D)合成橡膠、甲烷

- (D) 6. 下列有關聚合物之敘述，何者錯誤？

- (A)熱固性聚合物不適合回收再利用
(B)聚合物依其來源，可分為天然聚合物與合成聚合物二大類
(C)一般聚合物原子總數量約為數千至數十萬
(D)寶特瓶是一種天然聚合物可以回收重覆使用

- (B) 7. 下列關於聚合物的敘述，何者錯誤？

- (A)尼龍是被廣泛使用的合成纖維
(B)保鮮膜的成分為聚乙烯 (PE)，加熱後熔化，冷卻後變硬成型，是一種熱固性聚合物
(C)聚氯乙烯 (PVC) 加熱超過 60 °C，可能會釋放出致癌物質戴奧辛，在國際上已日漸限用
(D)酚醛樹脂是製作電路板的原料之一

- (C) 8. 下列何者是以石油為原料，經人工方法合成的纖維？

- (A)羊毛 (B)嫫縈
(C)尼龍 (D)人造絲

- (C) 9. 下列有關衣料纖維的敘述，何者正確？

- (A)燃燒植物纖維時，會發出如燃燒羽毛時所產生的氣味
(B)燃燒動物纖維時，會發出如燃燒紙張時所產生的氣味
(C)燃燒合成纖維時，纖維末端會形成球狀
(D)燃燒人造絲時，會發出特殊的水果香味

《9. (A)動物纖維；(B)植物纖維；(D)會發出如燃燒紙張時所產生的氣味。》

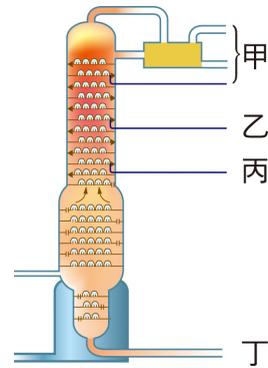
- (B) 10. 下列何者是構成天然纖維素的單體？

- (A)胺基酸 (B)葡萄糖
(C)脂肪酸 (D)麥芽糖

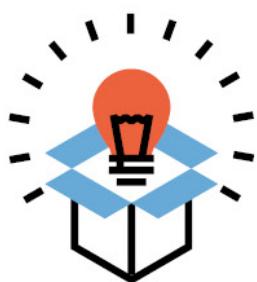
第 5 章 | 素養題組



石油是由烴類化合物組成的混合物，右圖是精煉石油的分餾塔簡圖，分餾塔上甲~丁的出口都是沸點不同的各種產物。碳數約為 1~4 的餾分由甲出口流出；碳數約為 13~19 的餾分由乙出口流出；碳數約為 18~20 的餾分由丙出口流出；丁出口流出的是含碳數超過 20 以上。試回答下列問題：



- (D) 1. 石油透過分餾塔處理後可以得到的產物，應為下列何者？
 (A)僅氣體 (B)僅液體
 (C)僅液體和氣體 (D)固體、液體、氣體都有
- (B) 2. 承上題，甲、乙、丙、丁四個出口收集的物質，應屬於下列何者？
 (A)有機聚合物 (B)烴類
 (C)醇類 (D)酯類
- (C) 3. 上圖中甲出口的產物，其含碳數為 1~4 個之間，下列何者可能是此出口的產物？
 (A)瀝青 (B)蠟燭
 (C)甲烷 (D)柴油
- (C) 4. 承上題，此物質常溫常壓下其狀態應為下列何者？
 (A)固態 (B)液態
 (C)氣態 (D)固、液、氣三態同時存在



第六章

力與壓力





6-1 力與平衡



重點整理

1. 力的認識

(1) 力的效應

- ① 使物體產生 形變：
 - 受力愈大形變愈大，例如：使物體拉長、彎曲、扭轉。
 - 在彈性限度內，外力和彈簧的 伸長 量成 正 比。
- ② 運動 狀態改變：
 - 靜→動：用力推車，可使原來靜止的車子移動。
 - 動→靜：踩煞車時，車速會變慢。
 - 方向改變：揮棒打球，會改變球運動的速度與方向。

(2) 力的種類：

- ① 接觸力：施力者必須接觸受力的物體，才能產生效應的力。例如：摩擦力、推力、浮力。
- ② 超距力：不須接觸就能發生力的效應。例如：磁力、靜電力、萬有引力。

2. 力的測量

(1) 重量

- ① 定義：物體受到 地球引力 的大小。
- ② 單位：公斤重 (kgw)、公克重 (gw)。
- ③ 方向：方向恆向 下。
- ④ 測量工具：彈簧秤。

(2) 力的表示方式

- ① 要完整的描述一個力時，必須同時指明它的大小、方向、作用點。
- ② 大小：以 線段 來表示，長度愈長表示力量愈大。
- ③ 方向：用 箭頭 來表示。
- ④ 作用點：線段的 起點。

(3) 虎克定律

- ① 測量原理：藉由物體受力後，所產生的 形變 量來測量力的大小。
- ② 虎克定律：彈簧在 彈性限度 內，彈簧所受的外力和伸長量（或壓縮量）成 正比 關係。
 - 伸長量 = 變形後的總長 - 原來長度
 - 彈性限度：彈簧不產生永久形變的最大外力。



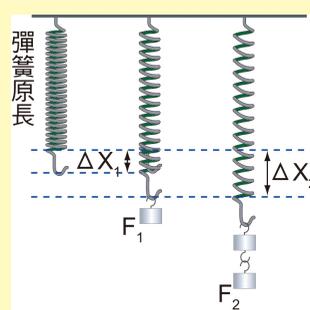
延伸閱讀

虎克定律公式：

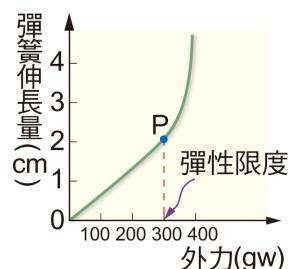
$$\frac{\text{第一次受力} F_1}{\text{第一次伸長量} \Delta x_1} = \frac{\text{第二次受力} F_2}{\text{第二次伸長量} \Delta x_2}$$

F_1 、 F_2 ：彈簧所受的外力

Δx_1 、 Δx_2 ：彈簧受力後的伸長量



- ③ 每次增加砝碼時，應先將砝碼全部取下，觀察彈簧是否恢復到原來的長度；若是恢復原長，則繼續實驗，否則就停止繼續增加砝碼。
- ④ 同一彈簧受力相同時，伸長量就會相同，與所掛的物體種類無關，也與地點無關。
- ⑤ 彈簧若受力過大，外力除去後不能恢復原長，形成永久形變。右圖中，外力大於 300 gw 後，伸長量與外力不再有正比的關係，P 點所對應的外力即為彈簧的彈性限度。



