

# CH 15 反應熱的測定

## 實習活動

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、卡計之比熱測定

##### 1. 數據記錄

卡計質量， $W_1$ (g)		
50 mL 冷水的質量， $W_2$ (g)		設水密度為 1 g/mL
50 mL 冷水之混合前溫度， $T_1$ (°C)		
50 mL 熱水的質量， $W_3$ (g)		設水密度為 1 g/mL
50 mL 熱水之混合前溫度， $T_2$ (°C)		
冷熱水混合後溫度， $T_3$ (°C)		

2. 卡計之比熱， $s_1$ ：\_\_\_\_\_  $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$  (設水比熱， $s_2$ ：1  $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ )

計算過程：

$$s_1 = \frac{W_3 \times s_2 \times (T_2 - T_3) - W_2 \times s_2 \times (T_3 - T_1)}{W_1 \times (T_3 - T_1)}$$



## 二、溶解熱的測定

### 1. 測定尿素溶於水之溶解熱

#### (1) 數據記錄

100 mL 水的質量， $W_4$ (g)		設水密度為 1 g/mL
尿素的質量， $W_5$ (g)		
反應前溶液的溫度， $T_4$ (°C)		
反應後溶液的溫度， $T_5$ (°C)		

#### (2) 結果分析(設溶液比熱與水相同)

溫度變化， $\Delta T_A$ (°C)		$\Delta T_A = T_5 - T_4$
卡計熱量變化， $\Delta H_{A1}$ (cal)		$\Delta H_{A1} = W_1 \times s_1 \times \Delta T_A$
溶液熱量變化， $\Delta H_{A2}$ (cal)		$\Delta H_{A2} = (W_4 + W_5) \times s_2 \times \Delta T_A$
總熱量變化， $\Delta H_A$ (cal)		$\Delta H_A = \Delta H_{A1} + \Delta H_{A2}$
尿素的莫耳數， $n_A$ (mol)		$n_A = \frac{W_5}{60}$
每莫耳尿素的反應熱， $\Delta H_{A'}$ (cal/mol)		$\Delta H_{A'} = \frac{-\Delta H_A}{n_A}$

計算過程：



2. 測定  $\text{NaOH}_{(s)}$  溶於水之溶解熱

## (1) 數據記錄

100 mL 水的質量, $W_6$ (g)		設水密度為 1 g/mL
NaOH 的質量, $W_7$ (g)		
反應前溶液的溫度, $T_6$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		
反應後溶液的溫度, $T_7$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		

## (2) 結果分析 (設溶液比熱與水相同)

溫度變化, $\Delta T_B$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		$\Delta T_B = T_7 - T_6$
卡計熱量變化, $\Delta H_{B1}$ (cal)		$\Delta H_{B1} = W_1 \times s_1 \times \Delta T_B$
溶液熱量變化, $\Delta H_{B2}$ (cal)		$\Delta H_{B2} = (W_6 + W_7) \times s_2 \times \Delta T_B$
總熱量變化, $\Delta H_B$ (cal)		$\Delta H_B = \Delta H_{B1} + \Delta H_{B2}$
NaOH 的莫耳數, $n_B$ (mol)		$n_B = \frac{W_7}{40}$
每莫耳 NaOH 的反應熱, $\Delta H_{B'}$ (cal/mol)		$\Delta H_{B'} = \frac{-\Delta H_B}{n_B}$

計算過程：



### 三、中和熱的測定

#### 1. 測定 $\text{NaOH}_{(s)}$ 與 $\text{HCl}_{(aq)}$ 溶液作用之反應熱

##### (1) 數據記錄

100 mL 0.25 M HCl 的質量， $W_8$ (g)		設溶液密度為 1 g/mL
NaOH 的質量， $W_9$ (g)		
反應前溶液的溫度， $T_8$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		
反應後溶液的溫度， $T_9$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		

##### (2) 結果分析(設溶液比熱與水相同)

溫度變化， $\Delta T_C$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		$\Delta T_C = T_9 - T_8$
卡計熱量變化， $\Delta H_{C1}$ (cal)		$\Delta H_{C1} = W_1 \times s_1 \times \Delta T_C$
溶液熱量變化， $\Delta H_{C2}$ (cal)		$\Delta H_{C2} = (W_8 + W_9) \times s_2 \times \Delta T_C$
總熱量變化， $\Delta H_C$ (cal)		$\Delta H_C = \Delta H_{C1} + \Delta H_{C2}$
NaOH 的莫耳數， $n_C$ (mol)		$n_C = \frac{W_9}{40}$
每莫耳 NaOH 的反應熱， $\Delta H_{C'}$ (cal/mol)		$\Delta H_{C'} = \frac{-\Delta H_C}{n_C}$

計算過程：

2. 測定  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  與  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  溶液作用之中和熱

## (1) 數據記錄

50 mL 0.5 M HCl 的質量, $W_{10}$ (g)		設溶液密度為 1 g/mL
50 mL 0.5 M NaOH 的質量, $W_{11}$ (g)		設溶液密度為 1 g/mL
反應前溶液的溫度, $T_{10}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		
反應後溶液的溫度, $T_{11}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		

## (2) 結果分析 (設溶液比熱與水相同)

溫度變化, $\Delta T_D$ ( $^{\circ}\text{C}$ )		$\Delta T_D = T_{11} - T_{10}$
卡計熱量變化, $\Delta H_{D1}$ (cal)		$\Delta H_{D1} = W_1 \times s_1 \times \Delta T_D$
溶液熱量變化, $\Delta H_{D2}$ (cal)		$\Delta H_{D2} = (W_{10} + W_{11}) \times s_2 \times \Delta T_D$
總熱量變化, $\Delta H_D$ (cal)		$\Delta H_D = \Delta H_{D1} + \Delta H_{D2}$
NaOH 的莫耳數, $n_D$ (mol)		$n_D = \text{體積莫耳濃度} \times \text{體積}$
中和熱, $\Delta H_{D'}$ (cal/mol)		$\Delta H_{D'} = \frac{-\Delta H_D}{n_D}$

計算過程：



## 問題與討論

1. NaOH 溶於水為何是放熱反應？
2. 請敘述黑斯定律。
3. 測量酸鹼中和熱時，為何不可使用固體酸或鹼？
4. 反應熱的測定實驗中，為何稱取固體氫氧化鈉時要迅速倒入？
5. 反應熱的測定實驗中，為何所使用之酸、鹼溶液需在一天以前配製完成並以密閉容器盛裝？



## 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. 化學反應前、後的物質熱含量變化值，稱為\_\_\_\_\_。
2. 若生成物熱含量高於反應物，則該反應必吸收熱量，稱為\_\_\_\_\_反應。
3. 若生成物熱含量低於反應物，則該反應必放出熱量，稱為\_\_\_\_\_反應。
4. 熱量單位換算：1 cal=\_\_\_\_\_kcal=\_\_\_\_\_J=\_\_\_\_\_BTU
5. 測量反應熱的裝置稱為卡計，其原理為利用\_\_\_\_\_定律，反應所吸收(或放出)之熱量會等於卡計所放出(或吸收)之熱量。
6. 一個化學反應不論中間經過什麼路徑，只要反應物的最初狀態與生成物的最終狀態固定，其反應熱必定相同，此稱為\_\_\_\_\_。
7. 溶質溶於足量溶劑中形成溶液所引起的熱量變化稱為\_\_\_\_\_。
8. 酸鹼反應時所放出之熱量，稱為\_\_\_\_\_。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 已知： $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 393.3 \text{ kJ}$ ，請問下列敘述何者錯誤？  
 (A)反應過程中，周遭溫度會上升  
 (B) $\Delta H < 0$   
 (C)此為吸熱反應  
 (D)產物熱含量較反應物熱含量低
- ( ) 2. 卡計測量反應熱主要為利用下列哪一個定律？  
 (A)質量不減定律 (B)能量不減定律 (C)電荷不減定律 (D)原子不減定律
- ( ) 3. 1 cal= ? J  
 (A)1.987 (B)4.18 (C)8.314 (D)252
- ( ) 4. 「化學反應不論中間經過什麼路徑，只要反應物的最初狀態與生成物的最終狀態固定，其反應熱必定相同」，此稱為什麼定律？  
 (A)黑斯定律 (B)庫侖定律 (C)亨利定律 (D)查理定律
- ( ) 5. 下列物質中，何者於水中溶解過程會吸熱？  
 (A)氧氣 (B)氯化氫 (C)硫酸鎂 (D)尿素



- ( ) 6. 下列兩個物質的混合過程中，若皆為相同的莫耳數，何者所放出熱量最少？  
(A)稀鹽酸與稀氫氧化鈉溶液 (B)稀鹽酸與固體氫氧化鈉  
(C)濃鹽酸與稀氫氧化鈉溶液 (D)濃鹽酸與固體氫氧化鈉
- ( ) 7. 實驗測定中和熱時，若以固體氫氧化鈉與稀鹽酸反應，其反應熱會較預期之中和熱大，是因為多了下列何種反應熱？  
(A)生成熱 (B)分解熱 (C)燃燒熱 (D)溶解熱
- ( ) 8. 反應熱與下列何者無關？  
(A)反應時的溫度 (B)反應物的莫耳數  
(C)反應物及生成物的狀態 (D)反應速率
- ( ) 9. 已知：  
$$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g}), \Delta\text{H} = a$$
$$\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}), \Delta\text{H} = b$$
$$\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}), \Delta\text{H} = c$$
  
求反應  $\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  之 $\Delta\text{H}$  為多少？  
(A) $a + 2b + c$  (B) $a + 2b - c$  (C) $a - 2b + c$  (D) $a - 2b - c$
- ( ) 10. 某物質 1 mol 於水中溶解過程可以放出 1000 cal 的熱量，現在若將 1 mol 該物質放在重量 100 g 錐形瓶中並溶於 80 g 水，可使水與錐形瓶由 20°C 上升到多少°C？  
(水的比熱為  $1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ 、錐形瓶的比熱為  $0.2 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ )  
(A)25°C (B)30°C (C)35°C (D)40°C

## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 小明進行實驗測量中和熱，實驗步驟如下：
- (1)準備 50 mL 0.5 M 之 HCl 溶液與 50 mL 0.5 M NaOH 溶液，測量溫度為 27°C。
- (2)將兩溶液倒入卡計中混合，並迅速蓋好杯蓋。
- (3)持續攪拌卡計內溶液至達熱平衡，溫度為 30°C。
- 則中和過程，共放出若干 cal 的熱量？(設卡計共 10 克、比熱為 0.55 cal/(g·°C)；溶液密度為 1 g/cm<sup>3</sup>；溶液比熱為 1 cal/(g·°C))
- (A)158.3 cal (B)316.5 cal (C)633.0 cal (D)949.5 cal
- ( ) 2. 承上題，則中和熱為若干 kcal/mol？
- (A)6.33 kcal/mol (B)12.66 kcal/mol (C)-6.33 kcal/mol (D)-12.66 kcal/mol
- ( ) 3. 下列何者為黑斯(G. H. Hess)所提出？
- (A)化學反應不論中間經過什麼路徑，只要反應物的最初狀態與生成物的最終狀態固定，其反應熱必定相同
- (B)光穿透樣品溶液時，光的吸收度與莫耳吸光係數、光徑長、濃度三者均呈正比
- (C)電解同一物質所析出之產物質量與通入電量成正比
- (D)反應前的反應物總質量與反應後的生成物或未反應物總質量必然相同
- ( ) 4. 將 60 mL 冷水放入重量 10 克的保麗龍杯後，測量其水溫為 28°C，另將 50 mL 的 45°C 熱水倒入保麗龍杯內與冷水混合，冷熱水達熱平衡之溫度為 37°C，則可推測保麗龍杯的比熱為若干 cal/(g·°C)？(設水的密度為 1 g/mL、比熱為 1 cal/(g·°C))
- (A)0.77 cal/(g·°C) (B)0.55 cal/(g·°C) (C)0.33 cal/(g·°C) (D)0.11 cal/(g·°C)
- ( ) 5. 小華利用鹽酸與氫氧化鈉測定酸鹼中和熱時，實驗測量的中和熱比理論值大，可能為下列何種因素造成？
- (A)小華使用稀鹽酸 (B)小華使用固體氫氧化鈉
- (C)小華的實驗反應容器之保溫效果差 (D)小華鹽酸加太少
- ( ) 6. 下列為測量尿素溶解熱的實驗步驟：
- 甲、將溫度計、保麗龍杯洗淨並以紙巾擦乾。
- 乙、取 100 mL 蒸餾水倒入保麗龍杯中，靜置 3 分鐘後測量水溫並記錄。
- 丙、稱取 3 克尿素倒入保麗龍杯中，並迅速蓋好杯蓋、插上溫度計與攪拌棒。
- 丁、持續攪拌至溫度不再上升，記錄溫度。
- 則以上步驟何者錯誤？
- (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)丁



- ( ) 7. 進行反應熱測定實驗時，關於溫度計的使用敘述，下列何者錯誤？  
(A)應由同一人讀取溫度計 (B)溫度計放入溶液中應立即讀取  
(C)水銀球部分要完全浸入溶液中 (D)讀取新溶液前須沖洗乾淨
- ( ) 8. 小華將等質量的 70°C 熱水和 0°C 的冰塊在絕熱的保溫杯中混合，則混合後的溫度為何？ (水的比熱為  $1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ ，冰的熔化熱為  $80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$ )  
(A)0°C (B)5°C (C)35°C (D)70°C
- ( ) 9. 下列哪一種容器較適合用來測量酸鹼中和之反應熱？  
(A)玻璃燒杯 (B)紙杯 (C)瓷杯 (D)保麗龍杯 (E)不鏽鋼杯
- ( ) 10. 將 20 克的鐵(比熱為  $0.106 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$ )加熱，使溫度由 25°C 提升至 35°C 所需的熱量為：  
(A)10.6 (B)5.3 (C)100 (D)21.2 卡

【93 統測】



# CH 16 反應速率與平衡的測定

## 實習活動 I—反應速率測定(濃度與溫度的影響)

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、濃度對反應速率的影響

##### 1. 原溶液濃度

(1) 溶液 A， $[\text{IO}_3^-]_0$ ：\_\_\_\_\_M

(2) 溶液 B， $[\text{HSO}_3^-]_0$ ：\_\_\_\_\_M

##### 2. 數據記錄

項次	原溶液 A 之 $[\text{IO}_3^-]$			原溶液 B 之 $[\text{HSO}_3^-]$		變色時間， $t_n$ (s)
	溶液 A， $V_A$ (mL)	去離子水， $V_a$ (mL)	稀釋後濃度， $[\text{IO}_3^-]_m$ (M)	體積 (mL)	濃度， $[\text{HSO}_3^-]_0$ (M)	
1	10	0		10		
2	8	2		10		
3	6	4		10		
4	4	6		10		
5	2	8		10		

計算過程：

$$\text{原溶液稀釋後}[\text{IO}_3^-]_m = [\text{IO}_3^-]_0 \times \frac{V_A}{V_A + V_a}$$



### 3. 結果分析

項次	混合後 $[\text{IO}_3^-]_n$ (M)	混合後 $[\text{HSO}_3^-]_n$ (M)	$\text{HSO}_3^-$ 反應速率, $R_n$ (M/s)
1			
2			
3			
4			
5			

計算過程：

$$[\text{IO}_3^-]_n = [\text{IO}_3^-]_m \times \frac{10 \text{ mL}}{20 \text{ mL}}$$

$$[\text{HSO}_3^-]_n = [\text{HSO}_3^-]_0 \times \frac{10 \text{ mL}}{20 \text{ mL}}$$

$$R_n = \frac{[\text{HSO}_3^-]_n}{t_n}$$

### 4. 反應速率與 $[\text{IO}_3^-]$ 的幾次方成正比？\_\_\_\_\_

計算過程：(以第一次與第二次的反應速率、濃度關係做比較)

$$\text{設 } R = k[\text{IO}_3^-]^m[\text{HSO}_3^-]^n$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{k[\text{IO}_3^-]_1^m[\text{HSO}_3^-]^n}{k[\text{IO}_3^-]_2^m[\text{HSO}_3^-]^n} = \left(\frac{[\text{IO}_3^-]_1}{[\text{IO}_3^-]_2}\right)^m$$



## 二、溫度對反應速率的影響

## 1. 原溶液濃度

(1) 溶液 A,  $[\text{IO}_3^-]_0$ : \_\_\_\_\_ M(2) 溶液 B,  $[\text{HSO}_3^-]_0$ : \_\_\_\_\_ M

