

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B	D	D	B	E	D	B	C	E	D	C	D	B	A	C
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25					
B	E	D	D	D	BC	CD	AB	BDE	CD					

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 原溶液蒸發 10 克水，析出 4 克晶體，剩下溶液為飽和溶液，飽和溶液的溶解度為 12 克/20 克水，重量百分濃度為
- $$\frac{12}{12+20} = \frac{3}{8}$$

故原溶液的溶質有 $4 + (254 - 14) \times \frac{3}{8} = 94$ 克，

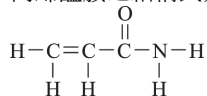
原溶液的重量百分濃度為 $\frac{94}{254} \times 100\% = 37\%$

2. 聚丙烯酸鈉的主鏈含有 $-\text{COONa}$ ，遇水時會解離成 $-\text{COO}^-$ 和 Na^+ 。因 $-\text{COO}^-$ 陰離子之間互相排斥，導致原本彎曲鏈展開成直條鏈。由於 H_2O 分子中 H 原子帶部分正電荷，氧原子帶部分負電荷，水分子中 H 原子部分正電荷和 $-\text{COO}^-$ 產生氫鍵吸引力，因此聚丙烯酸鈉具有高吸水性
3. 甲酸甲酯和乙酸乙酯的分子式為 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ 和 $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ，兩者分子式中 C : H 原子數比皆為 1 : 2，故 C : H 質量比皆為 $1 \times 12 : 2 \times 1 = 6 : 1$ ，因此混合物中碳的重量百分率為 $(8.8 \times 6)\% = 52.8\%$

4. ① $2\text{C}_{(s)} + 3\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} \quad \Delta H = x \text{ kJ/mol}$
- ② $2\text{C}_{(s)} + 3\text{H}_{2(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3_{(g)} \quad \Delta H = y \text{ kJ/mol}$
- ③ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H = z \text{ kJ/mol}$
- ④ $\text{CH}_3\text{OCH}_3_{(g)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)} \quad \Delta H = w \text{ kJ/mol}$
- ① + ③ 或 ② + ④ 的熱化學反應式相同，反應熱也相同
- $$2\text{C}_{(s)} + 3\text{H}_{2(g)} + \frac{7}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{CO}_{2(g)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$$

故 $x + z = y + w$

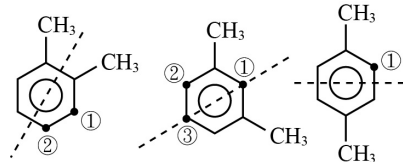
5. 丙烯醯胺之結構式如下



其示性式為 $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$

6. 鎂電池：陽極鎂片 $(-)$ $\rightarrow \text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
陰極碳片 $(+)$ $\rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
- (A) A 端應為負極
(B) 放電時電子流從 A \rightarrow B，故電流從 B \rightarrow A
(D) $\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2$
(C)(E) 氣泡為 H_2
7. 活栓打開後，甲仍有乙醇，甲、乙玻璃球中乙醇都是飽和蒸氣壓 = 60 mmHg，利用波以耳定律求得氮氣分壓 = $\frac{2 \times 3}{2 + 3} = 1.2 \text{ atm} = 1.2 \times 760 \text{ mmHg} = 912 \text{ mmHg}$

故甲、乙玻璃球中氣體壓力 = $60 + 912 = 972 \text{ mmHg}$

8. 
- 2種 3種 1種

9. (A) 甲：失去第 3 個電子時，游離能劇增，表示有 2 個價電子，為 IIA 族的 Mg
(B) 乙：失去第 4 個電子時，游離能劇增，表示有 3 個價電子，為 IIIA 族的 Al

