

# 第4章 / 第17節

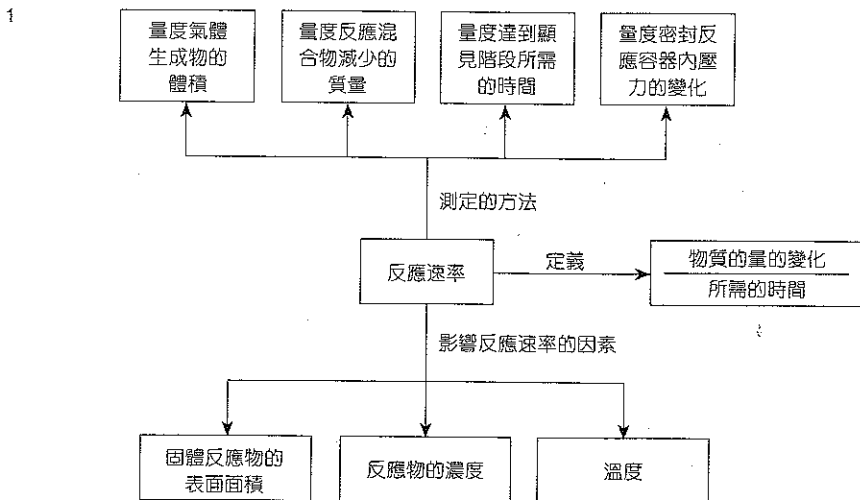
## 課內活動的建議答案

測試站 (第 111 頁)

- 1 a) 氫氧化鎂 (其他合理答案也可接受)
  - b)  $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
  - c) i) 實驗 3 和 5  
ii) 實驗 4 和 5  
iii) 實驗 1 和 2
- 2 a) i)  $40 \text{ cm}^3$   
ii) 5 分鐘
  - b) 瓶 A

表示瓶 A 實驗結果的曲線的斜率較大。/ 由於鎂是過量的，氫氯酸的量限制生成的氫的量。從瓶 A 釋出的氫氣較多，所以瓶 A 內的氫氯酸的濃度較瓶 B 內的高。

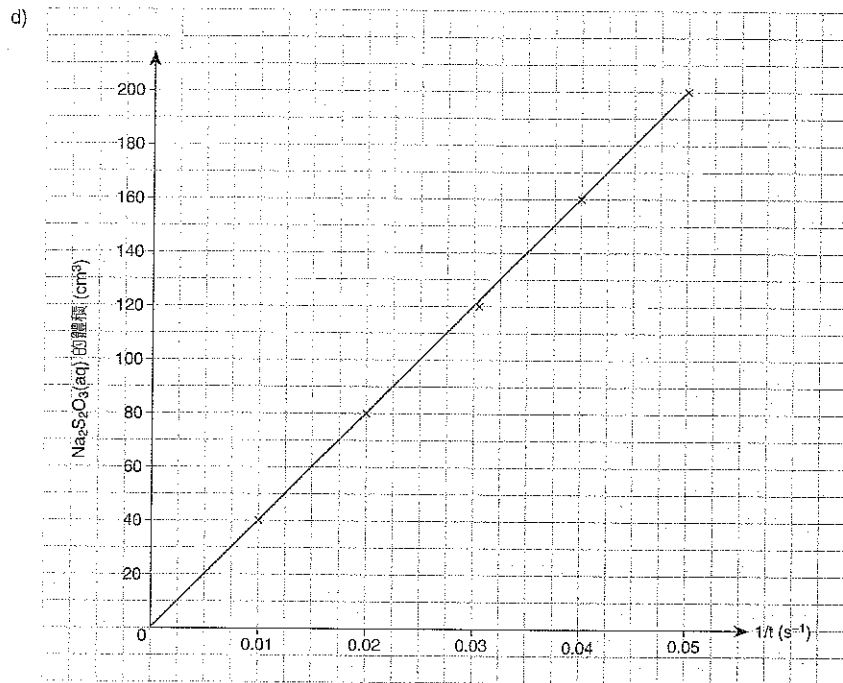
## 應用練習的建議答案



	反應速率增加 / 不變 / 減少
使用碳酸鈣粉末	增加
使用濃度較高的氫氯酸	增加
把水加入反應混合物中	減少
加入更多相同濃度的氫氯酸	不變
增加氫氯酸的溫度	增加