## 2. 混合後溶液濃度

(1)  $[\text{IO}_3^-]$ : \_\_\_\_\_ M(2)  $[\text{HSO}_3^-]$ : \_\_\_\_\_ M

計算過程：

$$\text{混合後}[\text{IO}_3^-] = [\text{IO}_3^-]_0 \times \frac{5 \text{ mL}}{20 \text{ mL}}$$

$$\text{混合後}[\text{HSO}_3^-] = [\text{HSO}_3^-]_0 \times \frac{10 \text{ mL}}{20 \text{ mL}}$$

## 3. 數據記錄與分析

反應溫度(°C)	反應時間, $\theta$ (s)	$\text{HSO}_3^-$ 反應速率, R(M/s)
35		
30		
25		
20		
15		
10		
5		

計算過程：

$$R = \frac{[\text{HSO}_3^-]}{\theta}$$

## 4. 由實驗結果可知溫度增加, 反應速率會 \_\_\_\_\_ (加快/減慢)



### 問題與討論

1. 反應速率測定的實驗中，為利用碘酸鉀與亞硫酸氫鈉的反應觀察反應速率，請問此實驗中，何者為限量試劑？
2. 反應速率常數會受哪些因素影響？
3. 本實驗中測定溫度對反應速率的影響時，為何實驗溫度應控制於 50°C 以下？
4. 本實驗的 B 溶液可否留至隔天給其他班同學操作？會有什麼影響？
5. 溫度升高可使反應速率提升，主要是什麼原因？



## 實習活動 II—平衡常數測定(濃度與溫度的影響)

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、濃度對平衡的影響

1. KSCN 溶液顏色：\_\_\_\_\_
2. KSCN 溶液加入  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液後顏色：\_\_\_\_\_
3. A 試管加入 NaOH 後的溶液顏色變化(可與 D 試管對照)：\_\_\_\_\_
4. B 試管加入  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  後的溶液顏色變化(可與 D 試管對照)：\_\_\_\_\_
5. C 試管加入 KSCN 後的溶液顏色變化(可與 D 試管對照)：\_\_\_\_\_

#### 二、溫度對平衡的影響

1. 二氧化氮於室溫下的顏色：\_\_\_\_\_
2. 室溫下，A、B、C 注射筒內氣體體積：\_\_\_\_\_ mL
3. 將 A、B 注射筒置於熱水中
  - (1)熱水溫度：\_\_\_\_\_ °C
  - (2)請依實驗比較下列體積大小 (填上>、<、=)
    - ①加熱後之 A 注射筒內氣體體積\_\_\_\_\_ 10 mL
    - ②加熱後之 B 注射筒內氣體體積\_\_\_\_\_ 10 mL
    - ③加熱後，A 注射筒內氣體體積\_\_\_\_\_ B 注射筒內氣體體積
  - (3)加熱後的 A 注射筒內氣體顏色變化(可與 C 注射筒對照)：\_\_\_\_\_
  - (4)加熱後的 B 注射筒內氣體顏色變化：\_\_\_\_\_
4. 將 A、B 注射筒置於冰水中
  - (1)冰水溫度：\_\_\_\_\_ °C
  - (2)請依實驗比較下列體積大小 (填上>、<、=)
    - ①冷卻後之 A 注射筒內氣體體積\_\_\_\_\_ 10 mL
    - ②冷卻後之 B 注射筒內氣體體積\_\_\_\_\_ 10 mL
    - ③冷卻後，A 注射筒內氣體體積\_\_\_\_\_ B 注射筒內氣體體積



(3)冷卻後的 A 注射筒內氣體顏色變化(可與 C 注射筒對照)：\_\_\_\_\_

(4)冷卻後的 B 注射筒內氣體顏色變化：\_\_\_\_\_

### 三、壓力對平衡的影響

1. 增加 A 注射筒內氣體體積以減壓

(1)立即觀察 A 注射筒內氣體顏色變化(可與 C 注射筒對照)：\_\_\_\_\_

(2)保持減壓狀態數分鐘以達平衡，觀察筒內氣體顏色變化：\_\_\_\_\_

2. 減少 A 注射筒內氣體體積以加壓

(1)立即觀察 A 注射筒內氣體顏色變化(可與 C 注射筒對照)：\_\_\_\_\_

(2)保持減壓狀態數分鐘以達平衡，觀察筒內氣體顏色變化：\_\_\_\_\_

### 四、比色法測平衡常數

1. 原溶液濃度

(1)[Fe<sup>3+</sup>]<sub>0</sub>=\_\_\_\_\_M

(2)[SCN<sup>-</sup>]<sub>0</sub>=\_\_\_\_\_M

2. 數據記錄

編號，n	溶液高度，b <sub>xn</sub> (cm)	1 號溶液抽取至與 2~6 號顏色相同之高度，b <sub>yn</sub> (cm)
2 號		
3 號		
4 號		
5 號		
6 號		

3. 結果分析

編號，n	混合後初濃度		平衡濃度			平衡常數，K
	[Fe <sup>3+</sup> ] <sub>n</sub>	[SCN <sup>-</sup> ] <sub>n</sub>	[FeSCN <sup>2+</sup> ] <sub>n'</sub>	[Fe <sup>3+</sup> ] <sub>n'</sub>	[SCN <sup>-</sup> ] <sub>n'</sub>	
1 號						
2 號						
3 號						
4 號						
5 號						
6 號						



計算過程：

混合後初濃度

$$[\text{Fe}^{3+}]_n = [\text{Fe}^{3+}]_{n-1} \times \frac{10 \text{ mL}}{20 \text{ mL}}$$

$$[\text{SCN}^-]_n = [\text{SCN}^-]_0 \times \frac{10 \text{ mL}}{20 \text{ mL}}$$

平衡濃度

$$[\text{FeSCN}^{2+}]_1 = [\text{SCN}^-]_1 \text{ (設 } \text{SCN}^- \text{ 完全作用)}$$

$$[\text{FeSCN}^{2+}]_n = [\text{FeSCN}^{2+}]_1 \times \frac{b_{yn}}{b_{xn}}$$

$$[\text{Fe}^{3+}]_n = [\text{Fe}^{3+}]_n - [\text{FeSCN}^{2+}]_n,$$

$$[\text{SCN}^-]_n = [\text{SCN}^-]_n - [\text{FeSCN}^{2+}]_n,$$

$$K = \frac{[\text{FeSCN}^{2+}]_n}{[\text{Fe}^{3+}]_n [\text{SCN}^-]_n}$$

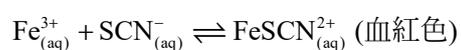
### 問題與討論

1. 請簡述何謂勒沙特列原理？

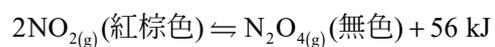


2. 鉻酸鉀、二鉻酸鉀溶液各呈何種顏色？兩種溶液在何種環境下較安定？

3. 平衡常數測定實驗中，在已達平衡的反應，反應式如下。請問加入氫氧化鈉會使溶液顏色發生什麼變化？為什麼？



4. 平衡常數測定實驗中，已達平衡的反應，反應式如下。請問提高溫度會使氣體顏色發生什麼變化？試利用勒沙特列原理解釋原因？



5. 平衡常數測定實驗中，以兩個針筒分別抽二氧化氮、空氣各 10 mL 後密封，置於熱水浴加熱後，可以發現哪個針筒體積較大？為什麼？

## 實習活動 III—溶度積測定(如：草酸鎂)

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、草酸鎂於水中的溶解度

1. 草酸鎂重， $m_0$ ：\_\_\_\_\_g
2. 蒸餾水體積， $V$ ：\_\_\_\_\_mL，相當於\_\_\_\_\_L
3. 濾紙重， $m_1$ ：\_\_\_\_\_g
4. 過濾並乾燥後，濾紙與草酸鎂重， $m_2$ ：\_\_\_\_\_g
5. 飽和溶液中草酸鎂重， $m_3$ ：\_\_\_\_\_g ( $m_3 = m_0 + m_1 - m_2$ )

計算過程：

6. 飽和溶液中草酸鎂濃度， $C_M$ ：\_\_\_\_\_M (設溶劑體積與溶液體積相同)

計算過程：

$$C_M = \frac{m_3}{V(L)} \times \frac{148}{148}$$

7. 草酸鎂溶度積， $K_{sp}$ ：\_\_\_\_\_

計算過程：

$$K_{sp} = [Mg^{2+}][C_2O_4^{2-}] = [C_2O_4^{2-}]^2 = C_M^2$$



## 二、測定飽和濾液的離子濃度

1. 草酸鎂飽和溶液體積， $V_0$ ：\_\_\_\_\_mL
2. 過錳酸鉀濃度， $[\text{MnO}_4^-]$ ：\_\_\_\_\_M
3. 過錳酸鉀第一次滴定

初讀數， $V_{a1}$ (mL)	
末讀數， $V_{a2}$ (mL)	
滴定體積， $V_1$ (mL) ( $V_1 = V_{a2} - V_{a1}$ )	

4. 過錳酸鉀第二次滴定

初讀數， $V_{b1}$ (mL)	
末讀數， $V_{b2}$ (mL)	
滴定體積， $V_2$ (mL) ( $V_2 = V_{b2} - V_{b1}$ )	

5. 草酸根離子濃度

(1) 第一次， $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_1$ ：\_\_\_\_\_M ( $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_1 = [\text{MnO}_4^-] \times \frac{V_1}{V_0} \times \frac{5}{2}$ )

(2) 第二次， $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_2$ ：\_\_\_\_\_M ( $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_2 = [\text{MnO}_4^-] \times \frac{V_2}{V_0} \times \frac{5}{2}$ )

(3) 平均， $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$ ：\_\_\_\_\_M ( $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = \frac{[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_1 + [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]_2}{2}$ )

計算過程：

6. 草酸鎂溶度積， $K_{sp}$ ：\_\_\_\_\_ ( $K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^2$ )

計算過程：



### 問題與討論

1. 溶度積測定實驗中，除課本中的操作方法外，是否可以其他方法測得溶度積？請說明。
2. 溶度積測定實驗中，過濾飽和草酸鎂溶液後，為何沖洗燒杯內殘餘溶液要用冰水而不用熱水？
3. 以過錳酸鉀滴定草酸鎂的實驗，是否可以硝酸取代硫酸？為什麼？
4. 以過錳酸鉀滴定草酸鎂溶液時，草酸鎂溶液為何要加熱？
5. 以過錳酸鉀滴定草酸鎂溶液，達滴定終點時，溶液顏色有什麼變化？為什麼？



## 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

- \_\_\_\_\_即指單位時間內，反應物濃度的減少量或產物濃度的增加量。
- 影響反應速率的因素有反應物的本性、\_\_\_\_\_、溫度、\_\_\_\_\_、接觸面積。
- \_\_\_\_\_是指有參與反應以改變反應速率，但反應前後質量不改變的物質。
- 反應速率常數受物質本性、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_影響。
- 正反應和逆反應可同時進行的反應即稱為\_\_\_\_\_。
- 定溫下，在密閉系統的可逆反應中，當正反應與逆反應速率相等時，反應即達到平衡狀態，稱為\_\_\_\_\_。
- 某個反應式如下，當達平衡時，各生成物濃度的係數次方相乘積，除以反應物濃度的係數次方相乘積，所得的商稱為\_\_\_\_\_。
- 平衡常數僅受\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_影響，與濃度、壓力、催化劑無關。
- 勒沙特列原理：在已達平衡的可逆反應中，加入可影響平衡的因素，如濃度、壓力、溫度等，會造成正、逆反應速率不同，此時反應會傾向\_\_\_\_\_此影響因素的方向移動，以達新的平衡。
- 朗伯-比爾定律：當光穿透樣品溶液時，光的\_\_\_\_\_與莫耳吸光係數、光徑長、濃度三者均呈正比。
- 過量的微溶鹽加入水中，溶解後仍有部分固體殘存於溶液中時，此時鹽溶解成離子的速率與各離子間再度結合析出固體的速率相等而達動態平衡，其平衡常數稱為\_\_\_\_\_。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 反應速率常數與下列何者無關？  
(A)物質本性 (B)溫度 (C)濃度 (D)催化劑
- ( ) 2. 增加濃度可使反應速率增加的原因為下列何者？  
(A)粒子動能增加 (B)粒子碰撞頻率增加  
(C)反應活化能降低 (D)速率常數增加



- ( ) 3. 增加溫度可使反應速率增加的主要原因為下列何者？  
 (A)粒子位能增加 (B)粒子碰撞頻率增加  
 (C)反應活化能降低 (D)超過低限能的粒子數增加
- ( ) 4. 若溫度每升高  $10^{\circ}\text{C}$  可使反應速率增加 1 倍，現在將溫度增加  $40^{\circ}\text{C}$ ，則反應速率變為原本的多少倍？  
 (A)4 (B)8 (C)16 (D)32
- ( ) 5. 於反應中加入催化劑無法改變下列何者？  
 (A)反應速率 (B)活化能 (C)反應級數 (D)反應熱
- ( ) 6. 利用碘酸鉀與亞硫酸氫鈉的快速反應，由其明顯變色現象測量反應時間即可求得反應速率，請問此變色現象是下列何者與澱粉發生反應？  
 (A) $\text{IO}_3^-$  (B) $\text{HSO}_3^-$  (C) $\text{I}^-$  (D) $\text{I}_2$
- ( ) 7. 加入催化劑無法改變下列何者？  
 (A)分子動能 (B)活化能 (C)反應機構 (D)反應速率
- ( ) 8. 某氣相反應： $2\text{A}_{(\text{g})} + \text{B}_{(\text{g})} \rightarrow \text{C}_{(\text{g})}$ ，其速率方程式可表示為  $R = k[\text{A}]^2[\text{B}]$ ，則在定溫下，將反應氣體壓力壓縮為原來的 2 倍時，反應速率為未壓縮時的多少倍？  
 (A)16 (B)8 (C)4 (D)2
- ( ) 9. 在常溫下測定反應： $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  的反應速率，反應物的起始濃度與生成物的生成速率之實驗數據如下表，若此反應的反應速率定律式為  $R = k[\text{A}]^x[\text{B}]^y$ ，則請問  $x = ?$

實驗次數	反應物起始濃度(M)		C 的生成速率(M/s)
	A	B	
1	0.1	0.2	$4 \times 10^{-4}$
2	0.2	0.4	$3.2 \times 10^{-3}$
3	0.1	0.6	$3.6 \times 10^{-3}$

- (A)1 (B)2 (C)3 (D)4
- ( ) 10. 承上題，請問反應速率常數(k)為下列何者？  
 (A) $0.1 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (B) $0.2 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (C) $0.3 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (D) $0.4 \text{ M}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$
- ( ) 11. 下列何者可改變平衡常數？  
 (A)反應物濃度 (B)反應溫度 (C)反應壓力 (D)催化劑
- ( ) 12. 化學反應達平衡後，下列敘述何者錯誤？  
 (A)各成分濃度會相同 (B)正、逆反應速率相同  
 (C)為動態平衡 (D)顏色會保持固定



- ( ) 13. 有一個反應之反應式如下。  

$$A_{(g)} + 3B_{(g)} \rightleftharpoons 2C_{(g)}$$
 已知達平衡時之濃度分別為 $[A]=1.125$ 、 $[B]=0.4$ 、 $[C]=0.6$  M，則平衡常數為？  
 (A)0.2 (B)0.8 (C)3.75 (D)5
- ( ) 14. 下列何者可使鉻酸鉀溶液變成橙色？  
 (A)氨水 (B)氫氧化鈉 (C)醋酸 (D)以上皆可
- ( ) 15. 有一個已達平衡之溶液，其反應式如下。  

$$Fe^{3+}_{(aq)} + SCN^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons FeSCN^{2+}_{(aq)}$$
 請問加入下列何者可使溶液顏色變淺？  
 (A)NaOH (B)FeCl<sub>3</sub> (C)KSCN (D)K<sub>2</sub>FeSCN
- ( ) 16. 承上題，請問加入下列何者可使平衡向右移動？  
 (A)K<sub>2</sub>FeSCN (B)H<sub>2</sub>O (C)NH<sub>4</sub>SCN (D)KOH
- ( ) 17. 有一密閉容器，其內部氣體已達平衡，反應式如下。  