- (C) 丙：失去第 2 個電子時，游離能劇增，表示有 1 個價電子，為 IA 族的 Na
(D) 甲(Mg) : $[\text{Ne}] 3s^2$ ，乙(Al) : $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$ ，丙(Na) : $[\text{Ne}] 3s^1$ ，未成對電子數 \rightarrow 甲：0 個，乙：1 個，丙：1 個，乙 = 丙 > 甲
(E) 同列金屬鍵強度由左向右漸增，因核電荷及價電子數漸增，原子半徑漸減，金屬陽離子與自由電子間的引力漸強，金屬鍵越強，熔點越高。熔點：Al > Mg > Na，故乙 > 甲 > 丙

10. (A) 硼化鈉當作還原劑，將銀離子還原成銀 (B) 廷得耳效應為膠體溶液的特性之一 (C) 安定劑會吸附在微粒的表面，抑制奈米銀粒子的凝聚 (D) 奈米銀粒子的表面積對體積的比例大，活性增加，容易被氧化 (E) 膠體溶液加入電解質(食鹽水)，會中和奈米銀粒子表面的電荷，使奈米銀粒子凝聚呈黑色

11. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ ， H_2SO_3 為二質子酸，完全中和 $\rightarrow \text{H}^+ \text{ mol} = \text{OH}^- \text{ mol}$

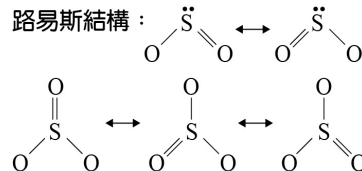
$$\Rightarrow n_{\text{SO}_2} \times 2 + 0.1 \times \frac{30}{1000} \times 1 = 0.1 \times \frac{40}{1000} \times 1$$

$$\Rightarrow n_{\text{SO}_2} = 0.0005 \text{ mol}$$

在 STP 下，1 莫耳氣體體積為 22.4 升

$$\Rightarrow V_{\text{SO}_2} = 0.0005 \times 22.4 \times 10^3 = 11.2 \text{ mL}$$

故 10 m^3 的廢氣中 $\Rightarrow \text{SO}_2$ 濃度 = $\frac{11.2}{10} = 1.12 \text{ ppm}$

12. 路易斯結構：

- (A) SO_2 中的 S 原子有 1 對孤對電子； SO_3 中的 S 原子沒有孤對電子

- (B) 鍵級(數)越多，鍵能越大 $\rightarrow \text{SO}_2 : \frac{3}{2}$ 鍵， $\text{SO}_3 : \frac{4}{3}$ 鍵

\rightarrow 鍵級： $\text{SO}_2 > \text{SO}_3$ ，故鍵能： $\text{SO}_2 > \text{SO}_3$

- (C) SO_3 為平面三角形，屬於非極性分子
(E) SO_3 鍵角為 120° ， SO_2 鍵角略小於 $120^\circ \rightarrow$ 鍵角： $\text{SO}_3 > \text{SO}_2$

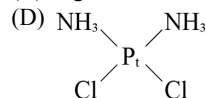
13. (A) 酸性： $\text{HNO}_3 > \text{CH}_3\text{COOH}$ ，反應趨勢向右
(B) 酸性： $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{SO}_3$ ，反應趨勢向左，平衡常數最小
(C) 酸性： $\text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$
(D) 酸性： $\text{H}_2\text{SO}_3 > \text{NH}_3$
(E) 酸性： $\text{CH}_3\text{COOH} > \text{H}_2\text{O}$

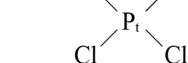
14. 由中心金屬原子或離子與幾個配位基(含有孤電子對的分子或離子)，以配位鍵結合而形成的錯合物或錯離子

- (A) $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ 是氧化還原反應，沒有錯合反應

- (B) 金溶於王水形成四氯金錯離子 AuCl_4^-

- (C) AgCl 溶於氨水形成二氨銀錯離子 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$

- (D) 



- (E) 草酸和鐵鏽中的鐵形成三草酸鐵錯離子 $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$

15. $\pi = iC_MRT$

$0.44 = 2 \times C_M \times 0.082 \times 300 \rightarrow C_M = 8.9 \times 10^{-3} \approx 9 \times 10^{-3} M$