- 3 a) 把整個馬鈴薯切片增加了馬鈴薯的表面面積，所以能加快煮食的速率。  
b) 低溫能減慢導致食物變壞的反應，所以把食物存放在冰箱裏能保持食物新鮮。
- 4 A 選擇 B - 稀氫氯酸是過量的，所有碳酸鈣反應後，反應便會結束。  
選擇 C - 如果採用塊狀碳酸鈣，反應速率會下降。  
選擇 D - 溫度增加時，反應速率會上升。
- 5 D 選擇 A - 反應進行時，反應混合物的 pH 值會下降。  
選擇 B - 反應進行時，氫的體積會增加。  
選擇 C - 反應進行時，反應混合物的溫度會增加。
- 6 C
- 7 B
- 8 B 選擇 A - 硫酸是過量的，鋅的量限制了生成的氫的體積。增加溫度不會影響生成的氫的總體積。  
選擇 C - 用 2 g 的鋅生成的氫的體積會與曲線 X 和 Y 展示的相同。  
選擇 D - 實驗的初速 (在 20 °C 下用 1 g 的鋅) 應該與曲線 Y 的相同 (在 20 °C 下用 2 g 的鋅)。
- 9 D 選擇 A - 不應排水法收集可溶於水的氣體。  
選擇 B 和 C - 可能會把有毒的氣體釋放至實驗室內。
- 10 B (2) 用鋅片代替鋅粉會減慢反應的速率。
- 11 a) 由於溫度低，反應速率會減慢。  
b) 溶液的稀釋會減低反應物的濃度，所以反應速率會減慢。
- 12 a)  $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
b) 二氧化碳氣體逸走。  
c) 曲線的斜率在 A 點最大，所以 A 點表示的反應速率最快。  
d) 3 g  
e) 所用的碳酸鈣的顆粒更小。比較反應開始時兩條曲線的斜率，虛線的斜率較大。因此，以虛線代表的實驗的反應的初速較高。

- 13 a)
  - 在一張紙上畫上一個十字符號。
  - 在盛有硫代硫酸鈉溶液的燒杯放在白紙上。
  - 把稀氫氯酸加入燒杯內。
  - 同時按下秒錶，開始計時。反應進行時生成的硫沉澱物令十字符號變得模糊。
  - 從燒杯上方看不見十字符號時，便停止計時。
 b) 反應速率與生成足夠的硫令溶液變得不透明所需的時間成反比。
- c) i) 以保持每個樣本的總體積不變。  
 ii) 確保實驗的唯一變數是硫代硫酸鈉溶液的濃度。

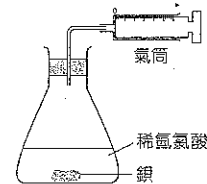


- e) 可從曲線圖估計  $100 \text{ cm}^3$  的  $0.05 \text{ M}$  硫代硫酸鈉溶液的反應時間 ( $t$ )。

$$\frac{1}{t} = 0.025 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore t = 40 \text{ s}$$

- 14 a)



- b) 比較在反應開始時兩條曲線的斜率，曲線 B 的斜率較大。因此，曲線 B 代表的實驗的初速較高。
- c) 氫氯酸是過量的，因為在兩個實驗中，所有鎂都溶於酸裏（即是所有鎂都已反應）。
- d) 增加溫度。
- 15 a) 所有鎂都已反應。
- b) 在實驗 II 中鎂帶完全反應所需的時間較長。氫氯酸是一種強酸，而乙酸是一種弱酸。因此，氫氯酸比乙酸含較高濃度的氫離子。在反應中，鎂會與氫離子產生反應。所以，使用氫氯酸的實驗的反應速率較快。
- 16
  - 在每個溫度下進行實驗三次，以獲取平均時間。
  - 在三或四個不同的溫度下重複實驗，並觀察實驗結果有沒有顯示任何趨向。
  - 更精確的溫度控制—把酸加熱至與燒杯內溶液相同的溫度。
 其他可能的方法包括：
- 把溶液混合時加以攪拌。
  - 給反應混合物加上隔熱裝置。
  - 使用附有光感應器的數據收集儀以獲取更準確的反應時間。
- 17 要測定鎂與過量的稀氫氯酸的反應速率，可以量度生成的氫的體積。

把稀氫氯酸倒入錐形瓶內。投入鎂帶，並立即把駁有針筒的膠塞塞進錐形瓶口。同時按下秒錶，開始計時，每隔 30 秒記錄生成的氫的體積，直至反應結束。

再用相同體積但不同濃度的氫氯酸重複實驗。

## 第5章 / 第18節

### 課內活動的建議答案

#### 討論區 (第 123 頁)

- 1 手電筒
  - 可靠
  - 間歇性輸出電能
  - 輕巧、細小和可隨身攜帶
  - 不會洩漏腐蝕性物質
  - 廉宜
- 2 助聽器
  - 可靠
  - 非常穩定地不停輸出電能，一天內可長達 12 至 14 小時
  - 輕巧、細小和可隨身攜帶
  - 不會洩漏腐蝕性物質
  - 不會腐蝕
  - 無毒
- 3 手提電腦
  - 可靠
  - 非常穩定地不停輸出電能，每次可長達數小時
  - 可充電的
  - 輕巧、細小和可隨身攜帶
  - 不會洩漏腐蝕性物質
  - 不會腐蝕
- 4 汽車
  - 輕巧
  - 可靠地間歇性或連續性使用
  - 使用壽命長達 2 至 3 年或更長
  - 可充電的
  - 即使在高溫、強烈顛簸和震動的情況下，都不會出現洩漏腐蝕性物質或受侵蝕的情況
  - 體積不太大