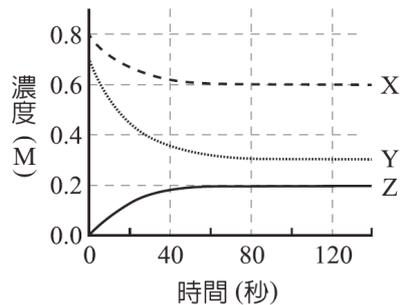
$$2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)} + 56 \text{ kJ}$$
 請問下列敘述何者錯誤？  
 (A)降低溫度可使氣體顏色變深  
 (B)減少氣體體積可使氣體顏色變深  
 (C)此反應為放熱反應  
 (D)NO<sub>2</sub> 為紅棕色氣體
- ( ) 18. 承上題，請問下列何種條件可使平衡向右移動？  
 (A)降低溫度 (B)加入 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (C)移除 NO<sub>2</sub> (D)降低壓力
- ( ) 19. 下列反應式中，何者  $K_p = K_c$  ？  
 (A) $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$  (B) $2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$   
 (C) $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$  (D) $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$
- ( ) 20. 取兩支乾淨比色管裝有不同濃度的 FeSCN<sup>2+</sup> 溶液，編號甲、乙。將兩管一同置於內含日光燈的玻璃板上，使光源在下，眼睛在上面作偵測器。當兩管顏色之深淺強度相等時，甲溶液高度為 6 cm、乙溶液高度為 8 cm，現已知甲溶液的 [FeSCN<sup>2+</sup>] 為 0.001 M，則乙溶液之 [FeSCN<sup>2+</sup>] 為若干 M？  
 (A) $1.33 \times 10^{-2}$  (B) $1.33 \times 10^{-3}$  (C) $7.5 \times 10^{-3}$  (D) $7.5 \times 10^{-4}$
- ( ) 21. 測量草酸鎂溶解度的實驗中，關於以丙酮沖洗沉澱物的操作，下列敘述何者錯誤？  
 (A)可洗淨表面雜質 (B)可使沉澱物較易乾燥  
 (C)可溶解適量草酸鎂 (D)可以滴管吸取丙酮沖洗沉澱物

- ( ) 22. 已知  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  之溶解度為  $S(\text{M})$ ，則請問  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  之  $K_{\text{sp}}$  可以下列何者表示？  
 (A)  $S^2$  (B)  $S^3$  (C)  $4S^2$  (D)  $4S^3$
- ( ) 23. 以過錳酸鉀滴定草酸鎂溶液時最適合的溶液溫度為？  
 (A)  $30^\circ\text{C}$  (B)  $50^\circ\text{C}$  (C)  $70^\circ\text{C}$  (D)  $90^\circ\text{C}$
- ( ) 24. 以過錳酸鉀滴定草酸鎂溶液，達滴定終點時，溶液顏色會變為淡粉紅色，是因為溶液中有下列何種離子？  
 (A)  $\text{MnO}_4^-$  (B)  $\text{Mn}^{2+}$  (C)  $\text{Mg}^{2+}$  (D)  $\text{K}^+$
- ( ) 25. 已知  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  的  $K_{\text{sp}}$  為  $8.89 \times 10^{-17}$ ，則  $\text{Ag}_3\text{PO}_4$  於水中的溶解度為多少  $\text{M}$ ？  
 (A)  $3.09 \times 10^{-6}$  (B)  $9.71 \times 10^{-5}$  (C)  $7.38 \times 10^{-5}$  (D)  $4.26 \times 10^{-5}$

## 大顯身手

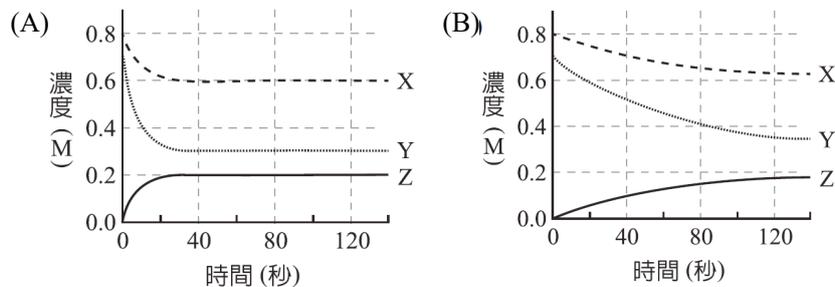
成績：\_\_\_\_\_

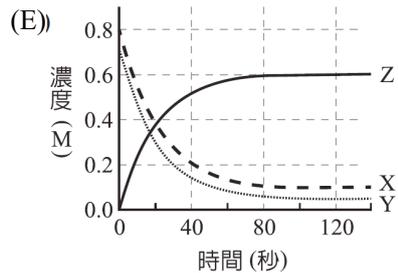
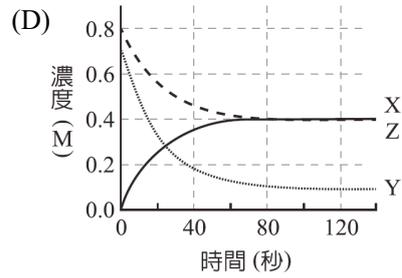
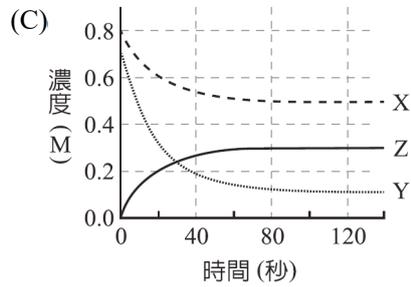
- ( ) 1. 在固定體積的密閉容器內，置入 X 和 Y 兩種氣體反應物後，會生成一種 Z 氣體產物，下圖表示反應物和產物的濃度隨反應時間的變化關係。



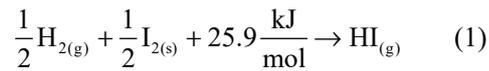
試根據上文判斷下列哪一項可表示 X 和 Y 的化學反應式？

- (A)  $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{Z}$  (B)  $\text{X} + 2\text{Y} \rightarrow \text{Z}$   
 (C)  $2\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{Z}$  (D)  $\text{X} + \text{Y} \rightarrow 2\text{Z}$   
 (E)  $\text{X} + 2\text{Y} \rightarrow 2\text{Z}$
- ( ) 2. 承上題，若於相同的反應條件下，但在 X 和 Y 反應開始時加入催化劑，下列哪一圖最可表示反應物和產物的濃度隨反應時間的變化？





( ) 3. 已知碘化氫在 25°C，1 atm 的熱化學反應式如下：

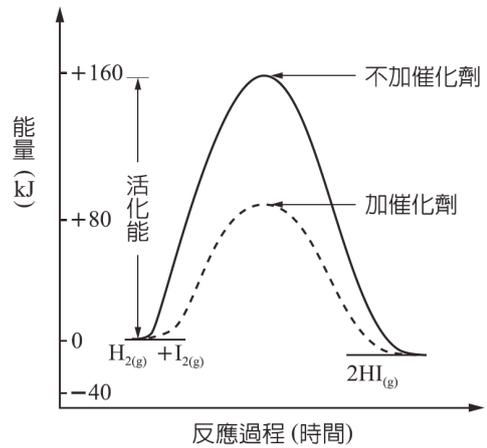


式(1)中 25.9 kJ/mol 為 HI(g) 的莫耳生成熱。碘化氫的生成及分解反應為一可逆的平衡反應，其熱化學反應式如下：

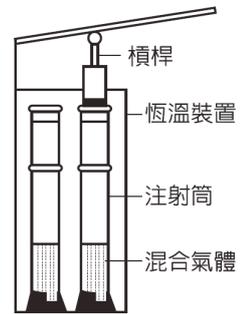


而其反應過程和能量的關係如附圖。根據上文與附圖，下列何者敘述錯誤？

- (A) 在式(2)，碘化氫的生成為放熱反應
- (B) 碘的昇華(固相變為氣相)為吸熱反應
- (C) 加入催化劑時，只增加碘化氫的生成速率
- (D) 若式(2)正反應的活化能為 169 kJ 時，逆反應的活化能則為 178 kJ



- ( ) 4. 在兩隻 100 mL 注射筒內裝入相同的混合氣體 80 mL，此混合氣體含有已達到平衡的  $\text{NO}_2$ (紅棕色)和  $\text{N}_2\text{O}_4$ (無色)兩種氣體，裝置如附圖。下列有關此平衡系的敘述，何者錯誤？
- (A)兩筒內  $\text{NO}_2$  的莫耳數一樣多  
 (B)壓下槓桿五秒鐘後，右筒內的顏色加深  
 (C)壓下槓桿五秒鐘後，兩筒內的顏色不變  
 (D)壓下槓桿五秒鐘後，再將槓桿拉回原位，經過一段時間後，兩筒內的顏色一樣  
 (E)此平衡系的反應式，其係數總和為 3



- ( ) 5. 假設 A、B、C 為三種理想氣體，在一密閉容器中，此三種氣體在  $25^\circ\text{C}$  時之初濃度及平衡濃度值如下表。

化合物	A	B	C
初濃度(mol/L)	0.1	0.2	0
平衡濃度(mol/L)	0.05	0.05	0.1

試問下列敘述何者錯誤？

- (A)若有 1 莫耳 A 與 3 莫耳 B 完全反應，則可生成 2 莫耳 C  
 (B)若平衡反應式為  $\frac{1}{2} \text{A} + \frac{3}{2} \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ ，則其在  $25^\circ\text{C}$  之濃度平衡常數為 40  
 (C)此一反應平衡時，B 氣體之分壓為 A 之 3 倍  
 (D)此一反應平衡時，氣體 C 之莫耳分率為  $\frac{1}{2}$   
 (E)此一反應平衡時，系統之總壓力為 4.9 大氣壓
- ( ) 6. 以過錳酸鉀滴定草酸鎂溶液，達滴定終點時，溶液顏色有什麼變化？  
 (A)無色→淡粉紅色 (B)無色→黃色 (C)淡粉紅色→無色 (D)黃色→無色
- ( ) 7. 已知密閉系統中進行平衡反應  $\text{A}_{(\text{g})} + 2 \text{B}_{(\text{g})} \rightleftharpoons \text{C}_{(\text{g})} + \text{D}_{(\text{g})}$ ；該反應為放熱反應，則下列敘述何者正確？  
 (A)溫度上升則平衡常數變大  
 (B)定溫下，系統體積縮小平衡向右改變  
 (C)定溫下，系統注入氣體 C 平衡向右改變  
 (D)定溫下，系統移走氣體 B 平衡向右改變
- ( ) 8. 對於溶度積( $K_{\text{sp}}$ )的敘述，下列何者正確？  
 (A)  $K_{\text{sp}}$  愈大溶解度愈小  
 (B)  $K_{\text{sp}}$  愈小愈容易生成沉澱  
 (C)溶解度高的鹽類如 NaCl 常用溶度積表示溶解度  
 (D)  $K_{\text{sp}}$  大小與溫度無關



- ( ) 9. 在已平衡的化學反應  $2 \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  中，加入下列何者可使平衡向左移動？  
 (A)  $\text{NaOH}(\text{aq})$  (B)  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$  (C)  $\text{HCl}(\text{aq})$  (D)  $\text{NaCl}(\text{aq})$  【91 統測】
- ( ) 10. 對化學反應  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$  的平衡常數  $K_p$  與  $K_c$  的關係，下列何者正確？  
 (A)  $K_p > K_c$  (B)  $K_p = K_c$  (C)  $K_p < K_c$  (D)  $K_p = K_c^2$  【92 統測】
- ( ) 11. 對平衡反應  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) + 14.1 \text{ kcal} \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(\text{g})$ ，加入下列何種因素可以改變反應的平衡常數？  
 (A) 擴大平衡系統的總體積  
 (B) 定壓下，外加  $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$  進入平衡系統中  
 (C) 改變平衡系統的溫度  
 (D) 定壓下，外加  $\text{He}(\text{g})$  進入平衡系統中 【92 統測】
- ( ) 12. 在  $25^\circ\text{C}$  時，若  $\text{PbCl}_2$  於水中之溶解度為  $1.6 \times 10^{-2} \text{ M}$ ，則溶解度積為何？  
 (A)  $2.0 \times 10^{-6}$  (B)  $8.0 \times 10^{-6}$  (C)  $1.6 \times 10^{-5}$  (D)  $1.0 \times 10^{-4}$  【93 統測】
- ( ) 13. 一化學反應  $2\text{HCl}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   
 反應速率為： $R = K[\text{NO}_2][\text{HCl}]$ ，在一定溫度下將反應混合氣體的體積壓縮至原體積一半時，反應速率變為原速率的多少倍？  
 (A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 8 【94 統測】
- ( ) 14. 在  $0.04 \text{ M NaF}$  溶液中， $\text{CaF}_2$  ( $K_{sp} = 4.0 \times 10^{-11}$ ) 的溶解度為多少？  
 (A)  $2.5 \times 10^{-8} \text{ M}$  (B)  $1.0 \times 10^{-9} \text{ M}$   
 (C)  $5.0 \times 10^{-10} \text{ M}$  (D)  $4.0 \times 10^{-11} \text{ M}$  【94 統測】
- ( ) 15. 混合等體積之  $0.4 \text{ M Pb}(\text{NO}_3)_2$  和未知濃度  $\text{NaCl}$  的水溶液，若欲得到  $\text{PbCl}_2$  的飽和溶液，則  $\text{NaCl}(\text{aq})$  的濃度約為多少  $\text{M}$ ？(已知  $\text{PbCl}_2$  的  $K_{sp} = 2 \times 10^{-5}$ ，反應方程式：  
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{NaCl}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Na}^+(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$ )  
 (A) 0.02 (B) 0.01 (C) 0.2 (D) 0.1 【95 統測】
- ( ) 16. 在常溫常壓下，下列哪一項化學反應最快？  
 (A)  $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$   
 (B)  $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3(\text{g})$   
 (C)  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$   
 (D)  $2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  【96 統測】

- ( ) 17. 若  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  的  $K_{\text{sp}} = 9.0 \times 10^{-12}$   
 $\text{AgCl}$  的  $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-10}$   
 現在將 50 毫升含有  $\text{Cl}^-$  與  $\text{CrO}_4^{2-}$ ，濃度皆為  $2.0 \times 10^{-4} \text{ M}$  的水溶液，與另一 50 毫升含有  $\text{Ag}^+$  濃度為  $2.0 \times 10^{-2} \text{ M}$  的水溶液混合，則：
- (A) 會生成  $\text{AgCl}$  與  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉澱  
 (B) 只生成  $\text{AgCl}$  沉澱，但不生成  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉澱  
 (C) 只生成  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  沉澱，但不生成  $\text{AgCl}$  沉澱  
 (D) 沒有任何沉澱生成 【96 統測】
- ( ) 18. 已知  $25^\circ\text{C}$  時  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  的溶度積常數  $K_{\text{sp}} = 1.6 \times 10^{-19}$ ，請問  $25^\circ\text{C}$  時  $\text{Cu}(\text{OH})_{2(\text{s})}$  在  $0.10 \text{ M}$  的  $\text{NaOH}$  水溶液中的溶解度為多少  $\text{M}$ ？  
 (A)  $8.0 \times 10^{-19}$  (B)  $4.0 \times 10^{-18}$  (C)  $1.6 \times 10^{-17}$  (D)  $3.4 \times 10^{-7}$  【97 統測】
- ( ) 19. 在  $25^\circ\text{C}$  時，測定反應： $\text{X} + \text{Y} \rightarrow \text{Z}$  中，反應物於不同起始濃度時，生成物的生成速率之實驗數據如下表，若上述反應的反應速率定律式為  $R = k[\text{X}]^m[\text{Y}]^n$ ，則反應速率常數  $k$  為何？

實驗次數	反應物起始濃度(M)		Z 的生成速率 (M/sec)
	X	Y	
1	0.1	0.2	$4.0 \times 10^{-4}$
2	0.2	0.4	$3.2 \times 10^{-3}$
3	0.4	0.2	$6.4 \times 10^{-3}$

- (A)  $0.02 \text{ M}^{-1}\text{sec}^{-1}$  (B)  $0.10 \text{ M}^{-2}\text{sec}^{-1}$  (C)  $0.20 \text{ M}^{-2}\text{sec}^{-1}$  (D)  $1.00 \text{ M}^{-3}\text{sec}^{-1}$  【99 統測】

- ( ) 20. 朗伯-比爾定律(Lambert – Beer's law)中，若吸光度為 1，則有多少百分比(%)的入射光被吸收？  
 (A)10 (B)50 (C)90 (D)100 【99 統測】
- ( ) 21. 在一定溫度下，進行下列氣態反應： $2\text{NO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 所取得之實驗數據如下表，請問上述反應之反應速率常數為何？