$K_{sp} = [Mg^{2+}][C_2O_4^{2-}] = (9 \times 10^{-3})^2 = 8.1 \times 10^{-5}$, 故選(C)

16. 甲: H 原子是單電子, 軌域能階高低由主量子數 n 決定, 故 $4s > 3d$

O 原子是多電子, 軌域能階高低由主量子數 n+1 決定, 故 $3d > 4s$

乙: P 的電子組態 $[Ne] 3s^2 3p_x^1 3p_y^1 3p_z^1$, 故有 3 個半滿軌域

丙: $[Ar] 3d^5 4s^1$ 是 Cr 的基態, $[Ar] 3d^4 4s^2$ 是激發態,

基態→激發態為吸熱

丁: M 和 N 的電子數都是 29, 是同一元素

戊: 有些中心原子不須提升價電子, 可直接混成形成混成軌域, 即可和周圍原子鍵結, 如 H_2O 、 NH_3

17. (A) 降溫顏色變淡表示平衡向左移動, $x < 0$

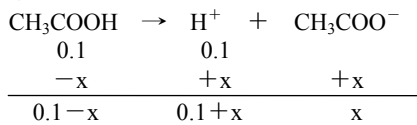
(B) 平衡左移, 氣體總分子數減少

(C) 顏色變淡是 NO_2 結合生成無色的 N_2O_4

(D)(E) 顏色變淡主因是降溫使平衡左移, NO_2 濃度下降

	CO_2	$BeCl_2$	H_2O	NH_3	BF_3	CCl_4
中心原子混成軌域	sp	sp	sp^3	sp^3	sp^2	sp^3
π 鍵	有	無	無	無	無	無
極性	非極性	非極性	極性	極性	非極性	非極性
分子形狀	直線	直線	角形	角錐	三角形	四面體

19. 同體積混合濃度減半, 故混合後醋酸和鹽酸濃度皆為 0.1 M
鹽酸完全解離, 解離出的 H^+ 會降低醋酸的解離度, 稱為同離子效應



$K_a = \frac{(0.1+x) \cdot x}{(0.1-x)} = 2 \times 10^{-5}$

$\therefore 0.1 \gg x \quad \therefore x = 2 \times 10^{-5}$

$\frac{[H^+]}{[CH_3COO^-]} = \frac{0.1}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^3$

20. 混合溶液中

$X_{甲} = \frac{0.4}{0.4+0.6} = 0.4$

$X_{乙} = 0.6$

依拉午耳定律算出總壓 $P_t = P_{甲} + P_{乙} = P_{甲}^0 \times X_{甲} + P_{乙}^0 \times X_{乙}$

依道耳頓分壓定律 $X'_{甲} = \frac{P_{甲}}{P_t}$

故蒸氣中 $X'_{甲} = \frac{25 \times 0.4}{25 \times 0.4 + 60 \times 0.6} \approx 0.22$

二、多選題

21. 已知四個離子有相同的電子數, C 和 D 為同週期的 5A 和 6A 族, 因為陽離子失去價電子, 電子層會少一層, 故 A 和 B 為下一個週期的 2A 和 1A 族。

(A) 原子序: $A > B > D > C$

(B) 同電子數, 原子序大, 半徑小, 故離子半徑:
 $C^{3-} > D^{2-} > B^+ > A^{2+}$

(C) 價電子數: $D > C > A > B$

(D) 同週期元素第一游離能呈鋸齒狀增加, $2A > 3A$ 、 $5A > 6A$,
 $IE_1: C > D > A > B$

(E) 元素的熔點: $A > B$

22. (A) 食鹽水無法分辨肥皂水和合成清潔劑, 氯化鈣或氯化鎂溶液可以, 因為鈣離子或鎂離子會和肥皂產生沉澱, 合成清潔劑不會

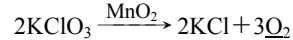
(B) 丙酮不與過錳酸鉀反應

(C) 臭氧會氧化碘化鉀產生 I_3^- , 和澱粉結合形成藍色錯合物

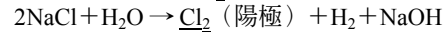
(D) 真鈔不含澱粉, 和碘液沒有反應呈褐色, 假鈔的材質是紙, 其中含有澱粉會和碘液反應生成藍色