#### 網上追蹤 (第 127 頁)

電池種類	鋅碳電池	鹼性錳電池	氧化銀電池	鎳鎘蓄電池
大小型號	AAA, AA, C, D	AAA, AA, C, D	鈕型	AAA, AA, C, D
最高電壓值	1.5 V	1.5 V	1.5 V	1.25 V
放電過程中電壓的變化	迅速下降	慢慢下降	保持穩定	保持穩定
能否提供穩定的電流?		√	√	√
能否提供大的電流?		√		√
存放期 (年數)	1.5	3	2	1.7
平均使用壽命	短	長	長	長
價格	廉宜	中等	昂貴	昂貴
其他特性	沒有外殼密封的電池會洩漏化學品	化學品不會洩漏；內電阻小	輕巧；細小	放電速率快；內電阻小；如用太大的電流充電或過度快速充電，會發生爆炸。
用途	電筒、收音機、計算機、遙控裝置	卡式錄音機、小型鐳射唱機、電動玩具、閃光燈及其他需長時間運作的電器	電子錶、計算機、助聽器、心臟起搏器、相機、鬚刨	電鬚刨、電動牙刷、電動玩具、手提電話、手提錄音機及其他需用摩打推動的電器

#### 討論區 (第 128 頁)

- 1 鎳鎘蓄電池
- 2 鋅碳電池不適用於手提電話。手提電話是耗電量大的電子產品，鋅碳電池不能提供大而穩定的電流。

#### 判斷練習 (第 129 頁)

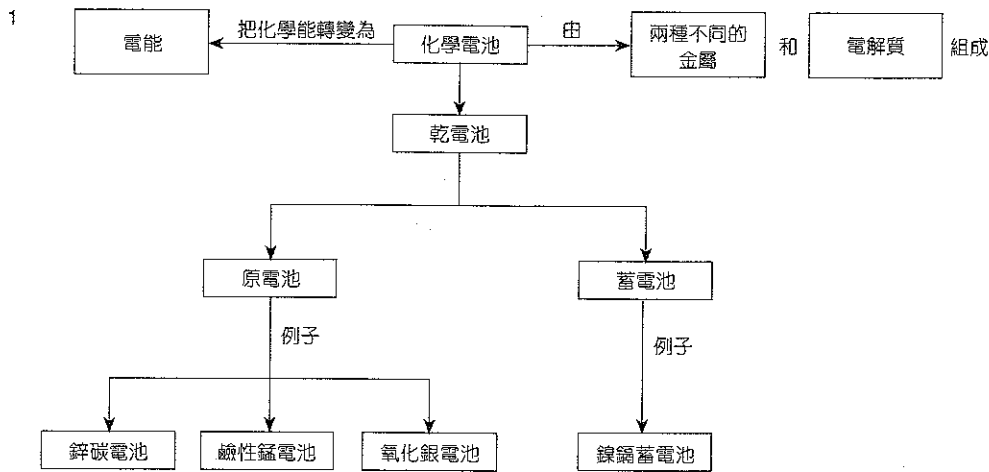
- 1 由於電筒只需少量電流，故適宜用鋅碳電池。
- 2 和 5 助聽器和手錶應使用氧化銀電池，因為這類電池壽命較長，而且穩定的電流供應對於這兩種用品是非常重要的。
- 3、4 和 6 為方便起見，耳筒錄音機、遙控玩具和以摩打推動的電器可使用鹼性錳電池，免除經常更換電池的麻煩。

學生亦可選擇使用鎳鎘蓄電池，因為這類電池可充電 500 次或以上，但有兩個缺點：

- 鎳鎘蓄電池的電壓只有 1.25 V，而大部分手提電器是按照使用 1.5 V 電池而設計的。
- 需要很長時間給使用過的電池充電。

為電筒、耳筒錄音機、遙控玩具或以摩打推動的電器選用哪種乾電池並無對或錯的答案，最重要的是學生在選擇時能提出合理的解釋。

### 應用練習的建議答案



2

電池種類	製造電極的材料	用作電解質的物質	可否再充電？ (可或不可)	列舉一種用途
鋅碳電池	+ : 碳 - : 鋅	氯化銨	不可	電筒／收音機／ 計算機／遙控裝置
鹼性錳電池	+ : 氧化錳(IV) - : 鋅	氫氧化鉀	不可	卡式錄音機／小型 鐳射唱機／電動玩具 ／閃光燈及其他 需長時間運作的電器
氧化銀電池	+ : 氧化銀 - : 鋅	氫氧化鉀	不可	電子錶／計算機／ 助聽器／心臟起搏 器、相機、幫創
鎳鎘蓄電池	+ : 氧化鎳(IV) - : 鎘	氫氧化鉀	可	電鬚刨／電動牙刷／ 電動玩具／手提電 話／手提錄音機及 其他需用摩打推動 的電器

3 決定哪種乾電池適用於某特定用途上的因素包括：

- 價格
- 大小型號
- 電容
- 能否提供既穩定又大的電流
- 電壓值
- 可否再充電
- 存放期
- 是否有化學品洩漏的危險

4 D 選擇 A - 鎂片的質量減少。  
選擇 B - 銅金屬會澱積在銅片上，因此銅片的質量會增加。  
選擇 C - 電子由鎂片經外電路流向銅片。

5 A 乙醇和糖溶液不能導電。

6 B

7 C 鎳鎘蓄電池的負電極是鎘，正電極是氧化鎳(IV)。

8 A (3) 鋅碳電池的使用壽命較短。

9 B (1) 氧化銀電池是不可再充電的。  
(3) 放電時它的電壓保持穩定。

10 C (2) 鎳鎘電池的使用壽命頗長。

11 理想的乾電池具備的特性包括：

- 成本低；
- 體積細小，且使用壽命長；
- 能長時間提供大的電流；
- 能提供穩定的電流；
- 放電時電壓能保持穩定；
- 能在大的溫度範圍下有效地運作；
- 存放期長；
- 把它丟棄不會對環境造成影響。