實驗次數	[NO]起始濃度(M)	[H <sub>2</sub> ]起始濃度(M)	[N <sub>2</sub> ]產生之速度(M/sec)
1	0.10	0.20	0.0150
2	0.10	0.30	0.0225
3	0.20	0.20	0.0600

- (A)  $7.5 (\text{M}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1})$  (B)  $0.75 (\text{M}^{-1} \cdot \text{sec}^{-1})$   
 (C)  $37.5 (\text{M}^{-3} \cdot \text{sec}^{-1})$  (D)  $7.5 (\text{sec}^{-1})$  【100 統測】



- ( ) 22. 室溫下，取兩支乾淨的注射筒，A 注射筒抽取二氧化氮 20 毫升，B 注射筒抽取空氣 20 毫升後，各自以可以滑動的橡皮活塞封住，再將兩注射筒放入同一冰水中，請比較下列說法，何者符合 A 注射筒和 B 注射筒的體積及顏色變化？
- (A) A 注射筒氣體體積與 B 注射筒氣體體積一樣大，A 注射筒氣體顏色變深  
(B) A 注射筒氣體體積比 B 注射筒氣體體積大，A 注射筒氣體顏色變深  
(C) A 注射筒氣體體積比 B 注射筒氣體體積大，A 注射筒氣體顏色不變  
(D) A 注射筒氣體體積比 B 注射筒氣體體積小，A 注射筒氣體顏色變淡

【100 統測】

- ( ) 23. 在定溫下，W 與 X 兩種分子發生化學反應，當 W 的濃度變為原本的 2 倍且 X 的濃度不變時，該反應之反應速率變為原本的 2 倍；當 W 的濃度不變且 X 的濃度變為原本的 0.5 倍時，該反應之反應速率變為原本的 0.25 倍。若該反應之反應速率表示式為  $R = k[W]^P[X]^Q$ ，則  $P + Q$  等於多少？

(A)2 (B)3 (C)4 (D)6

【103 統測】

- ( ) 24. 碘酸根離子( $\text{IO}_3^-$ )溶液與含有澱粉的亞硫酸氫根離子( $\text{HSO}_3^-$ )溶液混合，進行時鐘反應(clock reaction，也稱秒錶反應)，則下列敘述何者錯誤？

(A)實驗中亞硫酸氫根離子( $\text{HSO}_3^-$ )的莫耳數，需加入至過量  
(B)實驗中碘酸根離子( $\text{IO}_3^-$ )的莫耳數，需加入至過量  
(C)反應中會產生碘分子，並與澱粉形成藍色的錯合物  
(D)時鐘反應，可用來研究溫度和濃度對反應速率的影響

【105 統測】

- ( ) 25. 已知反應  $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$ ，在  $227^\circ\text{C}$  達到平衡時， $[\text{N}_2] = 0.04 \text{ M}$ ， $[\text{H}_2] = 0.02 \text{ M}$ ， $[\text{NH}_3] = 0.02 \text{ M}$ ，則在相同溫度下，此反應的  $K_p$  值為多少？(R 為理想氣體常數)

(A)  $\frac{1250}{R}$  (B)  $\frac{1250}{R^2}$  (C)  $\frac{1}{200R^2}$  (D)  $\frac{1}{500R^2}$

【106 統測】

# CH 17 酸鹼反應

## 實習活動 I—酸、鹼溶液的配製與標定

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、氫氧化鈉溶液的標定

	KHP 重, $W_{\text{KHP}}$ (g)	NaOH 滴定			NaOH 溶液 濃度, $C_x$ (M)	NaOH 溶液平均 濃度, $C_{\text{NaOH}}$ (M)
		初讀數, $V_1$ (mL)	末讀數, $V_2$ (mL)	滴定體積, $V_{\text{NaOH}}$ (mL)		
第1次						
第2次						

計算過程：

$$V_{\text{NaOH}} @ V_2 - V_1 \quad C_x @ \frac{W_{\text{KHP}}}{204.22 \text{ g/mol}} \cdot \frac{1000 \text{ mL/L}}{V_{\text{NaOH}}} \quad C_{\text{NaOH}} @ \frac{C_{x1} \cdot C_{x2}}{2}$$

#### 二、鹽酸溶液的標定

	HCl 體 積, $V_{\text{HCl}}$ (mL)	NaOH 滴定			HCl 溶液濃 度, $C_y$ (M)	HCl 溶液平均濃 度, $C_{\text{HCl}}$ (M)
		初讀數, $V_1$ (mL)	末讀數, $V_2$ (mL)	滴定體積, $V_{\text{NaOH}}$ (mL)		
第1次						
第2次						



計算過程：

$$V_{\text{NaOH}} @ V_2 \quad V_1 \quad C_y @ C_{\text{NaOH}} = \frac{V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{HCl}}} \quad C_{\text{HCl}} @ \frac{C_{y1} \cdot C_{y2}}{2}$$

### 問題與討論

1. 酸鹼溶液的標定實驗中，以氫氧化鈉溶液滴定鹽酸溶液是使用酚酞做指示劑，請列舉三個其他適用之指示劑。
2. 酸鹼滴定時，如何知道滴定已經接近終點？
3. 以酚酞為指示劑，用氫氧化鈉溶液滴定鄰苯二甲酸氫鉀溶液至粉紅色後，於空氣中仍會慢慢褪色，這可能是什麼原因造成？
4. 請說明滴定終點與當量點有何不同？
5. 將氫氧化鈉溶液填入潔淨滴定管前，為何須先以少量氫氧化鈉溶液潤洗滴定管？



## 實習活動 II—胃酸劑片中制酸量測定

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、直接滴定求胃酸劑片的制酸量

1. 鹽酸標準溶液濃度， $C_{\text{HCl}}$ ：\_\_\_\_\_M
2. 數據記錄與分析

胃酸劑片重量， $W$ (g)	HCl 滴定			每克胃酸劑片可中和鹽酸的莫耳數， $N$ (mol/g)
	初讀數， $V_1$ (mL)	末讀數， $V_2$ (mL)	滴定體積， $V_{\text{HCl}}$ (mL)	

計算過程：

$$V_{\text{HCl}} @ V_2 - V_1$$

$$N @ \frac{C_{\text{HCl}} \times \frac{V_{\text{HCl}}}{1000 \text{ mL/L}}}{W}$$

#### 二、以反滴定求胃酸劑片的制酸量

##### 1. 標準溶液濃度

- (1) 鹽酸標準溶液濃度， $C_{\text{HCl}}$ ：\_\_\_\_\_M
- (2) 氫氧化鈉標準溶液濃度， $C_{\text{NaOH}}$ ：\_\_\_\_\_M

胃酸劑片重量， $W$ (g)	鹽酸加入體積， $V_{\text{HCl}}$ (mL)	NaOH 滴定			每克胃酸劑片可中和鹽酸的莫耳數， $N$ (mol/g)
		初讀數， $V_1$ (mL)	末讀數， $V_2$ (mL)	滴定體積， $V_{\text{NaOH}}$ (mL)	



計算過程：

$$V_{\text{NaOH}} @ V_2 \text{ O } V_1$$

$$N @ \frac{C_{\text{HCl}} \cdot \frac{V_{\text{HCl}}}{1000 \text{ mL/L}} \text{ O } C_{\text{NaOH}} \cdot \frac{V_{\text{NaOH}}}{1000 \text{ mL/L}}}{W}$$

### 問題與討論

1. 常見胃酸劑片為制酸劑，請問其有何功用？
2. 進行胃酸劑片中制酸量測定時，為何直接滴定法的指示劑選擇使用甲基橙？
3. 進行胃酸劑片中制酸量測定時，為何反滴定法的指示劑選擇使用酚酞？
4. 胃酸劑片中制酸量測定的實驗中，直接滴定法與反滴定法的操作上有什麼差異？
5. 進行胃酸劑片中制酸量測定時，為何直接滴定法之滴定終點較不易判斷？



## 實習活動 III—彩環製作

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、指示劑變色範圍

##### 1. 指示劑測試

水溶液	甲基橙	甲基紅	溴瑞香草酚藍	酚紅	酚酞	茜素黃 R
pH = 2						
pH = 3						
pH = 4						
pH = 5						
pH = 6						
pH = 7						
pH = 8						
pH = 9						
pH = 10						
pH = 11						
pH = 12						
1 M NH <sub>4</sub> Cl						
1 M CH <sub>3</sub> COOH						
1 M NaCl						

##### 2. 由指示劑顏色判斷溶液 pH 值

(1) 1 M NH<sub>4</sub>Cl 之 pH：\_\_\_\_\_(2) 1 M CH<sub>3</sub>COOH 之 pH：\_\_\_\_\_

(3) 1 M NaCl 之 pH：\_\_\_\_\_



## 二、彩環的形成

1. 廣用指示劑的初始顏色：\_\_\_\_\_
2. 廣用指示劑於玻璃管中，滴入 HCl 之瞬間顏色：\_\_\_\_\_
3. 廣用指示劑於玻璃管中，滴入 NaOH 之瞬間顏色：\_\_\_\_\_

## 問題與討論

1. 請問甲基紅指示劑的 pH 變色範圍為何？
2. 酚酞指示劑滴在酸性溶液下會呈現什麼顏色？
3. 廣用指示劑為哪些指示劑混合而成？
4. 酸鹼滴定时，是否可多加數滴指示劑？為什麼？



## 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. 滴定原理為利用酸鹼中和時，當酸與鹼完全反應，其解離出的  $H^+$  莫耳數與鹼解離出的  $OH^-$  莫耳數相同，此稱\_\_\_\_\_。  
 (1)以強鹼滴定強酸，達當量點時，水溶液 pH \_\_\_\_\_ 7。(=、<、>)  
 (2)以強酸滴定弱鹼，達當量點時，水溶液 pH \_\_\_\_\_ 7。(=、<、>)  
 (3)以強鹼滴定弱酸，達當量點時，水溶液 pH \_\_\_\_\_ 7。(=、<、>)
2. 滴定时，當指示劑的顏色發生變化，即稱\_\_\_\_\_。
3. 進行酸鹼滴定时，會由已知濃度的溶液測定待測溶液的濃度，此已知濃度的溶液稱為\_\_\_\_\_。
4. 氫氧化鈉標準溶液須以塑膠容器貯存，不可以\_\_\_\_\_貯存。
5. 通常鹽酸溶液是以\_\_\_\_\_為標定劑。
6. 通常氫氧化鈉溶液是以\_\_\_\_\_為標定劑。
7. 常見胃酸劑片為\_\_\_\_\_，為治療\_\_\_\_\_過多的藥物，因本質上為一弱鹼，故可中和人體分泌的胃酸。
8. 胃酸劑片的成分常見如  $Mg(OH)_2$ 、 $Al(OH)_3$ 、 $CaCO_3$ 、 $MgCO_3$ 、 $NaHCO_3$ ，由於\_\_\_\_\_易溶於水，可迅速中和胃酸，屬於速效型制酸劑，其他成分則屬於持續性的制酸劑。
9. 瑞香草酚藍、\_\_\_\_\_、溴瑞香草酚藍、\_\_\_\_\_等指示劑可混合成為廣用指示劑，其變色範圍由酸到鹼依序為紅、橙、黃、綠、藍等顏色連續變化。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 下列指示劑，何者加入鹼液中可使鹼液呈現紅色？  
 (A)溴甲酚綠 (B)甲基紅 (C)石蕊 (D)酚酞
- ( ) 2. 以強鹼滴定弱酸時，利用下列哪一個指示劑判斷滴定終點較適合？  
 (A)甲基紫 (B)酚酞 (C)溴甲酚綠 (D)甲基紅
- ( ) 3. 透明鹼性溶液中加入溴甲酚綠指示劑，其溶液顏色呈現？  
 (A)紅 (B)黃 (C)綠 (D)藍
- ( ) 4. 以強酸滴定強鹼，其當量點之 pH=？  
 (A)3 (B)5 (C)7 (D)9

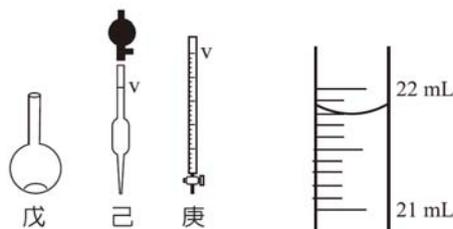
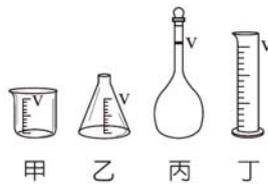


- ( ) 5. 取濃鹽酸 8.5 mL 加水稀釋成 500 mL，請問稀釋後之鹽酸濃度為若干 M？(濃鹽酸之重量百分濃度 36%、密度 1.2 g/mL)  
(A)0.1 (B)0.2 (C)0.3 (D)0.4
- ( ) 6. 以 0.106 克碳酸鈉標定 0.1 M 鹽酸，達終點之滴定體積約為若干 mL？  
(A)15 mL (B)20 mL (C)25 mL (D)30 mL
- ( ) 7. 以酚酞為指示劑，用氫氧化鈉溶液滴定鄰苯二甲酸氫鉀溶液至粉紅色後，於空氣中仍會慢慢褪色，這可能是空氣中的何種物質造成？  
(A)氧氣 (B)氮氣 (C)二氧化碳 (D)氫氣
- ( ) 8. 配製完氫氧化鈉，常以下列哪一個基準物質進行標定？  
(A)鄰苯二甲酸氫鉀 (B)碳酸鈉 (C)草酸鈉 (D)濃鹽酸
- ( ) 9. 以鹽酸滴定碳酸鈉，可選擇下列何種指示劑？  
(A)酚酞 (B)瑞香草酚酞 (C)甲基橙 (D)甲基紫
- ( ) 10. 下列何種屬於速效型制酸劑？  
(A)氫氧化鎂 (B)氫氧化鋁 (C)碳酸鈣 (D)碳酸氫鈉
- ( ) 11. 進行胃酸劑片中制酸量測定時，直接滴定法的指示劑應選擇下列何者？  
(A)酚酞 (B)茜素黃 R (C)甲基紫 (D)甲基橙
- ( ) 12. 將胃酸劑片磨成粉溶於水後，加入甲基橙指示劑，其溶液顏色應為什麼顏色？  
(A)紅色 (B)黃色 (C)綠色 (D)藍色
- ( ) 13. 測量胃酸劑片中的制酸量時，取 0.8 克的胃酸劑片，加入 0.2 M 鹽酸 30 mL 使完全反應後，再以 0.1 M NaOH 溶液反滴定過量的鹽酸，共消耗 NaOH 溶液 20 mL，則每克的胃酸劑片可中和多少毫莫耳的鹽酸？  
(A)4 (B)5 (C)8 (D)10
- ( ) 14. 於 pH = 7 之溶液中加入兩滴廣用指示劑，其溶液顏色應為什麼顏色？  
(A)紅色 (B)黃色 (C)綠色 (D)藍色
- ( ) 15. 有一未知溶液，取少許溶液置於燒杯中加入甲基紅指示劑呈現黃色，但取少許溶液置於燒杯中加入酚酞指示劑呈無色，請問此溶液的 pH 值可能為下列何者？(甲基紅指示劑變色範圍為 pH 值 4.8(紅)~pH 值 6.0(黃)；酚酞指示劑變色範圍為 pH 值 8.2(無)~pH 值 10.0(紅))  
(A)4 (B)7 (C)9 (D)11

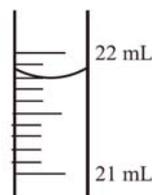
## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 鄰苯二甲酸氫鉀 $[C_6H_4(COOH)(COOK)]$ ，簡寫為 KHP，分子量為 204，在化學實驗中，常利用其化學性質穩定，且能與強鹼完全反應之特質，作為酸鹼滴定之一級標準品。精秤 0.355 克之 KHP 固體，以器皿 X，配製成 50 mL 的標準溶液。另用器皿 Y，取出 20 mL，並置於器皿 Z，加入指示劑後，以未知濃度的 NaOH 溶液滴定，到達滴定終點時，用去 NaOH 溶液之體積為 27.6 mL。
- (A)器皿 X 是圖一所標示的丙項器皿  
 (B)器皿 Y 是圖一所標示的丁項器皿  
 (C)滴定時，NaOH 溶液要裝於圖一所標示之己項器皿  
 (D)最適合的器皿 Z，為圖一標示的甲器皿。滴定時，並用玻璃棒隨時攪拌  
 (E)在圖二所標示的正確讀數為  $21.85 \pm 0.01$  mL
- (註：圖一所標示器皿的刻度值 V，可為 20 mL 或 50 mL。各器皿並未以實物大小的比例繪製。)