3. 力的平衡

- (1) 物體受兩力作用時，仍保持靜止不動，此物體處於兩力平衡狀態，所受合力 = 0。
- (2) 條件：
 - ① 大小相等。
 - ② 方向相反。
 - ③ 作用在同一直線上。
- (3) 實例：
 - ① 書靜置於水平桌面上，桌面會給予書一個向上支撐的力 (N)，此力的大小和書受到的向下重力 (W) 相等，達兩力平衡。
 - ② 電燈所受向上之電線的拉力和向下的重力成平衡。

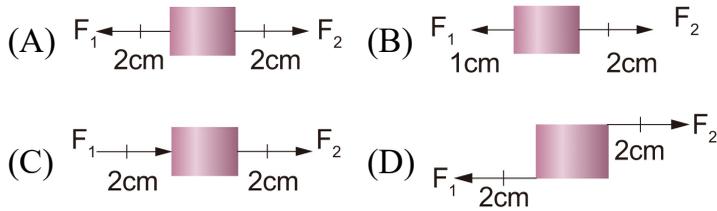


智慧演練

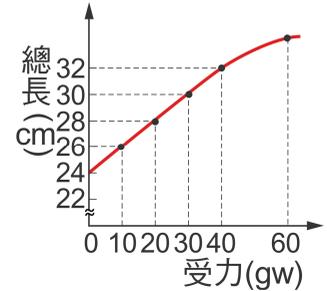
- (A) 1. 有關「力」的敘述，下列何者錯誤？
 - (A)當物體受力的作用時，必產生形變及運動狀態的改變
 - (B)力具有大小及方向性
 - (C)通常我們以一帶有箭頭的線段表示「力」
 - (D)力可分為接觸力及非接觸力
- (C) 2. 下列何者必須由施力者接觸到作用的物體，才能顯現出力的效應？
 - (A)地球引力
 - (B)磁力
 - (C)彈簧的彈力
 - (D)靜電力

(B) 3. 傳統市場上菜販使用的彈簧秤是測量物品的何種物理量？
 (A)質量 (B)重量 (C)密度 (D)體積

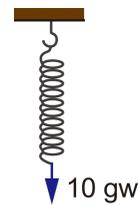
(A) 4. 下列各圖中線段 1 cm 代表施力 100 gw，箭頭表示力的方向，則何者達到兩力平衡？



(A) 5. 右圖表示一條彈簧受力和其總長度的關係，則下列有關此彈簧的敘述何者正確？
 (A)彈簧原長為 24 cm
 (B)彈簧受力 30 gw 時，伸長 30 cm
 (C)彈簧未掛任何物體，長度為 32 cm
 (D)彈簧受力 50 gw 時，伸長 34 cm

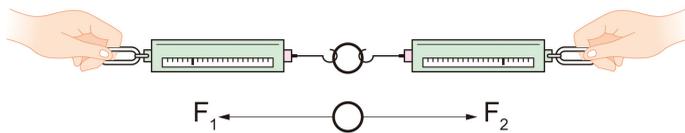


(C) 6. 如右圖，彈簧下端受外力 10 公克重，則天花板上掛鉤對彈簧施力若干公克重？
 (A) 0 (B) 5
 (C) 10 (D) 20



(A) 7. 靜置於書桌上的書本，其受力的力圖可能是下列何者？
 (A) (B) (C) (D)

(C) 8. 如下圖所示，當鐵環保持靜止不動時，若以 F_1 、 F_2 各表示右、左兩邊彈簧秤的讀數，則 F_1 與 F_2 的大小關係為下列何者？

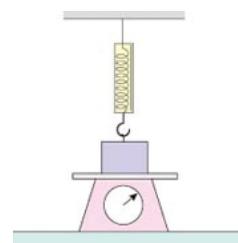


(A) $F_1 > F_2$ (B) $F_1 < F_2$ (C) $F_1 = F_2$ (D) 無法確定

(B) 9. (甲)靜置在桌上的書本；(乙)椰子從樹上落下；(丙)天花板下的吊扇；(丁)用力推火車，火車不動。上述哪些現象合力為零？

(A) 僅丙丁 (B) 甲丙丁 (C) 僅乙丁 (D) 甲乙丁

(B) 10. 一物體置於磅秤的上方，同時掛在一彈簧秤下，如右圖所示，已知磅秤的讀數為 600 公克重，彈簧秤的讀數為 400 公克重，且物體呈靜止不動，則物體的重量為多少公克重？



(A) 1200 (B) 1000 (C) 800 (D) 200

《10. 物重 = 拉力 + 支撐力 = 600 + 400 = 1000 (公克重) 》



6-2 摩擦



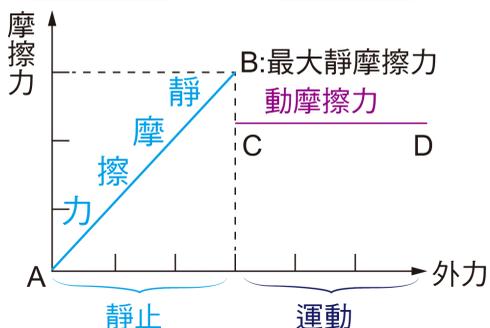
重點整理

1. 摩擦力

- (1) 意義：在兩接觸面之間，阻止 物體運動的作用力。
- (2) 特性：摩擦力的方向，恆與相對運動（或企圖運動）之方向相反。
- (3) 摩擦力的實驗
 - ① 物體被拉動後彈簧秤的讀數也跟著拉力增加而增加。
 - ② 木塊靜止原因，是因為有和拉力相反的摩擦力產生。
 - ③ 彈簧秤拉愈多木塊，則拉力愈大，所以彈簧秤的讀數也愈大。
 - ④ 彈簧秤拉同一木塊，在不同性質的接觸面時，彈簧秤讀數：砂紙>桌面
>玻璃板。

2. 摩擦力的種類與影響因素

- (1) 摩擦力的種類：物體由靜止 到開始運動 前後狀況而分類。



- ① 靜摩擦力：物體受力後仍靜止不動時，如上圖中的 AB。
 - 物體處於兩力平衡，外力與摩擦力大小相等、方向相反、作用在同一直線上。
 - 其大小恰等於所受外力的大小，所以外力愈大，摩擦力愈大。
 - 靜摩擦力只和施力有關。
- ② 最大靜摩擦力
 - 物體移動瞬間，摩擦力達最大值，此時的靜摩擦力稱為最大靜摩擦力。
 - 最大靜摩擦力的大小等於物體恰將運動時所受外力的大小，如上圖的 B 點。
 - 最大靜摩擦力為一定值。
 - 最大靜摩擦力大小與接觸面的性質相關。
 - 最大靜摩擦力和正向作用力成正比。
 - 最大靜摩擦力和接觸面積大小無關。

③ 動摩擦力：

- 物體處於運動狀態時，不論外力多大，摩擦力為一定值。
- 動摩擦力大小決定於接觸面性質和正向作用力。
- 和物體運動的速度快慢無關。
- 動摩擦力略小於最大靜摩擦力。