12 a) 在飛機或太空船內使用。

- b) • 在電力故障時，給在偏遠地區或救護車上使用的生命維持系統供電。  
• 給在正常電壓下不能運作的醫療輔助器供電，例如心臟起搏器和仿生耳等。

c) • 在電腦或電子系統內使用。  
• 在人體內使用。 } 任何一項

13 -

# 第5章 / 第19節

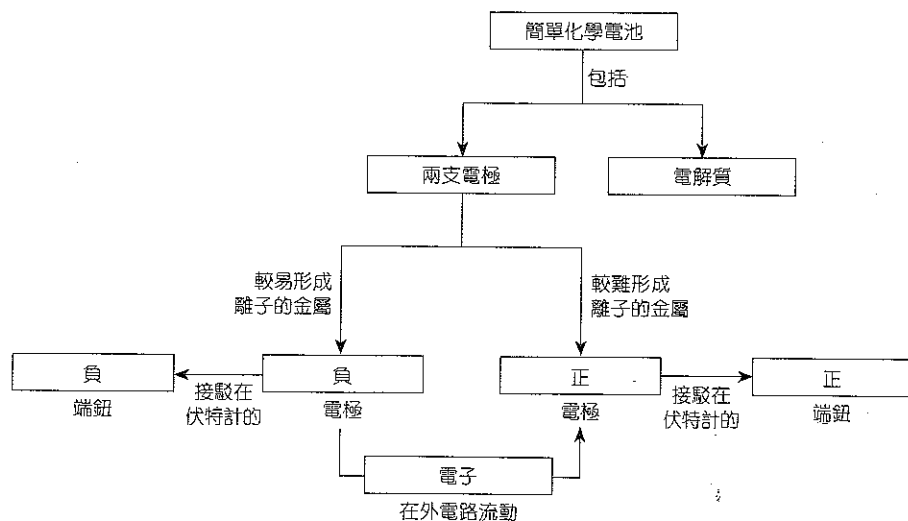
## 課內活動的建議答案

測試站 (第 142 頁)

- X 是鹽橋。它有兩種主要功能：
  - 容許離子由一個半電池流至另一個半電池，形成一個完整電路。
  - 提供能流進半電池的離子，避免溶液內累積過多帶正電荷或負電荷的離子，令反應終止。
- 在首兩個電池（鋅—鐵和鎂—鐵電池）內，電子從鋅和鎂電極經外電路流向鐵電極，這是因為鋅和鎂比鐵更容易形成離子。  
在銅—鐵電池內，電子從鐵電極經外電路流向銅電極，這是因為鐵比銅更容易形成離子。

## 應用練習的建議答案

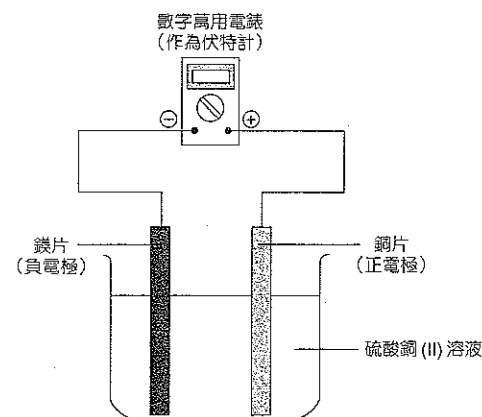
1



- W
  - Z
- 離子
  - 半電池
  - 離子

- 兩種金屬在電化序中距離愈遠，電池的電壓就愈大，燈泡就愈光亮。與其他金屬偶相比，鎂和銅在電化序中的距離最遠。
  - 電子從金屬 X 經外電路流向金屬 Y。
    - 金屬 X 的原子失去電子，形成離子，這些離子會進入電解質內，因此金屬 X 的質量會減少。
    - 化學能轉變為電能。
  - 在鎂電極發生的反應的半反應式是： $Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e^{-}$
    - 銅(II)離子會移向銅電極。
    - 電子從鎂電極經外電路流向銅電極。
- 多孔瓷筒起着鹽橋的作用，它容許離子經過其細小的孔，在兩種溶液之間自由游動，形成一個完整電路。玻璃筒則沒有此功能。
- 電子從用金屬 X 製成的電極經外電路流向銀電極。這是因為金屬 X 在電化序中的位置比銀的高，金屬 X 較銀容易形成離子。
    - 銀電極的質量會增加。

11 a)



- $Mg(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Cu(s)$
  - 電子會直接由鎂電極轉移至溶液中的銅(II)離子，流經外電路的電子會愈來愈少，電池的電壓因此迅速下降。

- 12 a)  $\text{Mg(s)} + \text{X}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{X(s)}$   
 b) 由鎂片流向金屬片 X。  
 c) i) 電子流動的方向與(b)的相反。  
 ii)  $\text{X(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{X}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$
- 13 a) 電子由鋅片流向銅製容器。  
 b)  $\text{Zn(s)} + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$   
 c) 它容許離子經過其細小的孔，在兩種溶液之間自由游動，形成一個完整電路。  
 d) i) 電子在外電路的流動方向會改變。  
 ii) 鋁在電化序中的位置比鋅的高，鋁原子較鋅原子容易失去電子，因此電子會從鋁製容器經外電路流向鋅片。