圖一



圖二

- ( ) 2. 下列各組進行滴定反應達當量點時，何者的水溶液呈現酸性？
- (A)HCl 和 NaOH  
 (B)HCl 和  $NH_4OH$   
 (C)NaOH 和  $CH_3COOH$   
 (D) $AgNO_3$  和 NaCl

【90 統測】



- ( ) 3. 請問製備 500 毫升，2 M 的鹽酸水溶液需要多少公克的氯化氫？(原子量 H = 1，Cl = 35.5)  
(A)3.65 (B)7.30 (C)14.6 (D)36.5 【92 統測】
- ( ) 4. 以 0.1 M 的氫氧化鈉溶液滴定未知濃度的鹽酸 25 mL，當加入 50 mL 的氫氧化鈉溶液時，溶液達滴定終點，請問此鹽酸濃度為何？  
(A)0.05 M (B)0.1 M (C)0.2 M (D)0.4 M 【93 統測】
- ( ) 5. 假設密度 1.2 公克/毫升之 20 % 硫酸溶液 49.0 毫升，以 2.0 M 氫氧化鈉溶液滴定，達當量點時需使用氫氧化鈉溶液多少毫升？ (原子量：Na = 23，H = 1，O = 16)  
(A)49 (B)98 (C)120 (D)196 【95 統測】
- ( ) 6. 在 HCl 水溶液中，加入 NaOH 水溶液，則原來 HCl 水溶液的 pH 值會：  
(A)上升 (B)下降 (C)不變 (D)不一定 【96 統測】
- ( ) 7. 下列有關酸鹼滴定之敘述，何者正確？  
(A)以強酸滴定弱鹼時，達當量點時，溶液 pH 值等於 7  
(B)以強鹼滴定弱酸時，先達當量點(當量數相等)再達中和點(pH = 7)  
(C)在特定溫度下滴定，水溶液中水的離子積常數 ( $K_w = [H] \cdot [OH]$ ) 都相同  
(D)以 0.10 M 的 HCl 水溶液滴定 40.0 mL、0.10 M 的  $NH_3$  水溶液時，可選擇酚酞當指示劑(酚酞之變色範圍為 pH = 8.2~10.0) 【97 統測】
- ( ) 8. 若市售胃酸劑片中所含的制酸劑只有碳酸氫鈉，將質量為 0.8 公克胃酸劑片粉末置於 250 毫升的錐形瓶中，先加入 0.1 M 的  $HCl_{(aq)}$  60 毫升，混合均勻後將溶液加熱煮沸 3 分鐘，完全趕走二氧化碳，冷卻至室溫後滴加兩滴酚酞指示劑，以 0.1 M  $NaOH_{(aq)}$  滴定，共計用去  $NaOH_{(aq)}$  24 毫升，則上述胃酸劑片中每公克含有碳酸氫鈉的莫耳數為多少(mol/g)？  
(已知：上述胃酸劑片中碳酸氫鈉之外的成分不會與鹽酸及氫氧化鈉作用)  
(A) $3.00 \times 10^{-3}$  (B) $3.60 \times 10^{-3}$  (C) $4.50 \times 10^{-3}$  (D) $1.05 \times 10^{-2}$  【99 統測】
- ( ) 9. 下列有關酸鹼指示劑的敘述，何者不正確？  
(A)藉酸鹼指示劑的顏色變化，可判斷酸鹼滴定終點  
(B)以強酸來滴定弱鹼，則甲基紅可作為適當的指示劑  
(C)以強鹼來滴定弱酸，則甲基橙可作為適當的指示劑  
(D)以強鹼來滴定強酸，則酚酞可作為適當的指示劑 【102 統測】
- ( ) 10. 在 25°C 時，各取 1 M NaCl 水溶液 5 毫升分別置於四支試管中，在各試管中分別滴入下表中的指示劑 3 滴，根據表中的指示劑變色範圍及顏色變化，則下列敘述何者正確？

指示劑	變色範圍(pH 值)	酸性顏色	鹼性顏色
瑞香草酚藍	1.2~2.8	紅色	黃色
甲基橙	3.1~4.4	紅色	黃色
酚酞	8.2~10.0	無色	紅色
茜素黃	10.1~12.0	黃色	紫色

- (A)加入瑞香草酚藍，溶液為紅色  
 (B)加入甲基橙，溶液為紅色  
 (C)加入酚酞，溶液為無色  
 (D)加入茜素黃，溶液為紫色 【103 統測】
- ( ) 11. 配製 100.0 毫升的 3.0 M HCl 水溶液，須量取多少體積(毫升)的 12 M HCl，再用純水稀釋至 100.0 毫升？  
 (A)25 (B)30 (C)50 (D)60 【105 統測】
- ( ) 12. 在酸鹼滴定分析實驗中，當進行 NaOH 標準水溶液濃度標定時，下列何者最常使用作為標定劑？  
 (A)純水 (B)鄰苯二甲酸氫鉀 (C)醋酸鈉 (D)無水碳酸鈉 【105 統測】
- ( ) 13. 常溫下，重量百分率濃度為 4.9 % 的硫酸水溶液 20 公克，要恰好中和此水溶液，需 0.2 M 的氫氧化鈉水溶液多少毫升？(原子量：H=1，O=16，S=32)  
 (A)10 (B)20 (C)50 (D)100 【106 統測】
- ( ) 14. 在 25°C 時，以 0.2 M NaOH 水溶液滴定 0.1 M HCl 50 毫升水溶液，下列敘述何者正確？  
 (A)在當量點時，所加入 NaOH 的莫耳數恰好等於 HCl 的莫耳數  
 (B)在當量點時，此水溶液的 pH > 12  
 (C)以酚酞當指示劑，當加入 NaOH 滴定至水溶液由無色變為紅色，此時水溶液的 pH = 7  
 (D)達到滴定當量點時，所加入 NaOH 的體積恰好等於 HCl 的體積 【106 統測】
- ( ) 15. 有關胃酸劑片制酸量測定實驗中，下列敘述何者錯誤？  
 (A)直接以鹽酸配合指示劑做滴定时，滴定終點較難判斷  
 (B)在反(或逆)滴定中使用的 NaOH 標準溶液，通常需要用鄰苯二甲酸氫鉀(KHP)來標定其濃度  
 (C)在做反(或逆)滴定时，是先加入過量的鹼溶液完全中和制酸劑，再以鹽酸反(或逆)滴定過量的鹼液  
 (D)反(或逆)滴定法比直接滴定法可得到較精確的分析結果 【107 統測】





# CH 18 氧化與還原反應

## 實習活動 I—化學電池的製作與電位量測

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 1. 觀察 A-B 電池

##### (1)反應式

①半電池 A 之反應：\_\_\_\_\_

②半電池 B 之反應：\_\_\_\_\_

③全反應：\_\_\_\_\_

(2)實測電位差：\_\_\_\_\_V

(3)將鋅片換成碳棒後測得之電位差：\_\_\_\_\_V

(4)放電過程中，半電池的溶液顏色變化

①半電池 A 的溶液顏色變化：\_\_\_\_\_

②半電池 B 的溶液顏色變化：\_\_\_\_\_

#### 2. 觀察 A-C 電池

##### (1)反應式

①半電池 A 之反應：\_\_\_\_\_

②半電池 C 之反應：\_\_\_\_\_

③全反應：\_\_\_\_\_

(2)實測電位差：\_\_\_\_\_V

(3)將銅片換成碳棒後測得之電位差：\_\_\_\_\_V

(4)放電過程中，半電池的溶液顏色變化

①半電池 A 的溶液顏色變化：\_\_\_\_\_

②半電池 C 的溶液顏色變化：\_\_\_\_\_



### 3. 觀察 B-C 電池

#### (1)反應式

①半電池 B 之反應：\_\_\_\_\_

②半電池 C 之反應：\_\_\_\_\_

③全反應：\_\_\_\_\_

(2)實測電位差：\_\_\_\_\_V

(3)將銅片換成碳棒後測得之電位差：\_\_\_\_\_V

(4)放電過程中，半電池的溶液顏色變化

①半電池 B 的溶液顏色變化：\_\_\_\_\_

②半電池 C 的溶液顏色變化：\_\_\_\_\_

#### 問題與討論

1. 進行化學電池的製作與電位量測實驗時，觀察鋅銅電池之放電過程，銅半電池的溶液顏色為何會變淡？
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. 進行化學電池的製作與電位量測實驗時，觀察各電池之放電過程，若陰極改使用碳棒，其電位為何不變？
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. 鹽橋在化學電池中的功用為何？



4. 準備兩個燒杯，編號甲、乙，現在於甲燒杯中裝入 1 M 硫酸銅溶液與銅片、乙燒杯中裝入 1 M 硝酸銀溶液與碳棒，現在以伏特計與導線連接，如右圖。請問鹽橋剛放入燒杯內時，電池電位差應為多少伏特？左、右兩個半電池各發生什麼樣的反應？一段時間後，銅片與碳棒的重量有何變化？甲、乙燒杯內溶液顏色有何變化？



已知標準還原電位： $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^{-} + \text{Cu}_{(\text{s})}$ ， $E^{\circ} @ 0.34 \text{ V}$



## 實習活動 II－電解質的電解與電極產物的檢驗

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、碘化鉀水溶液的電解

##### 1. 通電後的變化

(1)陽極(+)：\_\_\_\_\_

(2)陰極(-)：\_\_\_\_\_

##### 2. A 試管中加入酚酞指示劑

(1)溶液呈現\_\_\_\_\_色

(2)表示溶液為\_\_\_\_\_性(酸、中、鹼)

##### 3. B 試管中加入 $\text{FeCl}_3$ 溶液

(1)產生\_\_\_\_\_沉澱

(2)反應式：\_\_\_\_\_

##### 4. C 試管中加入 $\text{CCl}_4$ 溶液，搖盪後分兩層

(1)上層為\_\_\_\_\_色

(2)下層為\_\_\_\_\_色

##### 5. D 試管中加入數滴澱粉溶液。

(1)溶液呈\_\_\_\_\_色

(2)表示溶液中含有：\_\_\_\_\_

#### 二、法拉第電解第一定律驗證

##### 1. 陰極銅片重量

電解前之陰極銅片重量， $W_0(\text{g})$	
通電 10 分鐘後之陰極銅片重量， $W_1(\text{g})$	
再通電 10 分鐘後之陰極銅片重量， $W_2(\text{g})$	



## 2. 重量變化

通電 10 分鐘後之陰極銅片增加重， $W_3(g)$		$W_3 = W_1 - W_0$
再通電 10 分鐘後之陰極銅片增加重， $W_4(g)$		$W_4 = W_2 - W_0$

3. 銅片增加重量與電解時間是否成正比？\_\_\_\_\_

4. 是否遵守法拉第電解第一定律？\_\_\_\_\_

## 三、法拉第電解第二定律驗證

## 1. 銅片 A 重量

電解前之銅片 A 重量， $W_5 (g)$		
通電 10 分鐘後之銅片 A 重量， $W_6 (g)$		
銅片 A 之重量變化， $W_7 (g)$		$W_7 = W_6 - W_5$

## 2. 銅片 B 重量

電解前之銅片 B 重量， $W_8 (g)$		
通電 10 分鐘後之銅片 B 重量， $W_9 (g)$		
銅片 B 之重量變化， $W_{10} (g)$		$W_{10} = W_9 - W_8$

## 3. 電極半反應

(1) 銅片 A：\_\_\_\_\_

(2) 銅片 B：\_\_\_\_\_

4. 銅片 A 與銅片 B 的重量變化之比值：\_\_\_\_\_

5. 是否遵守法拉第電解第二定律？\_\_\_\_\_



### 問題與討論

1. 以碳棒為電極，電解碘化鉀水溶液，請寫出其陽極半反應式、陰極半反應式、全反應式。
2. 電解碘化鉀水溶液產生的棕色溶液，若取少量加入四氯化碳搖勻，會發生什麼變化？
3. 請說明法拉第電解定律。
4. 以相同電量通入硫酸銅和氯化亞銅電解槽時，析出的銅金屬，質量是否相同？請簡述原因？



## 實習活動 III—鐵生鏽的機制與影響因素、鐵生鏽的防止

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、鐵離子與亞鐵離子之檢驗

##### 1. 結果記錄

	硫氰酸鉀	赤血鹽	黃血鹽
與硫酸亞鐵反應之現象			
與氯化鐵反應之現象			

##### 2. 結果分析

(1)藍色沉澱為\_\_\_\_\_。

(2)呈血紅色是因為溶液中有\_\_\_\_\_。

#### 二、鐵與各種水溶液之反應

##### 1. 結果記錄

溶液	試紙酸鹼性	溶液加入鐵釘後 變化	加入赤血鹽是否 生成藍色沉澱	乾燥後鐵釘外觀 是否生鏽
NaOH				
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>				
NaCl				
HCl				
蒸餾水				

##### 2. 結果分析

(1)鐵在\_\_\_\_\_(酸/中/鹼)性溶液下會促進生鏽的發生。

(2)鐵在\_\_\_\_\_(酸/中/鹼)性溶液下會抑制生鏽的發生。

(3)鐵在具有電解質的溶液中，生鏽速度會\_\_\_\_\_。



### 三、鐵與不同金屬的作用及應力影響

#### 1. 結果記錄

	鐵釘位置	洋菜溶液顏色
直鐵釘	鐵釘頭	
	鐵釘中間	
	鐵釘尖	
彎曲鐵釘	鐵釘頭	
	鐵釘中間	
	鐵釘尖	
繞銅線之鐵釘	銅線附近	
	鐵釘附近	
繞鋅條之鐵釘	鋅條附近	
	鐵釘附近	

#### 2. 結果分析

##### (1) 未纏繞金屬之鐵釘

① 呈藍色之位置，發生\_\_\_\_\_ (氧化/還原) 反應，反應式：\_\_\_\_\_

② 呈紅色之位置，發生\_\_\_\_\_ (氧化/還原) 反應，反應式：  
\_\_\_\_\_

##### (2) 纏繞銅線之鐵釘

① 陽極為(鐵釘/銅線)\_\_\_\_\_，反應式：\_\_\_\_\_

② 陰極為(鐵釘/銅線)\_\_\_\_\_，反應式：\_\_\_\_\_

##### (3) 纏繞鋅條之鐵釘

① 陽極為(鐵釘/鋅條)\_\_\_\_\_，反應式：\_\_\_\_\_

② 陰極為(鐵釘/鋅條)\_\_\_\_\_，反應式：\_\_\_\_\_

### 問題與討論

1. 請寫出鐵生鏽的反應式。
2. 增加鐵生鏽速度的方法有哪些？(請舉出 3 種)
3. 防止鐵生鏽的方法有哪些？(請舉出 3 種)
4. 赤血鹽在鐵生鏽的實驗中作用為何？
5. 請寫出赤血鹽溶液與  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Zn}^{2+}$  的反應方程式並註明生成物的顏色。



## 實習活動 IV－維生素 C 的定量

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、碘溶液之配製

1. 碘酸鉀重量， $W_{\text{KIO}_3}$ ：\_\_\_\_\_g
2. 碘溶液配製體積， $V_{\text{KIO}_3}$ ：\_\_\_\_\_mL
3. 碘溶液濃度， $C_{\text{I}_2}$ ：\_\_\_\_\_M

計算過程：

$$C_{\text{I}_2} @ \frac{\frac{W_{\text{KIO}_3}}{214 \text{ g/mol}}}{\frac{V_{\text{KIO}_3}}{1000 \text{ mL/L}}} \approx 3$$

#### 二、維生素 C 之定量

1. 試樣重量， $W$ ：\_\_\_\_\_g
2. 試樣配製體積， $V_{\text{試樣}}$ ：\_\_\_\_\_mL
3. 滴定結果

	試樣取樣體積， $V(\text{mL})$	碘溶液滴定			維生素 C 含量， $C_{\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6}$ (%)
		初讀數， $V_a(\text{mL})$	末讀數， $V_b(\text{mL})$	滴定體積， $V_{\text{I}_2}(\text{mL})$	
第 1 次					
第 2 次					
第 3 次					



計算過程：

$$V_{I_2} @ V_b \text{ 或 } V_a$$

$$C_{C_6H_8O_6} @ C_{I_2} \text{ " } \frac{V_{I_2}}{1000 \text{ mL/L}} \text{ " } 176.1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \text{ " } \frac{V_{\text{試樣}}}{V} \text{ " } \frac{1}{W} \text{ " } 100\%$$

4. 試樣之平均維生素 C 含量， $C_{\text{平均}}$ ：\_\_\_\_\_ %

$$C_{\text{平均}} @ \frac{C_{C_6H_8O_6,1} \cdot C_{C_6H_8O_6,2} \cdot C_{C_6H_8O_6,3}}{3}$$