3. 摩擦力對日常生活的影響

(1) 摩擦力的益處：

- ① 走路、跑步都需利用腳底或鞋底和地面之間的摩擦力。
- ② 車輪需要摩擦力，在雨天的時候才不會打滑，因此有凹凸紋的設計。
- ③ 用筷子夾物體也是利用筷子與物體間向上的摩擦力與物體的重量互相平衡，才能將物體夾住。

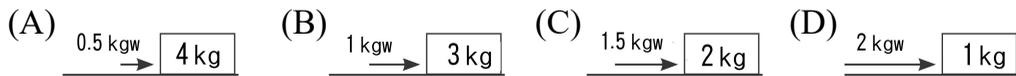
(2) 摩擦力的壞處：

- ① 造成能量消耗或降低機械的工作效率。
- ② 造成物體的磨損，故常加潤滑油，加鋼珠以滾動代替滑動減少摩擦。



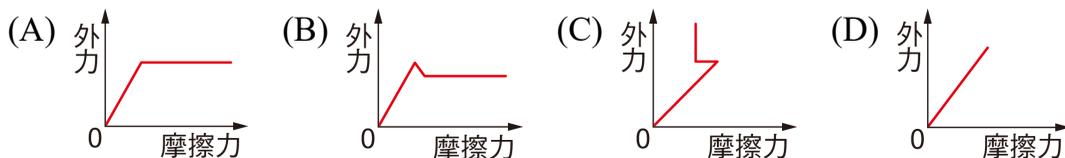
智慧演練

- (D) 1. 如圖所示，所有物體在外力作用下皆呈靜止，則圖中何者所受之靜摩擦力最大？

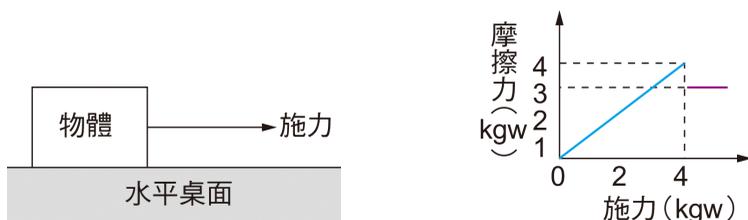


- (B) 2. 一箱子靜置在水平桌面上，今施以 30 gw 的水平推力，箱子仍然靜止不動，則下列有關這箱子受力的敘述何者正確？
- (A)合力為 30 gw
 (B)摩擦力為 30 gw
 (C)最大靜摩擦力等於 30 gw
 (D)動摩擦力為 30 gw
- (D) 3. 有關摩擦力的敘述，下列何者錯誤？
- (A)摩擦力之大小和物體之重量有關
 (B)最大靜摩擦力必定大於動摩擦力
 (C)摩擦力之大小和接觸面的粗糙程度有關
 (D)物體在移動後才會受到摩擦力的作用
- (C) 4. 兩物體接觸面間的最大靜摩擦力與下列何種因素無關？
- (A)作用於接觸面上之力的大小
 (B)接觸面的光滑程度
 (C)接觸面積的大小
 (D)正向力的大小

- (D) 5. 一物體置於一粗糙平面上，今施力拉之，記錄此力由零漸增，直至此物體被拉動瞬間的施力大小，請問下列選項中摩擦力對外力圖是正確的？



- (C) 6. 某一物體受力的情形，如圖(一)，作用於此物體的施力與摩擦力關係圖，如圖(二)，依據此關係圖推論，若施力為 5 公斤重，則物體所受的摩擦力為若干公斤重？



圖(一)

圖(二)

- (A) 1 公斤重 (B) 2 公斤重 (C) 3 公斤重 (D) 4 公斤重
- (D) 7. 如果走路時與地面沒有摩擦力，會發生何種現象？
 (A) 走得更快 (B) 無影響 (C) 行走平穩 (D) 行走困難
- (C) 8. 腳踏車輪在軸和軸承的接觸處，裝設具有滾珠的滾盤，其目的為何？
 (A) 增加摩擦力 (B) 以滑動代替滾動
 (C) 以滾動代替滑動 (D) 裝卸方便
- (D) 9. 段老師用一雙筷子夾一塊豆腐，要餵晏倫的過程中，豆腐靜止不會掉下的原因為何？
 (A) 筷子給予豆腐的靜摩擦力大於豆腐重量
 (B) 筷子給予豆腐的動摩擦力大於豆腐重量
 (C) 筷子給予豆腐的靜摩擦力大於動摩擦力
 (D) 筷子給予豆腐之靜摩擦力等於豆腐重量
- (D) 10. 以實驗探討接觸面的平滑程度對摩擦力的影響。準備皆為 20 cm^3 的木塊、銅塊、鋁塊及 100 公克的砝碼 5 個，在水平桌面上用彈簧秤測量啟動時所需的拉力，下列哪一種實驗方法最恰當？
 (A) 在相同介質上，分別測量木塊、銅塊、鋁塊的剛啟動瞬間的拉力
 (B) 分別在木塊、銅塊、鋁塊上疊加 1~5 個砝碼，測量啟動瞬間的拉力
 (C) 分別將木塊、銅塊、鋁塊平放、側立、直立，測量啟動瞬間的拉力
 (D) 分別在桌面上沾水、鋪砂紙、墊玻璃，測量木塊、銅塊、鋁塊啟動瞬間的拉力



6-3 壓力



重點整理

1. 認識壓力

(1) 壓力：單位面積所受的垂直方向作用力。

(2) 公式：壓力 (P) = $\frac{\text{垂直作用力 } F}{\text{受力面積 } A}$

(3) 單位：公克重/平方公分 (gw/cm²)、
公斤重/平方公尺 (kgw/m²)。

單位換算：1 gw/cm² = 10 kgw/m²。

(4) 壓力的觀察：物體受壓力的大小，可觀察物體表面凹陷的程度，凹陷愈深代表壓力愈大。

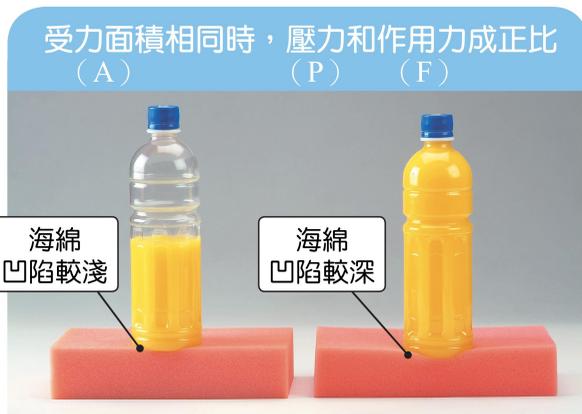
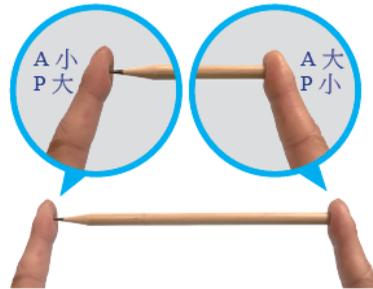
(5) 壓力 P 的單位為 gw/cm²、力 F 為 gw，所以壓力和力為兩種不同的物理量。作用力較大，壓力不一定會較大，還要考慮受力面積。