14 —

- 15 用氯化鈉溶液浸濕一張濾紙，把浸濕的濾紙放在鎂帶上，把濾紙和鎂帶一併放在一塊塑膠板上，接著把鎂帶連接到數字萬用電錶的負端鈕。把銅片放在濾紙上，把銅片連接到數字萬用電錶的正端鈕。記錄電壓。

由 Mg/Cu 和 Zn/Cu 金屬偶組成的電池的電壓都帶正號，顯示在這兩個電池中，銅是正電極，電子由鎂和鋅電極經外電路流向銅電極，這是因為鎂和鋅均比銅較易形成離子。

在這兩個金屬偶中，由 Mg/Cu 金屬偶組成的電池的電壓較大，而由 Zn/Cu 金屬偶組成的則較小，所以鎂較鋅容易形成離子。

由 Ag/Cu 金屬偶組成的電池的電壓帶負號，顯示在這個電池中，銅是負電極，電子由銅電極經外電路流向銀電極，這是因為銅比銀較易形成離子。

所以上述四種金屬形成離子的傾向的遞減次序如下：鎂、鋅、銅、銀。

## 課內活動的建議答案

測試站 (第 156 頁)

- 1 a) 被氧化的反應物 — Mg(s)  
 被還原的反應物 —  $\text{Ag}^+(\text{aq})$   
 b) 被氧化的反應物 — C(s)  
 被還原的反應物 —  $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$
- 2 a) 氧化作用  
 b) 還原作用  
 c) 還原作用

測試站 (第 160 頁)

反應 A

- 1 酸化高錳酸鉀溶液的紫色褪去／變為無色，反應混合物是一黃色溶液。
- 2  $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 $\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$
- 3 氧化劑—酸化高錳酸鉀溶液  
 還原劑—硫酸鐵(II)溶液

反應 B

- 1 溴化鉀溶液呈棕色。
- 2  $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$   
 $2\text{Br}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- 3 氧化劑—氯氣  
 還原劑—溴化鉀溶液

測試站 (第 163 頁)

- 1 +6
- 2 +2
- 3 +4
- 4 +6
- 5 -1
- 6 +4

測試站 (第 165 頁)

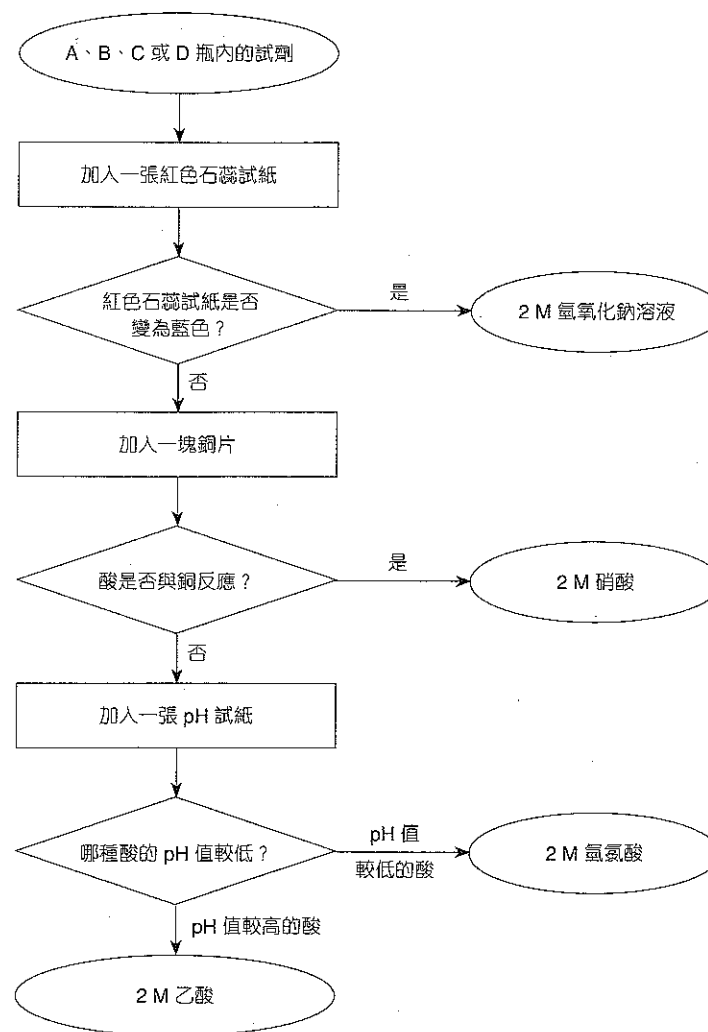
- 1 a) 減少  
b) 增加
- 2 a) 是氧化還原反應  
氧化劑 — CuO  
還原劑 — NH<sub>3</sub>  
b) 是氧化還原反應  
氧化劑 — Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>  
還原劑 — KI

測試站 (第 175 頁)