### 問題與討論

1. 維生素 C 的定量實驗中，為何不直接以碘配製成標準溶液？
2. 臺灣產的水果中，何者的維生素 C 含量最豐富？



3. 請寫出碘酸鉀與碘化鉀在酸性溶液中的反應方程式。
4. 請寫出維生素 C 與碘的反應方程式。

## 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_是指利用氧化還原反應將化學能轉為電能的裝置。
2. 電池構造
  - (1)陽極：\_\_\_\_\_ (獲得/失去)電子，發生\_\_\_\_\_ (氧化/還原)的電極，為負極。
  - (2)陰極：\_\_\_\_\_ (獲得/失去)電子，發生\_\_\_\_\_ (氧化/還原)的電極，為正極。
  - (3)鹽橋：藉由離子移動以維持反應過程中電解液的\_\_\_\_\_，並溝通兩電極間之電路。
3. 反應容器內之溫度 25°C、氣態物質分壓 1 atm、電解質濃度 1.0 M 的環境下之電極半反應電位稱為\_\_\_\_\_。
4. 由外界施加直流電，通入熔融狀態的電解質或電解質溶液中，產生非自發性的氧化還原反應，稱為\_\_\_\_\_。
5. 法拉第電解第一定律：電解同一物質所析出之產物質量與通入\_\_\_\_\_成正比。
6. 法拉第電解第二定律：於不同的電解質溶液中通入相同電量，其物質析出或溶解質量與該物質\_\_\_\_\_成正比，而與其得失\_\_\_\_\_成反比。
7. 金屬與周圍物質進行自發性的氧化還原反應，而有破壞性的侵蝕現象稱為\_\_\_\_\_。
8. 利用陰極保護法防止鐵生鏽時，會將鐵與更活潑金屬連接構成\_\_\_\_\_，使活潑金屬成為陽極而氧化，鐵則為陰極而被保護防止生鏽。



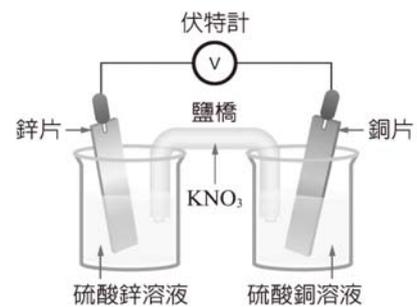
9. 維生素一般可分成\_\_\_\_\_維生素，包括維生素 A、D、E 和 K；另一類為\_\_\_\_\_維生素，包括維生素 B 和 C。
10. 維生素 C 的分子式\_\_\_\_\_，是一種強還原劑，很容易被氧化成\_\_\_\_\_。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 將鋅片與銅片組成鋅銅電池，如右圖，請問放電過程中，下列敘述何者正確？

- (A) 鋅片失去電子為負極  
(B) 鋅片獲得電子為負極  
(C) 銅片失去電子為負極  
(D) 銅片獲得電子為負極



- ( ) 2. 鋅銅電池放電時，電子如何移動？

- (A) 由鋅片經導線流向銅片  
(B) 由銅片經導線流向鋅片  
(C) 由鋅片經鹽橋流向銅片  
(D) 由銅片經鹽橋流向鋅片

- ( ) 3. 鋅銅電池放電時，有下列何種變化？

- (A) 鋅極溶液顏色漸深  
(B) 鋅片重量漸增  
(C) 銅極溶液顏色漸淡  
(D) 銅片重量漸減

- ( ) 4. 已知  $\text{Zn}^{2+}_{\text{aq}} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}_{(\text{s})}$ ,  $E^0 @ 0.76 \text{ V}$ ;  $\text{Cu}^{2+}_{\text{aq}} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}_{(\text{s})}$ ,  $E^0 @ 0.34 \text{ V}$ ，則鋅銅電池的電位差為？

- (A) 0.21 V (B) 0.42 V (C) 0.55 V (D) 1.10 V

- ( ) 5. 已知金屬失去電子的傾向為  $\text{Cu} < \text{Ni} < \text{Co} < \text{Zn}$ ，則下列電池中，何者的電壓應最高？

- (A) 鋅鈷電池 (B) 鈷鎳電池 (C) 鎳銅電池 (D) 鋅銅電池

- ( ) 6. 電解碘化鉀水溶液時，下列何者為陰極產物？

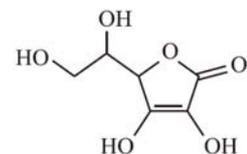
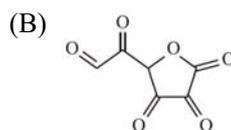
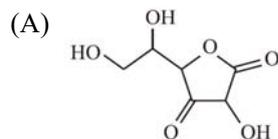
- (A)  $\text{I}_2$  (B)  $\text{H}_2$  (C)  $\text{O}_2$  (D) K

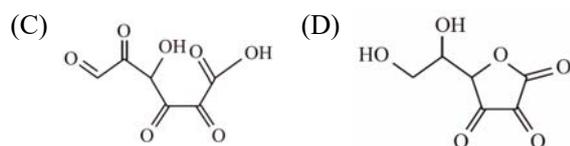
- ( ) 7. 電解碘化鉀水溶液時，取少許陽極溶液加入澱粉溶液後搖勻，可產生下列何種顏色之溶液？

- (A) 藍色 (B) 紅色 (C) 綠色 (D) 黃色



- ( ) 8. 電解碘化鉀水溶液時，取少許陽極溶液加入四氯化碳溶液後搖勻，可明顯分兩層，請問下列敘述何者正確？  
 (A)上層為水層，顏色為紫色  
 (B)上層為四氯化碳層，顏色為紫色  
 (C)下層為水層，顏色為棕色  
 (D)下層為四氯化碳層，顏色為紫色
- ( ) 9. 以固定電流電解硫酸銅溶液 20 分鐘，陰極的銅片由 12.00 克增加至 12.50 克，若保持相同條件繼續電解 10 分鐘，則銅片重量應為若干克？  
 (A)12.75 克 (B)13.00 克 (C)13.50 克 (D)13.75 克
- ( ) 10. 以 10 安培的電流電解硝酸銀溶液 10 分鐘，其陰極重量會增加若干克？  
 (A)1.68 克 (B)3.36 克 (C)6.72 克 (D)10.08 克
- ( ) 11. 下列何種情況下的鐵生鏽反應較慢？  
 (A)增加溫度 (B)泡在海水中 (C)泡在鹼液中 (D)泡在酸液中
- ( ) 12. 鐵與下列何種金屬接觸會加速生鏽反應？  
 (A)錫 (B)鋁 (C)鎂 (D)鋅
- ( ) 13. 常用於罐頭材料的馬口鐵，是在鐵片鍍上下列何種金屬？  
 (A)鋅 (B)銅 (C)鎳 (D)錫
- ( ) 14. 若溶液中有亞鐵離子( $\text{Fe}^{2+}$ )，加入赤血鹽會產生下列何種顏色之沉澱物？  
 (A)綠色 (B)藍色 (C)紅色 (D)黃色
- ( ) 15. 將洋菜粉溶液中加入赤血鹽溶液、酚酞指示劑並倒在裝有纏繞鋅條鐵釘之培養皿中，一段時間後可以發現鋅條周圍會呈現何種顏色？  
 (A)白色 (B)藍色 (C)紅色 (D)黃色
- ( ) 16. 下列何者屬於水溶性維生素？  
 (A)維生素 A (B)維生素 C (C)維生素 E (D)維生素 K
- ( ) 17. 下列關於維生素 C 的敘述，何者錯誤？  
 (A)易受光破壞 (B)參與人體膠原蛋白的合成  
 (C)是一種強氧化劑 (D)又稱為抗壞血酸
- ( ) 18. 維生素 C 結構式如右圖，請問與碘溶液反應後可生成下列哪一物質？



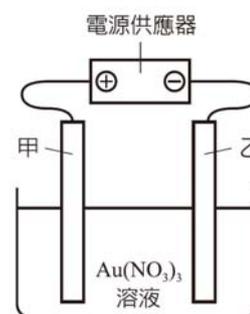


- ( ) 19. 將 0.18 g 碘酸鉀與過量的碘化鉀、鹽酸混合，再加水稀釋至 250 mL 以配製碘溶液，請問此溶液之碘濃度( $I_2$ )為若干 M？  
 (A)0.003 M (B)0.006 M (C)0.010 M (D)0.020 M
- ( ) 20. 以澱粉溶液為指示劑，利用 0.01 M 碘溶液滴定 2 g 試樣以測定維生素 C 含量，若滴定終點為 45.45 mL，則試樣之維生素 C 含量為若干%？  
 (A)2 % (B)4 % (C)6 % (D)8 %

## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 添加碘的食鹽中，碘係以碘酸鉀( $KIO_3$ )的形式存在，可用一些常見的物質來檢驗。試問需要同時使用下列哪個選項的物質，較易檢驗出食鹽中的碘酸鉀？  
 (A)食醋、碘化鉀澱粉試紙 (B)米酒、碘化鉀澱粉試紙  
 (C)食醋、藍色石蕊試紙 (D)米酒、藍色石蕊試紙
- ( ) 2. 在室溫電解 2.0 M 的  $Au(NO_3)_3$  水溶液，在電解時，和電源供應器的正極相連電極(甲電極)的最主要產物，及電解槽陰極的最主要產物，分別是什麼？  
 (A)氫氣及金  
 (B)氧氣及金  
 (C)兩者均為金  
 (D)氧氣及氫氣  
 (E)金及一氧化氮
- ( ) 3. 下列何者是還原反應？  
 (A)物質與氧化合的反應 (B)物質失去電子的反應  
 (C)物質氧化數增加的反應 (D)物質與氫化合的反應 【91 統測】
- ( ) 4. 在串聯的三個電解槽，其中各含足夠濃度的  $A^{2+}$ 、 $B^{3+}$  及  $C^{4+}$  等金屬離子溶液，若通入一定的電量，則各電解槽中電極所析出的金屬莫耳數比  $n_A : n_B : n_C$  為下列何者？  
 (A)2 : 3 : 4 (B)4 : 3 : 2 (C)6 : 4 : 3 (D)3 : 4 : 6 【91 統測】



- ( ) 5. 下列敘述何者正確？  
 (A)化學電池的陽極發生還原現象  
 (B)化學電池的負極產生還原現象  
 (C)標準氫電極的電位為 1 伏特  
 (D)標準還原電位愈大的試劑，其氧化力愈強 【92 統測】
- ( ) 6. 以 3.86 安培的電流強度電解  $\text{CuSO}_4$  水溶液時，每秒陰極析出銅原子數為何？  
 (A) $6 \times 10^{18}$  (B)  $1.2 \times 10^{19}$  (C)  $6 \times 10^{19}$  (D)  $1.2 \times 10^{20}$  【93 統測】
- ( ) 7. 已知  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ ,  $E^\circ = 0.166 \text{ V}$ ;  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$ ,  $E^\circ = -2.37 \text{ V}$ ，則化學反應  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{Mg} \rightarrow 2\text{Al} + 3\text{Mg}^{2+}$  的電動勢為多少？  
 (A)0.71 V (B)3.79 V (C)4.03 V (D)5.58 V 【94 統測】
- ( ) 8. 有關法拉第電解定律的敘述，下列何者正確？  
 (A)電解析出之生成物的產量，與通入的電流及時間無關  
 (B)電解得到 1 莫耳的氯氣，需要 2 法拉第的電量  
 (C)電解食鹽水溶液，陰極產生氯氣  
 (D)電解所得到的金屬在陽極析出 【95 統測】
- ( ) 9. 已知  $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}_{(\text{s})}$   $E^0 = +0.80 \text{ V}$   
 $\text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}_{(\text{s})}$   $E^0 = -2.37 \text{ V}$   
 則下列有關反應  $2\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Mg}_{(\text{s})} \rightarrow 2\text{Ag}_{(\text{s})} + \text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})}$  之敘述，何者正確？  
 (A)反應中  $\text{Ag}^+$  被氧化 (B)電動勢為  $-1.57 \text{ V}$   
 (C)反應中  $\text{Mg}$  被還原 (D)反應可以自然發生 【95 統測】
- ( ) 10. 已知半反應：  
 $\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Cr}_{(\text{s})}$  標準還原電位  $E^\circ = -0.74 \text{ V}$   
 $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}_{(\text{s})}$  標準還原電位  $E^\circ = -0.44 \text{ V}$   
 $\text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$  標準還原電位  $E^\circ = +0.15 \text{ V}$   
 $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$  標準還原電位  $E^\circ = +0.77 \text{ V}$   
 則在標準狀態下，下列敘述何者正確？  
 (A)作為氧化劑時，其氧化能力大小順序為： $\text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} > \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})} > \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$   
 (B)作為還原劑時，其還原能力大小順序為： $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Fe}_{(\text{s})} > \text{Cr}_{(\text{s})}$   
 (C)作為氧化劑時，其氧化能力大小順序為： $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} > \text{Cr}^{3+}_{(\text{aq})} > \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Sn}^{4+}_{(\text{aq})}$   
 (D)作為還原劑時，其還原能力大小順序為： $\text{Cr}_{(\text{s})} > \text{Fe}_{(\text{s})} > \text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} > \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$  【96 統測】

- ( ) 11. 若有兩個陰極電流效率都是 100%，且僅會析出銀或鎳的電解槽串聯，如果其中一個含  $\text{AgNO}_3$  的電解槽析出 1.08 公克的銀，則另一個含  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  電解槽，可析出多少公克的鎳？(原子量： $\text{Ni} = 59$ ， $\text{Ag} = 108$ )  
(A)0.295 (B) 0.590 (C) 1.18 (D) 1.08 【96 統測】
- ( ) 12. 下列有關粗銅以電解法製造精製銅的敘述，何者正確？  
(A)粗銅置於陰極 (B)電解槽底部含金、銀等雜質稱為陰極泥渣  
(C)電解液常用  $\text{CuS}$  水溶液 (D)電解液常用  $\text{CuSO}_4$  水溶液 【97 統測】
- ( ) 13. 以 8 安培的電流電解融熔的  $\text{MgCl}_2$ ，歷時為 5 小時，則理論上可製得鎂多少公克？(原子量： $\text{Mg} = 24.3$ )  
(A)72.4 (B)36.2 (C)18.2 (D)1.49 【97 統測】
- ( ) 14. 下列有關鐵釘生鏽實驗的敘述，何者錯誤？  
(A)鐵釘在 0.1 M  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  中比在 0.1 M  $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$  中，較不容易生鏽腐蝕  
(B)利用陰極保護法，將鋅條與鐵釘纏繞連結，可減緩鐵釘生鏽  
(C)鐵釘的生鏽是一種氧化還原反應  
(D)鐵釘生鏽產生的亞鐵離子，在潮濕的空氣中會繼續反應產生三氧化二鐵  
【99 統測】
- ( ) 15. 將鐵釘置於含有氧氣的水中，下列敘述何者正確？  
(A)鐵釘氧化會先產生  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  的白色沉澱再變成  $\text{Fe}_2\text{O}_3$   
(B)加入  $\text{NaOH}$  使水溶液變成鹼性，會加速鐵的氧化  
(C)加入赤血鹽，可由顏色的轉變，判定是否已開始生鏽  
(D)將鐵釘纏繞銅線，會使鐵釘不發生鏽蝕，此法稱為陰極保護法 【100 統測】
- ( ) 16. 下列有關鐵釘生鏽實驗的敘述，何者正確？  
(A)纏繞鋅條的鐵釘，鐵釘是陽極，故生成  $\text{Fe}^{2+}$ ，加入  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  可使之呈現深藍色  
(B)水中有電解質存在時，可幫助電子流通，故鐵釘浸在海水比在淡水容易生鏽  
(C)鐵釘在 0.1 M 的  $\text{KOH}_{(\text{aq})}$  中比在 0.1 M 的  $\text{HCl}_{(\text{aq})}$  中容易生鏽  
(D)纏繞銅絲的鐵釘，由於銅絲的還原電位比鐵小，會抑制鐵的生鏽【102 統測】
- ( ) 17. 以 9.65 安培的電流強度電解硫酸銅水溶液，請問經過 10 秒後，有多少個銅原子由陰極析出？  
(A) $3.0 \times 10^{19}$  (B)  $6.0 \times 10^{19}$  (C)  $3.0 \times 10^{20}$  (D)  $6.0 \times 10^{20}$  【102 統測】
- ( ) 18. 在室溫下，以 2.5 安培的電流電解硫酸銅水溶液(僅電解銅而無其他副反應)，當電流通入 20 分鐘後，若依照法拉第電解定律，則銅可被電解出多少公克？(銅原子量： $63.5$ ，1 法拉第 = 96500 庫倫)  
(A)0.128 (B)0.512 (C)0.592 (D) 0.987 【105 統測】