(6) 受力面積一定時，壓力與所受之力成正比，如圖(一)。

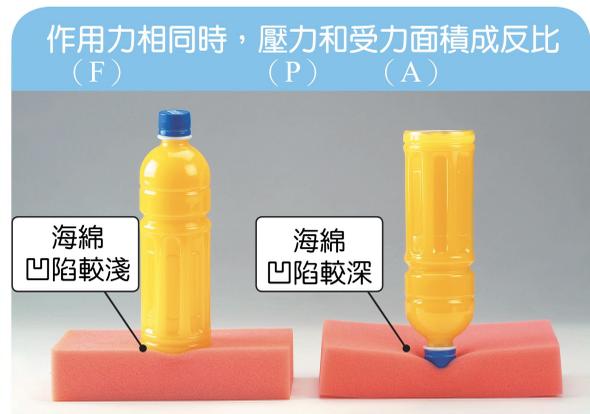
(7) 所受之力一定時，壓力與受力面積成反比，如圖(二)。

(8) 壓力一定時，所受之力與受力面積成正比。

凹陷程度大 表示壓力大
凹陷程度小 表示壓力小



圖(一)



圖(二)

2. 液體壓力

(1) 成因：靜止液體的重量，對與其接觸的物體所產生的壓力。

(2) 方向：

① 物體在液體中所受的壓力來自四面八方，且大小均相等。

② 液體壓力無特定方向。

③ 液體壓力恆與接觸面垂直，造成上壓力、側壓力、下壓力。



延伸閱讀

液體壓力公式：

壓力 $P = \text{液體深度 } h \text{ (cm)} \times \text{液體密度 } D \text{ (gw/cm}^3\text{)}$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{M}{A} = \frac{V \times D}{A} = \frac{A \times h \times D}{A} = h \times D$$

(3) 影響壓力因素：

① 液體深度：

- 距離液面愈深，液體壓力愈 大。
- 同一種液體時，液體壓力只和 深度 有關，和容器形狀、底面積 無關。

② 液體密度：相同液體時，液體壓力和液體密度成 正 比。

3. 連通管原理和帕斯卡原理

(1) 連通管

① 裝置：幾個容器底部 相連 的裝置，稱為連通管。

② 原理：液體靜止時，各容器的液面都會維持在 同一 水平面上，稱為連通管原理。

③ 特性：與管子的形狀、大小和粗細 無關。

④ 應用：

- 自來水供應系統利用連通管原理，水塔建在高處，水壓很大，把水送到用戶家中。
- 沖水馬桶、噴水池、噴泉。
- 建築樓房時，可利用連通管來測定兩面牆壁是否等高。



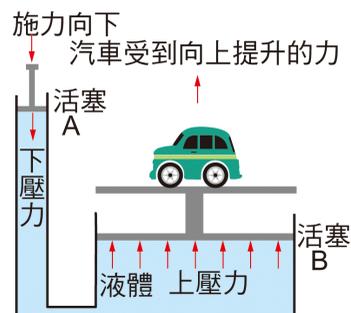
(2) 帕斯卡原理

① 原理：若有外在壓力加在一 封閉 容器內之液體上，則此壓力會以 相同 大小傳到容器和液體的每一處。

② 特性（如右圖）：

- 活塞 A 的下壓力 = 活塞 B 的上壓力，
 $P_A = P_B$ 。
- 它可以施小的力量舉起很重的物體，
具有 省 力但 費 時的特性。

③ 應用：千斤頂、油壓煞車、液壓起重器。



4. 大氣壓力

(1) 來源：空氣 的重量，對其接觸的物體產生壓力。

(2) 方向：性質與液體壓力相同，沒有 特定方向，與接觸面 垂直。

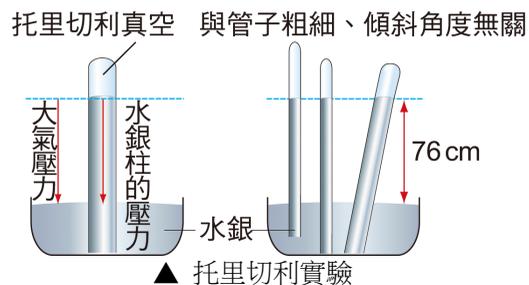
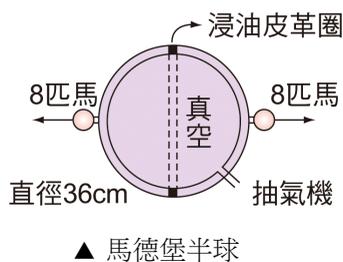
(3) 大氣壓力的測量

① 馬德堡半球實驗：

- 將直徑 36 公分的兩個銅製半球密合，抽成真空後，左右兩邊各用了 8 匹馬才將兩半球拉開。
- 本實驗可證明大氣壓力 很大。

② 托里切利實驗：

- 將一根長約 1 公尺且一端封閉的玻璃管灌滿水銀，倒立於水銀槽中，發現管內的水銀下降至一定高度就不再下降。
- 管內水銀柱即由管外大氣壓力所支撐，大氣壓力 等 於管內水銀柱壓力。
- 管子上方的空間，除了有少許汞蒸氣外，幾近為真空，稱為托里切利真空。
- 大氣壓力不變時，管子的粗細與傾斜角度， 不會 改變管內的水銀柱垂直高度。
- 若改以不同密度的液體做托里切利實驗，管內液體垂直高度會隨著液體密度而改變，例如：以水做實驗，大氣壓力約可撐起 10 公尺的水柱。
- 本實驗可實際測出大氣壓力的 大小。



(4) 大氣壓力的特性：

- ① 大氣壓力會隨高度、地點、時間、氣候改變，如：山上氣壓 < 平地氣壓。
- ② 壓力變小，液體沸點會隨著 下降。例如在高山上，水不到 100°C 就沸騰了。

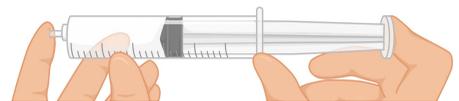


延伸閱讀

- 海拔高度每上升 100 公尺，氣壓下降 8mm-Hg。
- 月球上為真空狀態，所以大氣壓力為 0mm-Hg。
- $1 \text{ atm} = 76 \text{ cm-Hg} = 1033.6 \text{ gw/cm}^2$ 。

5. 定量氣體的壓力與體積間的關係

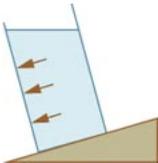
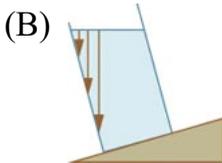
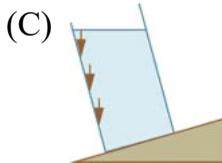
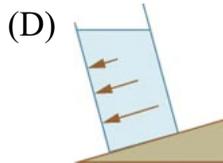
- (1) 固定溫度之下，一定量的氣體在密閉容器內，氣體體積和氣體壓力成 反 比。
- (2) 活塞向內推，體積變 小，內部壓力變 大；放開活塞時，活塞會推動回到原處。
- (3) 活塞向外拉動，體積變 大，壓力變 小；放開活塞時，外界大氣壓力又將活塞推回原處。