- 1 a)  $2\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5\text{SO}_3^{2-} (\text{aq}) + 6\text{H}^+ (\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O} (\text{l})$   
b)  $2\text{I}^- (\text{aq}) + 2\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) \longrightarrow \text{I}_2 (\text{aq}) + 2\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$
- 2 a) 重鉻酸鉀溶液。  
b) 反應混合物呈黃綠色。  
c) 鐵的氧化數由 +2 增至 +3，所以硫酸鐵(II)溶液是還原劑，而它自己被氧化。  
d)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} (\text{aq}) + 6\text{Fe}^{2+} (\text{aq}) + 14\text{H}^+ (\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} (\text{aq}) + 6\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O} (\text{l})$

化解疑難 (第 177 頁)

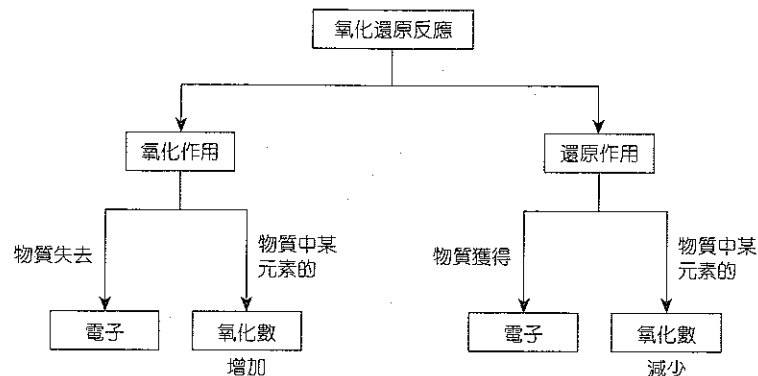
學生建議的鑑定方法可能跟下面描述的有所不同。



## 應用練習的建議答案

- 1 a) 氧化  
b) 氧化  
c) 氧化  
d) 還原  
e) 還原  
f) 還原

2



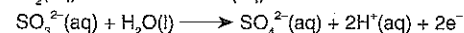
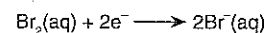
- 3 a) 還原作用  
b) 氧化  
c) 還原

氧化劑	化學變化	離子半反應式
氯	$\text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq})$
溴	$\text{Br}_2(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$	$\text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Br}^-(\text{aq})$
酸化高錳酸鉀溶液	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$	$\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \longrightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
酸化重鉻酸鉀溶液	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq})$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) + 6\text{e}^- \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
硫酸鐵(III)溶液	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

還原劑	化學變化	離子半反應式
亞硫酸鈉溶液	$\text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	$\text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
硫酸鐵(II)溶液	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \longrightarrow \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$
溴化鉀溶液	$2\text{Br}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{Br}_2(\text{aq})$	$2\text{Br}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{Br}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
碘化鉀溶液	$2\text{I}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{I}_2(\text{aq})$	$2\text{I}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^-$

	稀硝酸	濃硝酸
與金屬的反應	釋出一氧化氮氣體	釋出二氧化氮氣體
酸顯示的性質	氧化性質	氧化性質
反應的離子半反應式	$\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) + 3\text{e}^- \longrightarrow \text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- 7 B 在溴水與亞硫酸鉀溶液的反應中，溴被還原為溴離子，而亞硫酸根離子則被氧化為硫酸根離子，生成的溶液是無色的。



8 B

- 9 C 鈉與水反應，生成氫氧化鈉和氫。



鈉的氧化數由 0 增至 +1，而氫的氧化數則由 +1 減至 0，因此這是氧化還原反應。

10 C

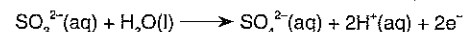
11 B

12 C

- 13 D (2) 酸化重鉻酸鉀溶液會把鐵(II)離子氧化為鐵(III)離子。



- (3) 酸化重鉻酸鉀溶液會把亞硫酸根離子氧化為硫酸根離子。



- 14 D (1) 稀硝酸與銅反應，會釋出一氧化氮。

(2)和(3) 在這兩種情況中，稀硝酸均顯示酸的性質。



15 D



16 A



- 17 a) +4  
 b) +7  
 c) +6  
 d) +4  
 e) +5  
 f) -3  
 g) +2  
 h) +3  
 i) -1  
 j) +2
- 18 a) 不是氧化還原反應  
 b) 是氧化還原反應；鉀  
 c) 是氧化還原反應；氫  
 d) 是氧化還原反應；鎂  
 e) 是氧化還原反應；氫
- 19 a)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 6\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 14\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 6\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 7\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 反應混合物呈黃綠色。  
 b)  $2\text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5\text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) + 6\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 紫色的高錳酸根離子變為無色。  
 c)  $\text{Cl}_2(\text{aq}) + 2\text{Br}^-(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Br}_2(\text{aq})$   
 加入氯水後，溴化物溶液變為棕色。  
 d)  $\text{Zn}(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 有一棕色氣體釋出。  
 e)  $3\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) \longrightarrow 3\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 有一無色氣體釋出。該氣體與空氣混合後，生成一棕色氣體。
- 20 a) 在鎂電極上  
 $\text{Mg}(\text{s}) \longrightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$   
 在銀電極上  
 $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}(\text{s})$   
 b) i) 氧化作用在鎂電極上發生。鎂原子失去電子，形成鎂離子。  
 ii) 還原作用在銀電極上發生。銀離子獲得電子，形成銀原子。  
 c) 由鎂電極流向銀電極。

21 —

22 —

23 —

24 —

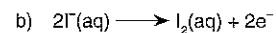
## 課內活動的建議答案

測試站 (第 201 頁)