- ( ) 19. 下列有關電鍍的敘述，何者錯誤？
- (A)電鍍是電解的一種應用
  - (B)電鍍金屬時須以欲鍍金屬做為陰極，被鍍物做為陽極
  - (C)電鍍成品好壞，受電鍍時的溫度、電流密度等影響
  - (D)電鍍時被鍍物若為不導電的物品，可在其表面塗上石墨粉以協助導電
- 【107 統測】
- ( ) 20. 以 10 安培之電流電解稀薄的硫酸水溶液，共歷時 32 分 10 秒，則在陰極會產生多少重量的何種氣體？(原子量：H = 1，O = 16；1 法拉第 = 96500 庫侖)
- (A)0.2 公克的氫氣
  - (B)0.4 公克的氫氣
  - (C)1.6 公克的氧氣
  - (D)3.2 公克的氧氣
- 【108 統測】



# CH 19 簡易焰色試驗

## 實習活動

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、金屬離子焰色試驗

	LiCl	NaCl	KCl	CaCl <sub>2</sub>	SrCl <sub>2</sub>	BaCl <sub>2</sub>	NaCl+KCl
焰色							
隔著鈷玻璃之焰色							

#### 二、未知試樣的焰色檢驗

	A	B	C
焰色			
隔著鈷玻璃之焰色			
所含金屬離子			



### 問題與討論

1. 進行焰色試驗時，為什麼要調整本生燈的火焰至藍色？
2. 進行焰色試驗時，為什麼要選用白金絲沾取試樣進行焰色判斷？
3. 進行焰色試驗前，為什麼要先將白金絲以濃鹽酸清洗後放在火焰上灼熱？
4. 進行焰色試驗時，常使用藍色的鈷玻璃，請問其在實驗中的主要用途是什麼？

### 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. 利用元素受熱產生的各種焰色辨認物質成分，即稱為\_\_\_\_\_。
2. 進行焰色試驗前，為避免白金絲上有殘留其他雜質而干擾焰色判斷，應先以易揮發的\_\_\_\_\_清洗白金絲棒後置於火焰上灼熱，直到火焰\_\_\_\_\_方可檢測樣品。
3. 進行焰色試驗時，樣品中雜質常含有鈉鹽，其焰色易干擾判斷，故常使用藍色鈷玻璃來過濾掉\_\_\_\_\_，使樣品焰色能清晰呈現。
4. 溶液中若含有鈣離子，則焰色為\_\_\_\_\_。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 下列何者為可見光的波長範圍？  
 (A)10 nm~100 nm (B)100 nm~400 nm  
 (C)400 nm~700 nm (D)700 nm~1000 nm
- ( ) 2. 進行焰色試驗時，常用利用金屬絲沾取試樣溶液再加熱觀察焰色，請問下列何者為最適合之金屬絲？ (A)銅絲 (B)鉑絲 (C)鎳絲 (D)鐵絲
- ( ) 3. 進行焰色試驗時，若樣品含有鈉鹽，則其焰色為下列何種顏色？  
 (A)綠色 (B)黃色 (C)橙色 (D)紅色
- ( ) 4. 進行焰色試驗時，溶液中含有下列何種離子會使焰色為黃綠色？  
 (A)銅 (B)鈣 (C)鋇 (D)鉍
- ( ) 5. 進行焰色試驗時，常使用藍色鈷玻璃隔著火焰觀察焰色，主要是溶液中常有下列哪個元素造成干擾？  
 (A)銣 (B)鉀 (C)鈉 (D)鋰
- ( ) 6. 進行焰色試驗時，若溶液中同時具有鈉鹽與鉀鹽，則其焰色應為何種顏色？  
 (A)黃色 (B)綠色 (C)藍色 (D)紫色
- ( ) 7. 承上題，若以藍色鈷玻璃隔著火焰觀察焰色，則其焰色應為何種顏色？  
 (A)黃色 (B)綠色 (C)藍色 (D)紫色
- ( ) 8. 進行焰色試驗時，白金絲應置於火焰中的哪個位置灼燒？  
 (A)氧化焰 (B)還原焰 (C)內焰 (D)火焰中任何位置皆可
- ( ) 9. 進行焰色試驗時，若試樣為固體粉末狀，則通常會加入下列何者藥品溶解試樣？  
 (A)硫酸 (B)鹽酸 (C)過氯酸 (D)硝酸
- ( ) 10. 進行焰色試驗時，本生燈之焰色調節至何種顏色？  
 (A)淡藍色 (B)淡紅色 (C)淡橙色 (D)淡綠色



## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 進行焰色試驗前，為避免白金絲上有殘留其他雜質而干擾焰色判斷，應先以下列何者清洗白金絲棒後置於火焰上灼熱？  
(A)濃鹽酸 (B)濃硫酸 (C)濃硝酸 (D)濃氫氧化鈉溶液
- ( ) 2. 進行焰色試驗時，若樣品含有鈣鹽，則其焰色為下列何種顏色？  
(A)淡紫色 (B)磚紅色 (C)深紅色 (D)黃綠色
- ( ) 3. 進行焰色試驗時，若樣品含有鋇鹽，則其焰色為下列何種顏色？  
(A)淡紫色 (B)磚紅色 (C)深紅色 (D)黃綠色
- ( ) 4. 進行焰色試驗時，為去除鈉的焰色干擾，常使用下列何種玻璃？  
(A)鈉玻璃 (B)鉀玻璃 (C)鈷玻璃 (D)石英玻璃
- ( ) 5. 焰色反應時觀察某溶液焰色為紫色，則該溶液中必含有下列何種離子？  
(A)鋰 (B)鉀 (C)鈉 (D)鋇
- ( ) 6. 慶典時施放煙火，萬紫千紅的色光，非常壯觀。下列有關煙火色光的敘述，何者正確？  
(A)這些色光是利用某些有機染料所造成  
(B)這些色光是由氖、氫等氣體所造成  
(C)亮麗白光是因鉀片燃燒所造成  
(D)這些色光是由某些金屬鹽所造成
- ( ) 7. 下列金屬鹽類燃燒後之焰色何者正確？  
(A)鈉鹽為紅色 (B)鈣鹽為綠色 (C)鋇鹽為黃色 (D)鉀鹽為紫色
- ( ) 8. 取 1 M 氯化鈉水溶液進行焰色試驗，所呈現的焰色為下列何者？  
(A)黃色 (B)紅色 (C)藍色 (D)紫色 【102 統測】
- ( ) 9. 有關定性分析實驗中的焰色試驗，下列何者是  $\text{BaCl}_{2(\text{aq})}$  的焰色？  
(A)紫色 (B)紅色 (C)黃色 (D)黃綠色 【105 統測】
- ( ) 10. 某生對含鹼金屬離子或鹼土金屬離子的三個水溶液樣品(都含單一金屬離子)，測其焰色試驗，結果如下：a 樣品：火焰呈黃綠色；b 樣品：火焰呈黃色；c 樣品：火焰呈紫色；則下列何者最可能是三個水溶液樣品中所含的金屬離子化合物？  
(A)a 含鋇離子化合物，b 含鉀離子化合物，c 含鈉離子化合物  
(B)a 含鈣離子化合物，b 含鈉離子化合物，c 含鉀離子化合物  
(C)a 含鋇離子化合物，b 含鋇離子化合物，c 含鉀離子化合物  
(D)a 含鋇離子化合物，b 含鈉離子化合物，c 含鉀離子化合物 【107 統測】

# CH 20 陰離子交換樹脂分離

## 實習活動

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

編號	流出液顏色	加入 DMG 是否生成紅色沉澱	加入 $\text{NH}_4\text{SCN}$ 是否生成藍色溶液	加入 KSCN 是否生成血紅色溶液	流出液中離子		
					$\text{Ni}^{2+}$	$\text{Co}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							



### 問題與討論

1. 何謂離子交換樹脂？
2. 影響離子交換樹脂與溶液中離子的親和力因素有哪些？請舉出 5 個。
3. 如何使達飽和之陰離子交換樹脂再生？
4. 陰離子交換樹脂分離過渡金屬的實驗中，利用鹽酸沖提含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{CO}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  三種離子的混合物使三種離子得以分離。若使用濃鹽酸沖提，對於分離的效果會有何影響？

### 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_為具有能與溶液中離子進行交換且不溶於水及有機溶劑的多孔性高分子聚合物。
2. 陽離子交換樹脂：樹脂中具有帶正電的陽離子，通常為  $\text{H}^+$  或  $\text{Na}^+$ ，可與溶液中\_\_\_\_\_交換。



3. 陰離子交換樹脂：樹脂中具有帶負電的陰離子，通常為  $\text{OH}^-$  或  $\text{Cl}^-$ ，可與溶液中\_\_\_\_\_交換。
4. 離子交換樹脂與各種離子的吸引力皆不相同，故可利用樹脂與各離子的\_\_\_\_\_差異，使溶液中特定離子與其他物質分離。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 具有下列何者官能基者，屬於弱酸性陽離子交換樹脂？  
(A)  $-\text{NHCH}_3$  (B)  $-\text{PO}_3\text{H}_2$  (C)  $-\text{SO}_3\text{H}$  (D)  $-\text{COOH}$
- ( ) 2. 強鹼性陰離子交換樹脂中與下列何種離子的親和力最小？  
(A)  $\text{OH}^-$  (B)  $\text{Cl}^-$  (C)  $\text{NO}_3^-$  (D)  $\text{CrO}_4^{2-}$
- ( ) 3. 具有官能基( $-\text{COOH}$ )的陽離子交換樹脂，在下列何種環境下，其交換離子的效率較低？  
(A)  $\text{pH}=3$  (B)  $\text{pH}=5$  (C)  $\text{pH}=7$  (D) 任何  $\text{pH}$  範圍下，效率均高
- ( ) 4. 具有官能基( $-\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$ )的陰離子交換樹脂，在下列何種環境下，其交換離子的效率較低？  
(A)  $\text{pH}=7$  (B)  $\text{pH}=9$  (C)  $\text{pH}=11$  (D) 任何  $\text{pH}$  範圍下，效率均高
- ( ) 5. 爲了確認溶液中是否含有鎳離子，通常會加入下列何種物質檢測？  
(A) 亞鐵氰化鉀 (B) 二甲基乙二肼 (C) 硫氰酸鉀 (D) 酒石酸鉀鈉
- ( ) 6. 承上題，若確認溶液中有鎳離子，則加入該物質後，溶液會有什麼變化？  
(A) 產生藍色溶液 (B) 產生血紅色溶液 (C) 產生黑色沉澱 (D) 產生紅色沉澱
- ( ) 7. 溶液中若有亞鈷離子，加入硫氰酸銨的丙酮溶液，則溶液變爲什麼顏色？  
(A) 粉紅色 (B) 黃色 (C) 藍色 (D) 綠色
- ( ) 8. 陽離子交換樹脂若達飽和，可加入下列何種物質使其再生？  
(A) 硫酸 (B) 醋酸 (C) 氨水 (D) 氫氧化鉀
- ( ) 9. 陰離子交換樹脂若達飽和，可加入下列何種物質使其再生？  
(A) 硫酸 (B) 醋酸 (C) 氨水 (D) 氫氧化鉀
- ( ) 10. 利用陰離子交換樹脂分離含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  三種離子之試樣，現在將試樣加入樹脂中，並以 9 M 鹽酸沖提，則首先流出來之溶液可能爲什麼顏色？  
(A) 藍色 (B) 綠色 (C) 紅色 (D) 黃色



## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 具有下列何者官能基者，屬於強鹼性陰離子交換樹脂？  
(A)  $-N(CH_3)_3OH$  (B)  $-NH_3OH$  (C)  $-NHCH_3OH$  (D)  $-NH(CH_3)_2OH$
- ( ) 2. 強酸性陽離子交換樹脂中與下列何種離子的親和力最小？  
(A)  $H^+$  (B)  $K^+$  (C)  $Mg^{2+}$  (D)  $Fe^{2+}$
- ( ) 3. 具有官能基( $-SO_3H$ )的陽離子交換樹脂，在下列何種環境下，其交換離子的效率較低？  
(A)  $pH=3$  (B)  $pH=5$  (C)  $pH=7$  (D) 任何  $pH$  範圍下，效率均高
- ( ) 4. 某溶液呈粉紅色，可判斷該溶液含有下列何種離子？  
(A)  $Fe^{3+}$  (B)  $FeSCN^{2+}$  (C)  $Co^{2+}$  (D)  $[Co(SCN)_4]^{2-}$
- ( ) 5. 含有下列何種離子的溶液，在加入二甲基乙二肟的酒精溶液後可生成紅色沉澱物？  
(A)  $Mg^{2+}$  (B)  $Fe^{2+}$  (C)  $Co^{2+}$  (D)  $Ni^{2+}$
- ( ) 6. 進行陰離子交換樹脂分離實驗所使用之層析管柱，可以下列何者代替使用？  
(A) 量筒 (B) 滴定管 (C) 試管 (D) 冷凝管
- ( ) 7. 某生欲利用陰離子交換樹脂分離試樣中的  $Fe^{3+}$  與  $Co^{2+}$ ，規劃的實驗步驟如下：  
1. 首先將試樣溶於濃鹽酸中。  
2. 將試樣溶液倒入裝有陰離子交換樹脂的層析管柱中。  
3. 將高濃度鹽酸倒入層析管柱內，並打開栓塞收集液體甲。  
4. 將低濃度鹽酸倒入層析管柱內，並打開栓塞收集液體乙。  
則關於液體甲的顏色敘述，下列何者正確？  
(A) 應為藍色液體 (B) 應為綠色液體 (C) 應為黃色液體 (D) 應為粉紅色液體
- ( ) 8. 承上題，加入硫氰酸鉍的丙酮溶液至液體甲內，可產生下列何種變化？  
(A) 應生成血紅色溶液 (B) 應生成藍色溶液 (C) 應析出紅色沉澱 (D) 應無變化
- ( ) 9. 承上題，液體乙應含有下列何種離子？  
(A)  $Fe^{3+}$  (B)  $Co^{2+}$  (C)  $[FeCl_6]^{3-}$  (D)  $[CoCl_4]^{2-}$
- ( ) 10. 承上題，加入硫氰酸鉀溶液至液體乙內，可產生下列何種變化？  
(A) 應生成血紅色溶液 (B) 應生成藍色溶液 (C) 應析出紅色沉澱 (D) 應無變化

# CH 21 無機物的製造

## 實習活動 I—以廢鋁罐中的鋁製造明礬

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

1. 鋁片重量， $W_0$ ：\_\_\_\_\_g
2. 濾紙殘留物顏色：\_\_\_\_\_，濾液顏色：\_\_\_\_\_
3. 濾紙重量， $W_1$ ：\_\_\_\_\_g
4. 錶玻璃重量， $W_2$ ：\_\_\_\_\_g
5. 濾紙+錶玻璃+產物重量， $W_3$ ：\_\_\_\_\_g
6. 產物重量， $W_4$ ：\_\_\_\_\_g

計算過程：

$$W_4 @ W_3 - W_1 - W_2$$

7. 產物中之鋁重量， $W_5$ ：\_\_\_\_\_g

計算過程：

$$W_5 = W_4 \times \frac{\text{Al}}{\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$$

8. 鋁的回收率， $R$ ：\_\_\_\_\_%

計算過程：

$$R @ \frac{W_5}{W_0} \times 100\%$$



### 問題與討論

1. 請寫出鋁與氫氧化鉀溶液之反應式。
2. 鋁片加入 KOH 溶解後，再於此溶液中加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，會發生什麼變化？
3. 以廢鋁罐中的鋁製造明礬實驗中，將鋁片與 KOH 反應，會利用電熱板加快反應速度，請問此步驟若改使用本生燈會有什麼影響？
4. 以廢鋁罐中的鋁製造明礬實驗中，將鋁片與 KOH 反應後會加入硫酸作用，請問加入硫酸時，為何要置於水浴鍋內冷卻？
5. 製備明礬時為何要以酒精水溶液清洗明礬晶體？