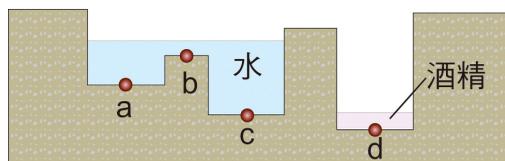
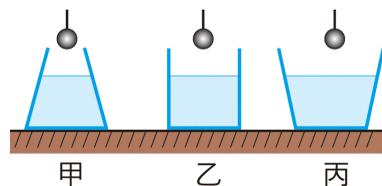


▲ 將針筒活塞向內推動，阻力愈來愈大。

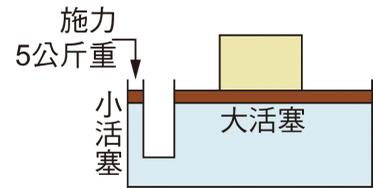


智慧演練

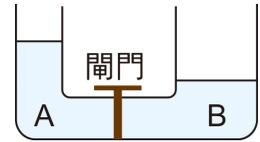
- (C) 1. 有一磚塊的邊長為 $5\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ ，磚塊的重量為 120 gw ，當磚塊放置於桌面時，對桌面造成最小的壓力為多少 gw/cm^2 ？
 (A) 10 (B) 8 (C) 6 (D) 1
- (B) 2. 電影中女主角不小心兩腳踏入流沙中，當她用力將左腳拔出流沙時，右腳卻陷得愈深，其原因應為下列何者？
 (A) 接觸面積變小，壓力減小 (B) 接觸面積變小，壓力增加
 (C) 重量減少，壓力減小 (D) 重量增加，壓力增加
- (C) 3. 女子防身術教練指出，單身女性夜晚外出時可隨身攜帶非伸縮型的原子筆，若遇到不懷好意的歹徒時可以用筆尖做為防身之用。關於上述說法，下列敘述何者正確？
 (A) 原子筆可記錄下歹徒形貌，其實帶鉛筆會更好
 (B) 原子筆比較便宜又順手好施力，可以產生較大作用力
 (C) 原子筆的筆尖可產生較大的壓力，傷害性大
 (D) 原子筆可以隨地做記號提醒警方前來搭救
- (A) 4. 若物體所受的正向力為 F ，受力面積為 A ，所受的壓力為 P ，則三者的關係為下列何者？
 (A) $P = \frac{F}{A}$ (B) $P = \frac{A}{F}$ (C) $F = \frac{P}{A}$ (D) $P = F \times A$
- (A) 5. 右圖中 A、B、C 三容器的底面積相同，容器中水的高度也相同。將三個相同材質、體積的木塊，丟入三個容器中，哪一個容器底部所受的液體壓力最大？
 (A) 甲容器 (B) 乙容器
 (C) 丙容器 (D) 一樣大
- (D) 6. 段老師用一長方體容器裝水放置在傾斜的楔形木塊上，則下列圖中其壁上各點壓力何者正確？（箭頭代表壓力方向，長短代表壓力大小）
- (A)  (B)  (C)  (D) 
- (C) 7. 一容器裝水如右圖所示，已知 $D_{\text{水}} > D_{\text{酒精}}$ ，液面下深度： $c > a > b > d$ 。試問容器器壁所受水壓力以何點為最大？
 (A) a (B) b
 (C) c (D) d



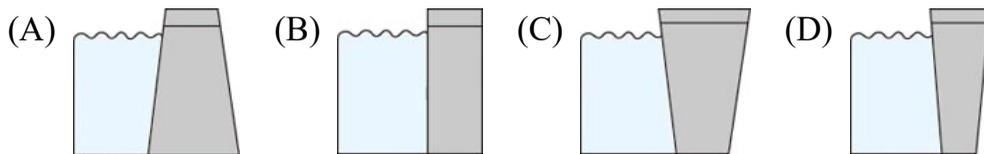
- (C) 8. 右圖為盛裝液體的容器，若左、右兩邊活塞半徑的比為 1 : 10，試問在小活塞上施予 5 公斤重的力，當壓力傳到大活塞時，大活塞最多可舉起多少公斤重的物體？



- (A) 9. 右圖中，A、B 容器中有不同高度的水，若將閘門打開，則下列相關敘述何者錯誤？



- (A) 因 A 容器水面較高，所以受到的大氣壓力較大，水會由 A 容器往 B 容器流動
 (B) 水由 A 容器往 B 容器流動至水面等高為止，這現象即是連通管原理
 (C) 自來水廠供水系統即為此原理的應用
 (D) 若將 B 容器的管徑縮小，最後 A、B 容器的水面仍然會等高
- (A) 10. 三峽大壩在 2020 年發生長江洪患，各界由入庫及洩洪水量來看，三峽大壩的入流量約在每秒 2 萬噸至 3 萬噸之間，而過去較高的時候也大概是 4 萬噸每秒左右，相較於其設計最大溢洪量為每秒 11.6 萬噸來說，是低於其數值的，也就是三峽大壩是安全的。三峽大壩的結構剖面圖，應該為下列何者才能最安全？





6-4 浮力



重點整理

1. 浮力的意義

- (1) 物體在液體中的重量會減輕，是因為液體給物體一個向上的作用力，稱為浮力。
- (2) 物體沒入相同液體中的體積愈多，則物體所受的浮力就愈大。
- (3) 浮力的大小與物體沒入液體中的體積和液體的密度大小有關。
- (4) 固定沒入液體中的體積時，物體在密度愈大的液體中，所受的浮力愈大。
- (5) 物體在液體中，所受的浮力 = 排開的液體重量。
- (6) 阿基米德原理：物體在液體中所受的浮力 = 物體在液體中減輕的重量 = 物體所排開的液體重量。
- (7) 浮力的單位：kgw、gw

2. 浮力的測量

- (1) 先用密度來分辨物體是沉體還是浮體。
- (2) 沉體：放入液體中會沉於底部的物體，物體密度 > 液體密度。
 - ① 物體受力情況：物重 (W) = 浮力 (B) + 底部的支撐力 (N)，浮力 < 物重。
 - ② 浮力計算： $B = V_{\text{排開}} \times D_{\text{液}} = W - N$ 。
 - 相同體積時：比液體密度，密度愈大則浮力愈大。
 - 相同液體時：比物體體積，體積愈大則浮力愈大。
- (3) 浮體：(W_{液體} = 0)
 - ① 放入液體中會浮於液體表面，物體密度 < 液體密度。
 - ② 或是在液體中間漂浮的物體，物體密度 = 液體密度。
 - ③ 物體受力情況：浮力 = 物重。
 - ④ 浮力計算： $B = \text{物體在空氣中的重量} - \text{物體在液體中的重量} = W_{\text{空中}} - W_{\text{液體}} = V_{\text{排開}} \times D_{\text{液}} = W(\text{物重})$ ，物體愈重則浮力愈大。
- (4) 物體在液體中的沉浮關係