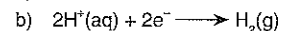
1 鈉離子、碘離子、氫離子、氫氧離子

2 a) 電極 A 周圍呈現棕色。

溶液中的碘離子的濃度遠高於氫氧離子的濃度。碘離子會優先放電，並生成碘，所以電極 A 周圍呈棕色。



3 a) 釋出無色氣體。



討論區 (第 205 頁)

在陽極上產生的反應

銅陽極溶解，形成銅(II)離子。

在陰極上產生的反應

銅(II)離子放電，生成銅，並在陰極上澱積。

溶液的變化

最終結果是銅由陽極轉移至陰極，電解質中銅(II)離子的濃度維持不變，溶液的藍色亦不變。

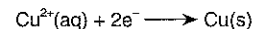
測試站 (第 208 頁)

- 離子在電化序中的位置
- 溶液中離子的濃度
- 電極的性質

2 a) X 是電池的負電極。

由於銅金屬在電極 A 上澱積，所以電極 A 是陰極。

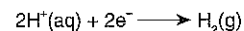
b) 電極 A



電極 B



電極 C

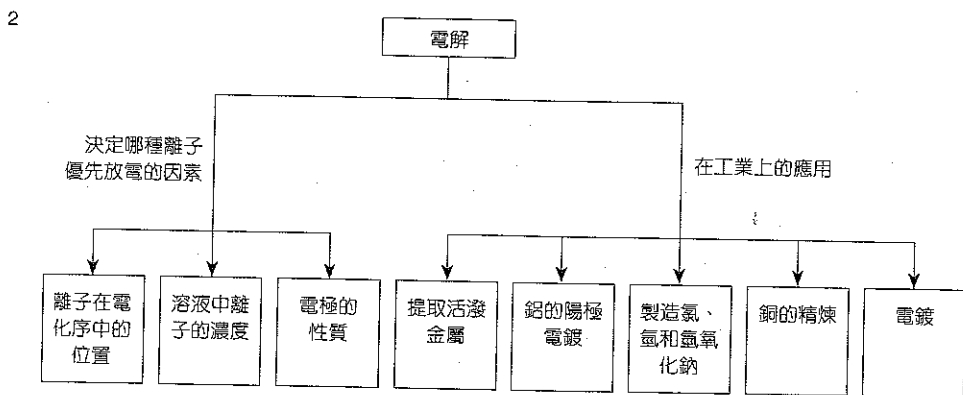
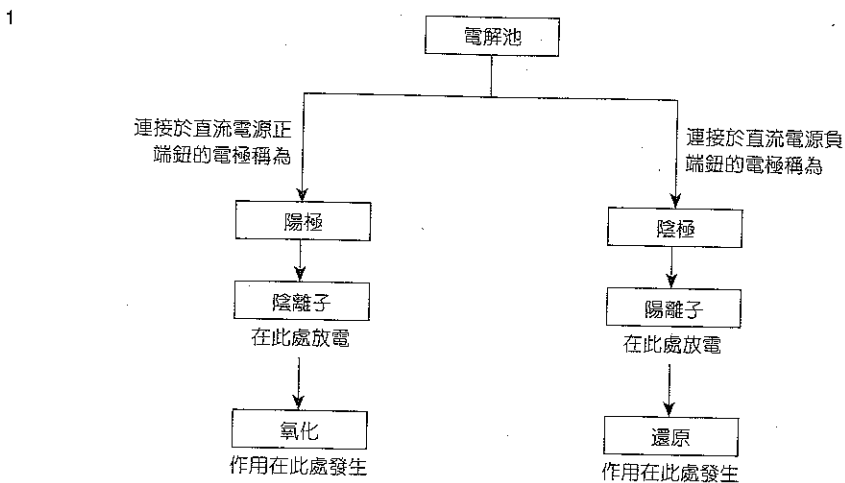


c) 用燃燒中的木條檢驗該氣體，它會發出爆鳴聲。

- 1 Y
- 2 鎳電極會溶解，形成鎳(II)離子。  

$$\text{Ni(s)} \longrightarrow \text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}$$
- 3 
$$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Ni(s)}$$

**應用練習的建議答案**



3

水溶液	用作電極的物質		生成物		溶液的變化
	陽極	陰極	陽極	陰極	
稀硫酸	鉑	鉑	氧	氫	濃度增加
極稀的氯化鈉	碳	碳	氧	氫	濃度增加
稀氯化鈉	碳	碳	氯	氫	變為氫氧化鈉溶液
稀硫酸銅(II)	碳	碳	氧	銅	變為硫酸
稀硫酸銅(II)	銅	碳	銅(II)離子	銅	維持不變
稀硫酸銅(II)	銅	銅	銅(II)離子	銅	維持不變

4 D 銅(II)離子是較強的氧化劑，因此會優先放電。

5 B

電解	在陽極上的生成物
濃氯化鈉溶液	氯
稀硫酸鉀溶液	氧
稀碘化鉀溶液	碘
稀溴化鈉溶液	溴

6 C 在稀氯化鈉溶液中有四種離子：

	陽離子	陰離子
來自氯化鈉	$\text{Na}^+(\text{aq})$	$\text{Cl}^-(\text{aq})$
來自水	$\text{H}^+(\text{aq})$	$\text{OH}^-(\text{aq})$