## 實習活動 II—錯鹽的製備與性質

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

#### 一、水合硫酸四氨銅 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的製備

1. 硫酸銅晶體重， $W_0$ ：\_\_\_\_\_g

2. 硫酸銅晶體莫耳數， $n_0$ ：\_\_\_\_\_mol

計算過程：

$$n_0 @ \frac{W_0}{M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}}$$

3. 濾紙重量， $W_1$ ：\_\_\_\_\_g

4. 錶玻璃重量， $W_2$ ：\_\_\_\_\_g

5. 濾紙+錶玻璃+產物重量， $W_3$ ：\_\_\_\_\_g

6. 產物重量， $W_4$ ：\_\_\_\_\_g

計算過程：

$$W_4 @ W_3 - W_1 - W_2$$

7. 水合硫酸四氨銅理論產量， $W_i$ ：\_\_\_\_\_g (氨水為過量)

計算過程：

$$W_i @ n_0 \cdot M_{\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}}$$



8. 水合硫酸四氨銅產率， $y$ ：\_\_\_\_\_%

計算過程：

$$y @ \frac{W_4}{W_i} \times 100\%$$

## 二、錯鹽與正鹽的性質檢驗

1. 無水硫酸銅顏色：\_\_\_\_\_

(1)加水後之溶液顏色：\_\_\_\_\_

(2)加氨水後之溶液變化：\_\_\_\_\_

2. 水合硫酸四氨銅顏色：\_\_\_\_\_

(1)加 5 mL 蒸餾水後之溶液顏色：\_\_\_\_\_

(2)再加 20 mL 蒸餾水之溶液顏色：\_\_\_\_\_

(3)加熱後變化：\_\_\_\_\_

## 三、鎳錯離子的顏色觀察

編號	1	2	3	4
硫酸鎳體積(mL)				
加入乙二胺體積(mL)				
混合後溶液顏色				



### 問題與討論

1. 錯鹽的製備實驗中，無水硫酸銅加入水後，再加入氨水的過程中所發生的變化分別是因爲產生什麼？
2. 硫酸銅與氨水反應製成水合硫酸四氨銅晶體時，爲何加入酒精要沿著燒杯壁緩緩加入且不要攪拌？
3. 水合硫酸四氨銅晶體加水稀釋後有何變化？請寫出反應式。
4. 水合硫酸四氨銅晶體置於硬試管中加熱會發生什麼反應？
5. 於硫酸鎳溶液中慢慢加入乙二胺溶液，可以觀察到顏色如何變化。



## 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_是地殼中含量高居第三位的元素，約占地殼的 8.2%，僅次於氧、矽。
2.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  同時兼具酸與鹼的性質，可與鹼也可與酸作用，稱為\_\_\_\_\_。
3. 明礬中的  $\text{Al}^{3+}$  在水中會水解生成膠體型態的\_\_\_\_\_以吸附水中的懸浮物質而凝聚沉降，故明礬可用於水的淨化。
4. 具有空軌域的金屬原子或陽離子與具有孤對電子的陰離子或分子之間可形成\_\_\_\_\_鍵而穩定結合，此種帶電荷之原子團稱為\_\_\_\_\_。
5. 錯離子中具有\_\_\_\_\_的陰離子或分子稱為配位基。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 地殼中含量第三高的元素為下列何者？  
(A)矽 (B)鋁 (C)氧 (D)鈣
- ( ) 2. 鋁片與氫氧化鉀溶液反應可產生下列何種氣體？  
(A)氫氣 (B)氧氣 (C)一氧化碳 (D)二氧化碳
- ( ) 3. 鋁片與氫氧化鉀溶液作用後再加入硫酸，可產生白色絮狀沉澱物，此物質為下列何者？  
(A) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (B) $\text{K}_2\text{SO}_4$  (C) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (D) $\text{Al}(\text{OH})_3$
- ( ) 4. 下列何種物質無法溶解於 KOH 溶液？  
(A) $\text{Al}(\text{OH})_3$  (B) $\text{Cr}(\text{OH})_3$  (C) $\text{Zn}(\text{OH})_2$  (D) $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- ( ) 5. 以廢鋁罐中的鋁製造明礬實驗中，下列敘述何者錯誤？  
(A)鋁片可與氫氧化鉀反應產生氫氧化鋁沉澱  
(B) $\text{Al}(\text{OH})_3$  可與酸作用產生  $\text{Al}^{3+}$   
(C) $\text{Al}(\text{OH})_3$  可與鹼作用產生  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$   
(D)製造出含明礬之溶液後，可降低溫度至達過飽和而析出明礬結晶
- ( ) 6. 血紅素中含有下列哪一種金屬？  
(A)Mg (B)Cu (C)Fe (D)K
- ( ) 7. 下列何者為錯鹽？  
(A) $\text{Cu}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (B) $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$   
(C) $\text{CuSO}_4$  (D) $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$



- ( ) 8. 下列何種離子為綠色？(en 表示  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ )  
 (A)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  (B)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_4\text{en}]^{2+}$  (C)  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{en})_2]^{2+}$  (D)  $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$
- ( ) 9. 將水合硫酸四氨銅的結晶加熱，最後會產生黑色的固體，此固體可能為下列何者？  
 (A)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (B)  $\text{Cu}_2\text{O}$  (C)  $\text{CuO}$  (D)  $\text{CuSO}_4$
- ( ) 10. 於硫酸鎳溶液中漸漸加入乙二胺水溶液，則溶液最後會呈現何種顏色？  
 (A) 綠色 (B) 紅色 (C) 藍色 (D) 紫色

## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 地殼中元素含量由高至低的順序，下列何者正確？  
 (A) 矽>鋁>鐵>氧 (B) 矽>氧>鋁>鐵 (C) 氧>矽>鋁>鐵 (D) 氧>矽>鐵>鋁
- ( ) 2. 以廢鋁罐中的鋁製造明礬時，會先將裁切好的鋁片置於容器內，加入適量氫氧化鉀溶液後，加熱至不再產生氣體。此步驟中鋁片會反應生成下列何者？  
 (A)  $\text{Al}^{3+}$  (B)  $\text{Al}(\text{OH})_2$  (C)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (D)  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$
- ( ) 3. 承上題，步驟中的加熱設備應使用下列何者？  
 (A) 酒精燈 (B) 本生燈 (C) 電熱板 (D) 以上皆可
- ( ) 4. 承上題，步驟中產生的氣體應為下列何者？  
 (A)  $\text{H}_2$  (B)  $\text{O}_2$  (C)  $\text{Cl}_2$  (D)  $\text{CO}_2$
- ( ) 5. 學生為了觀察硫酸銅的性質，於燒杯內倒入硫酸銅，觀察其外觀後加水溶解成淡藍色溶液，再慢慢加入氨水，發現初期有生成淡藍色沉澱物，繼續加入氨水則可得澄清溶液。則初期的淡藍色沉澱物可能為下列何者？  
 (A)  $\text{Cu}$  (B)  $\text{CuO}$  (C)  $\text{Cu}_2\text{O}$  (D)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- ( ) 6. 承上題，繼續加入氨水後，可得澄清溶液，此澄清溶液顏色應為下列何者？  
 (A) 淡藍色 (B) 深藍色 (C) 淡綠色 (D) 深綠色
- ( ) 7. 承上題，最後的澄清溶液內不含下列何者？  
 (A)  $\text{NH}_4^+$  (B)  $\text{OH}^-$  (C)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  (D)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$
- ( ) 8. 在廢鋁罐回收實驗中製備明礬的過程裡，以砂紙磨光的鋁片溶解於  $\text{KOH}_{(\text{aq})}$  中，過濾後的濾液加入  $9\text{ M H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$ ，剛開始先產生一絮狀白色沉澱物，再加入過量的  $9\text{ M H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  後，白色沉澱物又逐漸溶解，則上述白色沉澱物為何？  
 (A)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  (B)  $\text{Al}$  (C)  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  (D)  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  【99 統測】
- ( ) 9. 原血紅素(heme)是含有下列哪一種金屬離子的錯合物(complex)？  
 (A) 鎂 (B) 鐵 (C) 鋅 (D) 銅 【99 統測】



- ( ) 10. 有關廢鋁罐中鋁的回收試驗，下列敘述何者錯誤？
- (A) 兼具鹼與酸的性質，稱為兩性物質  $\text{Al}(\text{OH})_3$
  - (B) 明礬為鋁的化合物，主要用於水質淨化、染色及食品添加劑
  - (C) 鋁與強酸反應會產生氫氣，須小心操作，且不可點火，因此加熱最好在通風櫥中進行
  - (D) 廢鋁罐中鋁的表面有一層氧化層，無法用強酸溶液或強鹼溶液去除

【107 統測】



# CH 22 有機物的製造

## 實習活動 I—植物精油的製備

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

1. 花名：\_\_\_\_\_
2. 花重：\_\_\_\_\_g
3. 水重：\_\_\_\_\_g (水密度為  $1 \text{ g/cm}^3$ )
4. 花瓣蒸餾前顏色：\_\_\_\_\_，蒸餾後顏色：\_\_\_\_\_。
4. 樣品瓶重：\_\_\_\_\_g
5. 樣品瓶+精油重：\_\_\_\_\_g
6. 產生的精油重：\_\_\_\_\_g
7. 精油佔花瓣的重量百分率：\_\_\_\_\_%

### 問題與討論

1. 請簡述本實驗提取精油的方法。
2. 製備精油時，將蒸餾的餾出液倒入分液漏斗後，為何要加入氯化鈉溶液？
3. 請列舉出五種精油儲存於葉子內的植物。
4. 提煉植物精油，除利用蒸餾法外，還有哪些方法？



## 實習活動 II－以油脂製造肥皂

現在氣壓：

室內氣溫：

### 實驗數據記錄與分析

1. 以紅色石蕊試紙測試肥皂，顏色呈：\_\_\_\_\_色，故其為\_\_\_\_\_性(酸、中、鹼)。
2. 肥皂的乳化作用
  - (1)水加沙拉油是否有分層現象：\_\_\_\_\_，且\_\_\_\_\_在上層。
  - (2)將肥皂加入水與沙拉油的混合溶液中搖盪，是否有分層現象：\_\_\_\_\_
3. 肥皂顏色：\_\_\_\_\_

### 問題與討論

1. 請簡述皂化反應並寫出化學反應式。
2. 請寫出製造肥皂的兩大步驟為何？
3. 皂化反應中加入飽和食鹽水的作用為何？
4. 為什麼肥皂無法在硬水中使用？



## 嚴選精華

成績：\_\_\_\_\_

1. 植物精油中的\_\_\_\_\_為精油中的香氣來源，具有抗菌、抗炎、抗痙攣、鎮靜等作用。
2. \_\_\_\_\_是最常用於製造精油的方法，即將植物特定部位置於蒸餾瓶中，與水共同加熱，精油即可與水蒸氣一同汽化，經冷凝器凝結出油溶性與水溶性的餾出液，再藉分液漏斗分離。
3. \_\_\_\_\_為早期從花朵中萃取精油最常用方法，首先將玻璃夾在木框中間，於玻璃上塗抹動物脂肪後，將花瓣放在動物脂肪上使脂肪充分吸收花瓣的精油，最後以醇類萃取出其中的精油。
4. 以二氧化碳為溶劑在低溫高壓下萃取精油，當萃取完成後，調整壓力至常壓，CO<sub>2</sub>即揮發而與精油分離，此方法稱為\_\_\_\_\_。
5. 肥皂溶於水中，可解離形成\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_。\_\_\_\_\_的一端為具親水性之羧酸根；另一端為具疏水性之有機鏈。
6. 肥皂的製作為利用皂化反應，即將\_\_\_\_\_與鹼性液體一同混合作用生成肥皂與醇類，
7. 皂化完成後，因肥皂不溶於食鹽水而甘油可溶，故可加入食鹽水使密度較小的肥皂析出而浮於液面與甘油溶液分離，此程序稱為\_\_\_\_\_。

## 初露鋒芒

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 關於精油的敘述，下列何者錯誤？  
 (A)為一種混合物  
 (B)摸起來油油的  
 (C)存在於植物的花瓣、根、莖、葉、樹幹或果實中  
 (D)具有低揮發性
- ( ) 2. 薄荷精油的儲存位置位於下列何者？  
 (A)花瓣 (B)根 (C)莖 (D)葉
- ( ) 3. 精油含有多種成分，一般其香氣為下列何者成分造成？  
 (A)萜烯類 (B)醛類 (C)酯類 (D)醇類



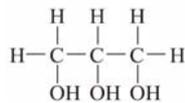
- ( ) 4. 於玻璃上塗抹動物脂肪後，將花瓣放在動物脂肪上使其充分吸收花瓣精油直到脂肪成爲飽含香味的香膏，最後以醇類萃取出其中的香精，請問此爲下列何種精油萃取方法？  
(A)蒸餾法 (distillation)  
(B)油萃法 (enfleurage)  
(C)浸漬法 (maceration)  
(D)溶劑萃取法 (solvent extraction)
- ( ) 5. 超臨界流體萃取法常使用下列何種溶劑萃取出植物精油？  
(A)二氧化碳 (B)氮氣 (C)氫氣 (D)一氧化氮
- ( ) 6. 皂化反應是指下列哪兩個物質混合作用？  
(A)酸 + 鹼 (B)酯 + 鹼 (C)醇 + 鹼 (D)酮 + 鹼
- ( ) 7. 皂化完成後常會進行鹽析，主要爲將肥皂與下列何者分離？  
(A)甘油 (B)脂肪酸 (C)食鹽 (D)氫氧化鈉
- ( ) 8. 下列何者可與油脂反應生成肥皂？  
(A)氫氧化鎂 (B)氫氧化鈣 (C)氫氧化鐵 (D)氫氧化鈉
- ( ) 9. 酯類可由甘油與下列何者反應生成？  
(A)酮類 (B)醇類 (C)醛類 (D)酸類
- ( ) 10. 爲使液態油脂的熔點下降而成爲固態油脂，可使用下列哪種方法？  
(A)鹵化 (B)氫化 (C)硝化 (D)氧化

## 大顯身手

成績：\_\_\_\_\_

- ( ) 1. 最常用於製造精油的方法爲下列何者？  
(A)油萃法 (enfleurage) (B)浸漬法 (maceration)  
(C)蒸餾法 (distillation) (D)壓榨法 (expression)
- ( ) 2. 以蒸餾法製取精油時，初次蒸餾出來的精油會加入氯化鈉溶液並於分液漏斗內劇烈搖盪，則加入氯化鈉溶液的目的爲何？  
(A)使其可均勻混合 (B)使其可明顯分層  
(C)增加精油密度 (D)降低精油密度
- ( ) 3. 水中含有下列何種離子不會降低肥皂的去汙能力？  
(A) $H^+$  (B) $Na^+$  (C) $Ca^{2+}$  (D) $Mg^{2+}$

- ( ) 4. 利用二氧化碳在低溫高壓下萃取精油，當萃取完成後，精油無溶劑殘留的疑慮且成分不會被破壞，以上精油的製取方式可稱為？  
 (A)蒸餾法 (distillation)  
 (B)浸漬法 (maceration)  
 (C)溶劑萃取法 (solvent extraction)  
 (D)超臨界流體萃取法 (supercritical fluid extraction)
- ( ) 5. 甘油可與酸作用生成下列何種物質？  
 (A)醛類 (B)酮類 (C)酯類 (D)醇類
- ( ) 6. 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，甘油的結構如附圖所示。下列有關此反應及物質的敘述，何者正確？



- (A)甘油的水溶液呈鹼性  
 (B)肥皂的水溶液呈鹼性  
 (C)反應後通過濾紙過濾，可將產物分離  
 (D)皂化反應是酸鹼中和反應，故反應快速
- ( ) 7. 清潔劑的分子常有親油性及親水性兩種官能基團，所以可將油污溶解於水中。試問清潔劑的分子通常是何種形狀？  
 (A)球形 (B)環形 (C)長鏈形 (D)立方體形
- ( ) 8. 根據清潔劑去汙的原理，用下列何種溶劑來清潔廚房抽油煙機的油脂效果最佳？  
 (A)汽油 (B)酒精 (C)清水 (D)醋酸
- ( ) 9. 製作手工香皂時進行皂化，指的是哪兩個物質間的反應？  
 (A)油脂與鹼 (B)油脂與酸 (C)葡萄糖與鹼 (D)醇與酸 【102 統測】
- ( ) 10. 有關油脂的敘述，下列何者錯誤？  
 (A)一分子的油脂與高壓水蒸氣共熱，會分解為一分子的甘油與三分子的脂肪酸  
 (B)油脂與氫氧化鈉作用，可用來製造肥皂  
 (C)不飽和脂肪酸具有 C=C 雙鍵，容易酸敗  
 (D)不飽和油脂經氧化作用，可製造人造奶油 【104 統測】