狀態	沉於杯底	液面下任何位置	浮在液面上
示意圖			
密度大小	物體 <u>></u> 液體	物體 <u>=</u> 液體	物體 <u><</u> 液體
力的大小	物重 <u>></u> 浮力	物重 <u>=</u> 浮力	物重 <u>=</u> 浮力

3. 物體在液體與空氣中受到的浮力作用

- (1) 航行的船隻駛於不同液體的海域中都屬於浮體，所受的浮力等於船隻的重量。
 (2) 船隻航行於不同密度的水面上時（已知海水密度 > 淡水密度）：

狀態	由海水駛向淡水	由淡水駛向海水
浮力大小	不變	不變
水面下體積	變大	變小
排開水的體積	變多	變少
船身變化	下沉	上浮

- (3) 人體藉呼吸可改變身體的平均密度，大約介於 0.98 g/cm^3 到 1.08 g/cm^3 之間可浮於水面，所以可以輕鬆浮在密度大約為 1.2 g/cm^3 的中東死海水面上。
 (4) 潛水艇可將海水吸入艇內，使平均密度變大，而下潛入深海。
 (5) 潛水艇可利用艇內氣壓將海水排出艇外，使平均密度變小，而上浮靠近海面。
 (6) 天燈下方有一盞火焰，燃燒所產生的熱空氣（密度小），使天燈受空氣浮力大於它們的重量，所以能飄向天空。



智慧演練

- (D) 1. 段老師將一木塊放入下列各種液體中，若木塊都是浮體，則木塊在何種液體中浮力最大？
 (A) 純水 (B) 海水
 (C) 果汁 (D) 以上都相同
- (D) 2. 清文將 1 元、5 元、10 元、50 元的新臺幣分別丟入同一燒杯中，這四個硬幣所受之浮力何者最大？
 (A) 1 元 (B) 5 元
 (C) 10 元 (D) 50 元
 《2. 50 元的體積最大。》
- (A) 3. 兩艘一模一樣的 A、B 兩船，A 載了 500 kg，B 載了 1000 kg，兩船皆浮在水上，則 A、B 兩船所受的浮力大小關係為何？
 (A) $B > A$ (B) $A > B$
 (C) $A = B$ (D) 資料不足，無法判斷
- (A) 4. 芳慈將大、中、小三顆相同材質的實心塑膠球丟入水中，若三球皆浮於水面上，則何者所受的浮力最大？
 (A) 大球 (B) 中球
 (C) 小球 (D) 以上均相同

(B) 5. 下列關於浮力的說法，何者正確？

- (A) 凡物體放在水中，必會下沉到水底
 (B) 水給任何物體的浮力方向必向上
 (C) 物體浸入水中的體積，與所受水的浮力無關
 (D) 鐵塊沒入在水面下 15 公尺的浮力 > 沒入在水面下 10 公尺的浮力

(C) 6. 有甲、乙、丙三個不溶於水的固體，其質量和體積如右表所示，將三者投入水中時，哪一個所受浮力最大？

物體	甲	乙	丙
質量 (g)	2	12	50
體積 (cm ³)	10	30	125

- (A) 甲 (B) 乙
 (C) 丙 (D) 一樣大

(C) 7. 取甲、乙、丙三個質量相等的物體，其密度如右表。將三個物體同時放入密度為 13.6 g/cm³ 的水銀中，則所受的浮力 B_甲、B_乙、B_丙 的大小關係為何？

物體	密度 (g/cm ³)
甲	0.3
乙	0.92
丙	3.2

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

(D) 8. 李其在游泳池下 3 米處吐出的氣泡，在上升至水面的過程中，氣泡所受的 (甲) 水壓力、(乙) 體積、(丙) 浮力，會變小的為下列何者？

- (A) 甲乙 (B) 乙丙
 (C) 甲丙 (D) 甲

(D) 9. 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，則該物體所受的浮力是多少 gw？

《9. $B = 200 - 160 = 40 = V_{排} \times 1$, $V_{排} = 40$ (gw) 》

- (A) 200 (B) 180
 (C) 160 (D) 40

(A) 10. 承上題，該物體的密度為多少 g/cm³？

- (A) 5 (B) 4
 (C) 3 (D) 2

《10. $D_{物} = \frac{200}{40} = 5$ (g/cm³) 》

第 6 章 素養題組

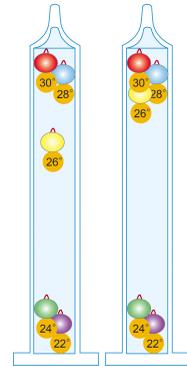


義大利科學家伽利略（Galileo Galilei, 1564 ~ 1642 年）發現，液體的密度會隨溫度稍微改變，因此，利用此特性和浮力原理製作成溫度計，稱為伽利略溫度計。

伽利略溫度計由密閉的玻璃圓筒、透明液體及一些掛有標示溫度的彩色玻璃球所構成。透明液體為碳氫化合物，對溫度很敏感，當溫度上升時，體積膨脹，則密度下降。每個玻璃球內裝有不同顏色的液體，其重量和密度都有些微的不同。

據浮力原理，物體在液體中所受的浮力，等於物體所排開液體的重量。當透明液體的溫度上升時，其密度變小，彩色玻璃球排開液體的重量就會減少，即浮力減少，彩色玻璃球便會下沉；反之，當溫度下降時，彩色玻璃球就會上升。當彩色玻璃球受到的浮力等於它的重量時，就會懸浮於液體中間。

液體的密度隨著溫度改變，使得彩色玻璃球上下移動。密度較小的會在圓筒頂端，密度大的會在圓筒底部。每個彩色玻璃球都掛著刻有溫度的金屬圓盤，讀取溫度時，可找懸浮在液體中間的玻璃球；如果沒有浮在中間的玻璃球，可以取低處最上方和高處最下方溫度的平均值。



▲ 伽利略溫度計

- (A) 1. 伽利略溫度計內的透明液體為碳氫化合物，對溫度很敏感，當溫度上升時，體積膨脹，則密度下降。此種透明液體可以歸類為下列何者？
 (A) 烴類 (B) 有機酸類 (C) 醇類 (D) 酯類
- (A) 2. 某日晏倫將伽利略溫度計置於水平桌面上，雙手互相摩擦 10 下再迅速用手包住玻璃圓筒，此時看到吊掛 38°C 的彩色玻璃球正在下沉，關於這顆彩色玻璃球和玻璃圓筒內的液體各項敘述何者錯誤？
 (A) 彩色玻璃球排開液體的體積變大 (B) 彩色玻璃球體積不變
 (C) 玻璃圓筒內的液體密度變小 (D) 玻璃圓筒內的液體溫度上升
- (C) 3. 承上題，經過 1 分鐘後玻璃圓筒內的低處最上方的溫度圓盤是 40°C ，高處最下方溫度圓盤是 42°C ，已知晏倫當下的體溫是 37°C ，此時玻璃圓筒內的溫度應為下列何者？
 (A) 82°C (B) 59.5°C (C) 41°C (D) 39°C