鈉離子和氫離子被吸引至陰極。

氫離子會在陰極優先放電，所以氫氧離子會在陰極周圍積聚，令該處的溶液呈鹼性，使酚酞變為粉紅色。

7 A

8 D

9 B 在硫酸銅(II)溶液中有四種離子：

	陽離子	陰離子
來自硫酸銅(II)	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$\text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$
來自水	$\text{H}^+(\text{aq})$	$\text{OH}^-(\text{aq})$

硫酸根離子和氫氧離子被吸引至陽極，銅(II)離子和氫離子被吸引至陰極。

選擇 B — 銅(II)離子在陰極優先放電，生成銅，並在陰極上積聚，所以陰極的質量會增加。

選擇 C — 氫離子在陽極優先放電，生成氧氣。

10 D

11 A

12 a) 鈉離子、氫離子、氯離子和氫氧離子。

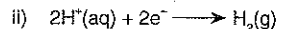
b) i) 氯氣

溶液中氯離子的濃度遠高於氫氧離子的濃度，所以氯離子會優先放電，生成氯氣。



c) i) 氫氣

與鈉離子相比，氫離子是較強的氧化劑，所以氫離子會優先放電（被還原），生成氫氣。



d) 通用指示劑會呈藍色／紫色。

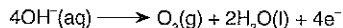
在電解過程中，氫離子和氯離子不斷被消耗，而鈉離子和氫氧離子卻留在溶液中，所以溶液最終會變為氫氧化鈉溶液。氫氧化鈉溶液令通用指示劑呈藍色／紫色。

13 —

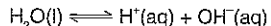
14 —

15 a) 圍繞鉛筆 A 的液體會呈紅色。

b) 氫氧離子會在鉛筆 A 附近優先放電，生成氧氣。



水不斷電離，補充已消耗的氫氧離子。



因此氫離子會在鉛筆 A 周圍積聚，令該處的溶液呈酸性，使通用指示劑呈紅色。

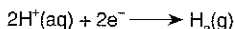
16 a) A 和 C

b) i) 溴在電極 A 釋出。



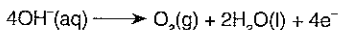
溶液中溴離子的濃度遠高於氫氧離子的濃度，所以溴離子會優先放電。

ii) 氫氣在電極 B 釋出。



與鈉離子相比，氫離子是較強的氧化劑，所以氫離子會優先放電，生成氫氣。

iii) 氧氣在電極 C 釋出。



與硝酸根離子相比，氫氧離子是較強的還原劑，所以氫氧離子會優先放電，生成氧氣。

c) 在電解過程中，氫離子和溴離子不斷被消耗，而鈉離子和氫氧離子卻留在溶液中，所以溶液最終會變為氫氧化鈉溶液。

17 a) 電子由金屬 A 電極流向電極 D，並由電極 C 流向金屬 B 電極。這是因為在電極 D 上收集到氫氣，所以電極 D 是陰極。

b) 氫離子和氫氧離子放電後，水分子會不斷電離，最終結果是水被分解。來自硫酸的氫離子和硫酸根離子數量維持不變。由於在電解過程中水不斷被消耗，因此硫酸的濃度會逐漸增加。

c) 它是化學電池。

d) 金屬 A 較容易形成離子。

金屬 A 失去電子的傾向較金屬 B 的大，所以電子由金屬 A 電極流向電極 D，並由電極 C 流向金屬 B 電極。

18 —

19 —

20 在銅的精煉過程中，電解池中的電解質包括硫酸銅(II)溶液和硫酸，陽極是含有雜質的原銅，陰極則是一塊純度極高的薄銅片。

在陽極上，鐵和鋅比銅較易形成離子，因此在適當電壓下，陽極中的鐵和鋅會先行釋出電子。接着銅也釋出電子，形成銅(II)離子。其他的雜質如銀則會沉澱在容器的底部。

在陰極上，與鋅離子和鐵(II)離子相比，銅(II)離子是較強的氧化劑，所以銅(II)離子會在陰極放電，生成銅。

在精煉過程中，銅逐漸由陽極轉移至陰極。

21 在電解過程中，決定哪種離子優先放電的因素包括：

- 離子在電化序中的位置
- 溶液中離子的濃度
- 電極的性質

以電解極稀的氯化鈉溶液（用碳電極）為例，氫離子在電化序中的位置比鈉離子低，與鈉離子相比，氫離子是較強的氧化劑，所以氫離子會在陰極優先放電。氫氧離子在電化序中的位置比氯離子高，與氯離子相比，氫氧離子是較強的還原劑，所以氫氧離子會在陽極優先放電。

以電解濃氯化鈉溶液（用碳電極）為例，氯離子和氫氧離子被吸引至陽極。儘管與氯離子相比，氫氧離子是較強的還原劑，但溶液中氯離子的濃度遠高於氫氧離子的濃度，所以氯離子會在陽極優先放電。

以電解濃氯化鈉溶液（用汞陰極）為例，與氫離子相比，鈉離子是較弱的氧化劑。但如果採用汞陰極，鈉離子會在陰極優先放電，生成鈉。生成的鈉金屬會溶於汞，形成一種稱為鈉汞齊的合金。