參考解答

CH1 化學反應

1-1 認識化學反應

重點整理

p3 重新排列／白色／白色／氧氣／二氧化碳／上升／下降／藍／白／粉紅／藍／吸熱／放熱

智慧演練

p3 1.A
p4 2.D 3.B 4.C 5.C 6.A 7.D 8.B
9.D 10.A

[解析]

10. 鐵粉氧化為放熱反應。

1-2 化學反應的質量守恆

重點整理

p5 =／質量／變大／氧氣／質量守恆／二氧化碳／變小／質量守恆／密閉系統／無／無／白／a+b／反應物／生成物／無／白／碳酸鈣／＝／遵守

p6 不變／遵守／氣體

智慧演練

p6 1.D 2.C
p7 3.C 4.D 5.A 6.C 7.B
p8 8.D 9.B 10.D

[解析]

2. 燒杯不是密閉，所以產生的二氧化碳會逸散，質量比反應前小。

1-3 化學反應的表示法

重點整理

p9 反應事實／實驗／左／右／＋／箭頭→／△

智慧演練

p9 1.B 2.A
p10 3.D 4.C 5.C 6.A 7.C 8.B 9.A
10.C

[解析]

9. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow$ (黃)。

1-4 化學計量

重點整理

p11 碳／沒有／不一定／種類／數目／原子量／44／100／58.5／36.5／342／180／沒有
p12 單位／ 6×10^{23} ／公克／1／亞佛加厥數／原子量／12／5／65.4／10／分子量／44／2／32／2

智慧演練

p13 1.D 2.B 3.B 4.C 5.D
p14 6.D 7.D 8.B 9.D 10.D

[解析]

10. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 2$ ；故甲可生成 10 莫耳的丁， $10 \times 18 = 180$ (公克)。

素養演練

p15 1.C 2.B 3.D 4.A 5.A

[解析]

3. 實驗二的反應物為 H_2O_2 ，一莫耳的反應物其質量應為 34 g。
4. 過濾後的白色固體為碳酸鈣，一莫耳的碳酸鈣為 100 g。

CH2 氧化還原

2-1 燃燒與氧化

重點整理

- p17 容易／釋放／輕／拉瓦節／氧／結合／光／熱／生鏽／呼吸／氧／氧化物／固／氣／重／輕／鹼／酸／白／白／氧化鎂／藍／鹼／藍紫／無／二氧化硫／亞硫酸／紅／酸
- p18 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ／難易／ 2MgO ／ 2ZnO ／ 2CuO ／ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ／ $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ／不溶於水／大／中／小／鉀／鈉／鈣／鎂／鋁／金

智慧演練

- p18 1.A 2.D 3.B
- p19 4.B 5.D 6.A 7.A 8.C 9.A 10.D
- [解析]
3. 鋁的活性大，在空氣中易氧化，但所生成的氧化鋁質地緻密，反而能保護內部的金屬不再繼續氧化。

2-2 氧化與還原

重點整理

- p20 熄滅／無／小／可燃燒／黑／碳／大／熄滅／無／小／氧／氧化物／大／氧／小／氧／同時／氧
- p21 黑／黑／氧化／還原／還原／氧化／紅棕／ CO_2 ／Cu

智慧演練

- p21 1.B 2.B 3.D
- p22 4.C 5.D 6.C 7.B 8.D 9.B 10.C
- [解析]
1. 活性大小： $\text{Na} > \text{Mg} > \text{C} > \text{Fe} > \text{Pb} > \text{Cu}$ ，故 $\text{Cu} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ 不反應。
3. (D)有氧化必有還原。

2-3 生活中的氧化還原

重點整理

- p23 加水／酸／亞硫酸鈉／二氧化硫／類胡蘿蔔素／C/E

智慧演練

- p24 1.D 2.B 3.C 4.D 5.B 6.A 7.C 8.D 9.A

素養演練

- p25 1.A 2.C 3.C
- [解析]
2. 此化學品可與水劇烈反應，具有可燃性；健康危害等級3，表示為危險化學品；反應活性等級2，表示活性大。由此可知該化學品最可能為鈉。

CH3 酸、鹼、鹽

3-1 認識電解質

重點整理

- p27 化合物／溶於水／可導電／水溶液／一定會／酸／鹼／鹽／化合物／不會
- p28 電離說／解離／陽／陰／>／<／四面八方／負／正／不一定／一定／電中性／失去／得到／不同／根離子／根／ NH_4^+ ／ OH^- ／ CH_3COO^- ／ NO_3^- ／ SO_4^{2-} ／ CO_3^{2-}

智慧演練

- p28 1.B 2.D
- p29 3.A 4.C 5.B 6.B 7.B 8.B 9.D 10.D
- [解析]
8. (A)、(C)需能溶於水可導電者；(D)金屬固體能夠導電但不是電解質。

3-2 常見的酸與鹼

重點整理

- p30 酸性／酸性／鹼性／鹼性／變紅／變紅／變藍／變藍／紅色／黃色／綠色／藍色／紫色／氣泡／氣泡／無反應／氣泡／氣泡／無反應／ H^+ ／紅／黃／橙／紅／大／ H_2 ／ CO_2 ／腐蝕／放出／上升／無／熱／脫水性／黑／電解液／氣體／氫氨酸／鹽酸／水蒸氣／白／黃綠／氯氣／無／紅棕／二氧化氮／黑火藥
- p31 上升／ OH^- ／藍／藍／紫／油脂／苛性／燒鹼／水蒸氣／二氧化碳／乾燥密封／肥皂／無／輕／氨水／弱鹼／生石灰／石灰／氫氧化鈣／放出／鹼／二氧化碳／白／碳酸鈣／水氣／乾燥劑

智慧演練

- p31 1.A 2.B 3.B
- p32 4.D 5.C 6.A 7.A 8.C 9.D 10.A
- [解析]
7. 氫氧化鈉溶於水會放熱，呈鹼性，可使石蕊試紙呈藍色。

3-3 酸鹼程度的表示

重點整理

- p33 莫耳數／[]／M／ H^+ ／ OH^- ／酸／中／鹼／氫／大／酸／酸＝／鹼／紅／藍／無／紅／紅／橙／黃／藍／靛／紫

智慧演練

p34 1.B 2.D 3.B 4.A 5.B 6.D 7.C
8.A 9.A 10.C

[解析]

4. (A)不一定為純水。

3-4 酸鹼中和反應

重點整理

p35 放/鹽/酚酞/>/>/=/</不變/減少
/減少/減少/小於/小於/等於/大於/無
/無/無/紅/= /氯化鈉/ H^+ / OH^- /
水分子/ Na^+ / Cl^- / H^+ + $OH^- \rightarrow H_2O$
p36 鹽酸/ SO_2 /5/碳酸鉀/鹼/ $NaCl$ /中/
 $CaSO_4$ /不易/ $CaCO_3$ /不易/貝殼/水泥/
 Na_2CO_3 /蘇打/洗滌鹼/易/鹼/ $NaHCO_3$ /
小蘇打/焙用鹼/易/弱鹼/二氧化碳

智慧演練

p36 1.D
p37 2.A 3.B 4.D 5.D 6.B 7.B 8.A
9.D

跨科 天空的眼淚——酸雨危機

重點整理

p38 碳酸/二氧化硫/亞硫酸/5.0/pH/翠峰湖/
夢幻湖/南仁湖/氫氣/水/生質能/化學能
/熱能

智慧演練

p38 1.D 2.C

素養演練

p39 1.A 2.A 3.C

CH4 反應速率與平衡

4-1 反應速率

重點整理

p41 消耗量/增加量/沉澱/顏色/體積/
一定時間/某一定量/時間/本性/大/快/
多/快/碰撞/能量/多/能量/粒子數/高
/多/大/快/大/快/計量/反應速率
p42 控制/操作/應變

智慧演練

p42 1.A 2.D 3.C 4.A 5.B 6.B
p43 7.A 8.C 9.B 10.C

[解析]

2. 碎木片表面積大，純氧濃度大，所以反應速率最快。

4-2 反應溫度與催化劑

重點整理

p44 多/快/增加/快/時間的倒數/ SO_2 /黃/硫
/ $Na_2S_2O_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2 + S \downarrow$
/黃/短/大/快/加熱
p45 反應/生成/最終/反應速率/質量/化學/
觸媒/酵素/慢/快/相同

智慧演練

p45 1.A 2.C 3.C 4.B 5.D
p46 6.B 7.B 8.D 9.D 10.B

[解析]

2. 縱坐標為反應速率，而通常以時間的倒數表示反應速率。

5. 溫度低，反應速率慢，所需的時間大於 70 秒。

4-3 可逆反應與平衡

重點整理

p47 正反應/逆反應/可逆/ \rightleftharpoons /正/逆/
 $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$ /增加/>/動態/=/
小/正/>/動態/可逆性/密閉系統
p48 右/黃/橙/左/橙/黃/鹼/酸/酸/鹼/
無/紅棕/右/深/正/>/左/淡/逆/<

智慧演練

p49 1.D 2.B 3.D 4.C 5.C 6.B
p50 7.C 8.B 9.B 10.A

素養演練

p51 1.D 2.A 3.C

CH5 有機化合物

5-1 認識有機化合物

重點整理

- p53 生物/細胞/礦物/岩石/無法/烏勒/尿素
/構造/不同/有/有/無/無/變黑/變黑
/顏色不變/顏色不變
- p54 碳/氫/氧/CO/CO₂/CaCO₃/Na₂CO₃/
NaHCO₃/碳/不一定

智慧演練

- p54 1.A 2.D 3.A 4.D 5.C 6.C 7.C
8.B 9.C 10.C

5-2 常見的有機化合物

重點整理

- p55 C/H/O/N/F/Cl/種類/數目/排列/氣
/液/碳氫/烴/氣/液/固/難/易/高/
高/化學
- p56 氣/氣/液化/氫/氧/-OH/1/中/不會
/不是/不會/CH₃OH/C₂H₅OH/變性/紅/
/CO₂/75/氫/氧/-COOH/有機酸/H⁺
/HCOOH/CH₃COOH/蟻酸/醋酸
- p57 酯類/酯化/可逆/催化劑/不易/小/上浮
/上/下/酯化/固/液/能量

智慧演練

- p57 1.B 2.C 3.D 4.C
- p58 5.A 6.A 7.A 8.A 9.A 10.C
- [解析]
7. 學名為乙酸。

5-3 肥皂與合成清潔劑

重點整理

- p59 草木灰/油脂/鹼性/皂化/脂肪酸鈉/
丙三醇/鹽析/飽和食鹽水/浮/小/鹼/紅
/藍/混濁/碳氫/負/石油/微生物/降低

智慧演練

- p60 1.B 2.B 3.D 4.A 5.C
- p61 6.A 7.A 8.D 9.D 10.C
- [解析]
4. (A)呈中性。

5-4 有機聚合物與衣料纖維

重點整理

- p62 原子/代謝/蛋白質/澱粉/纖維素/氮/硫
/氧/醣/葡萄糖/氧/醣/蠕動/石油/
連接/熱塑性/熱固性/可/不可
- p63 纖維素/紙張/蛋白質/毛髮/球狀/植物/
人造絲/嫻綦/石油/燃燒/動物/植物/
合成

智慧演練

- p63 1.A 2.B
- p64 3.A 4.C 5.C 6.D 7.B 8.C 9.C
10.B

[解析]

9. (A)動物纖維；(B)植物纖維；(D)會發出如燃燒紙張
時所產生的氣味。

素養演練

- p65 1.D 2.B 3.C 4.C

CH6 力與壓力

6-1 力與平衡

重點整理

- p67 形變／伸長／正／運動／地球引力／下／線段
／箭頭／起點／形變／彈性限度／正比
- p68 全部／長度／靜止／兩力平衡／0／相等／相反
／同一直線／上／下／拉力／重力

智慧演練

- p68 1.A 2.C
- p69 3.B 4.A 5.A 6.C 7.A 8.C 9.B
10.B
- [解析]
5. (B)伸長 6 cm；(C)原長為 24 cm；(D)已超過彈性限度所以不是 34 cm。
10. 物重 = 拉力 + 支撐力 = 600 + 400 = 1000 (公克重)。

6-2 摩擦力

重點整理

- p70 阻止／相反／增加／大／大／>／>／靜止／
運動／相等／相反／同一／等／大／施力／
最大／定值／性質／正／無關
- p71 定值／接觸面性質／無關／小／上／重量／
滾動／滑動

智慧演練

- p71 1.D 2.B 3.D 4.C
- p72 5.D 6.C 7.D 8.C 9.D 10.D

6-3 壓力

重點整理

- p73 10／凹陷／大／不同／面積／正／反／正／
重量／無／垂直
- p74 大／深度／無關／正／相連／同一／無關／
封閉／相同／省／費／空氣／沒有／垂直
- p75 36／8／很大／等／不會／10／大小／<／下降
／反／小／大／大／小

智慧演練

- p76 1.C 2.B 3.C 4.A 5.A 6.D 7.C
- p77 8.C 9.A 10.A

6-4 浮力

重點整理

- p78 >／=／<／>／=／=

智慧演練

- p79 1.D 2.D 3.A 4.A
- p80 5.B 6.C 7.C 8.D 9.D 10.A
- [解析]
2. 50 元的體積最大。
9. $B = 200 - 160 = 40 = V_{\text{排}} \times 1$, $V_{\text{排}} = 40$ (gw)。
10. $D_{\text{物}} = \frac{200}{40} = 5$ (g/cm³)。

素養演練

- p81 1.A 2.A 3.C