(E) 氫氧化鉀溶液是測定油脂的酸值, 碘液可以測定油脂中不飽和度

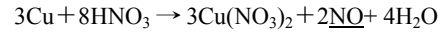
23. (A) Fe^{2+} 為 H_2O_2 的催化劑, H_2O_2 分解產生 O_2



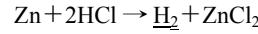
(B) $2HCl + NaClO \rightarrow Cl_2 + NaCl + H_2O$



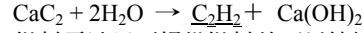
(C) $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$



(D) $2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$



(E) $2Al + 2NaOH + 6H_2O \rightarrow 2NaAl(OH)_4 + 3H_2$



24. (A) 燃料電池只要提供燃料就可以持續放電, 因此不是一次電池也不是二次電池

(B) 陽極(-)通入燃料進行氧化反應, 陰極(+)通入氧氣進行還原反應

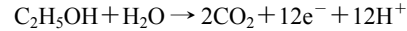
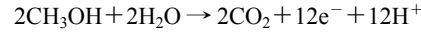
(C) 1 莫耳 H_2 和 O_2 反應生成 1 莫耳 H_2O , 轉移電子數=2, 理論輸出 2F 電量, 但效率為 50%, 實際輸出 1F 電量,
 $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6e^- + 6H^+$

一莫耳甲醇和 O_2 反應, 實際輸出 $6 \times 50\% = 3F$

(D) $C_2H_5OH + 3H_2O \rightarrow 2CO_2 + 12e^- + 12H^+$

一莫耳乙醇和 O_2 反應, 實際輸出 $12 \times 50\% = 6F$

(E) 甲醇和乙醇產生相同 CO_2 量, 輸出電量相同



25. (A) 活化能因加入催化劑而降低, 故反應速率增快, 但活化能不受溫度影響

(B) 化學反應速率的快慢和活化能有關係, 而和反應熱為放熱或吸熱無關

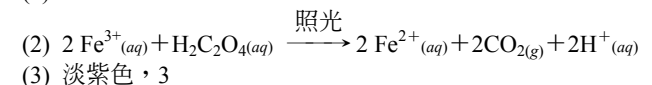
(C) 催化劑會改變反應途徑, 使正逆活化能等量降低, 正逆反應速率等倍增加, 但平衡不移動, 平衡常數不變

(D) 升高反應溫度, 正、逆反應速率皆變大, 但吸熱方向速率增加較多, 故平衡向吸熱方向移動, 平衡常數變大

(E) 平衡常數大小會受溶劑種類和溫度影響, 但不受催化劑的影響

第貳部分：非選擇題

一、(1) +3, 6



【詳解】

(1) $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ 中 $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-} \rightarrow$ 其中 $C_2O_4^{2-}$, 因此 $Fe + (-2) \times 3 = -3$, 故 Fe 的氧化數為 +3
 $C_2O_4^{2-}$ 為雙牙基, Fe 的配位數為 6

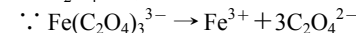
(2) $2Fe^{3+} + H_2C_2O_4 \xrightarrow{\text{照光}} 2Fe^{2+} + 2CO_2 + 2H^+$
生成的 Fe^{2+} 與赤血鹽 $K_3[Fe(CN)_6]$ 反應, 反應式為
 $Fe^{2+}(aq) + Fe(CN)_6^{3-}(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + Fe(CN)_6^{4-}(aq)$
之後 $4Fe^{3+}(aq) + 3Fe(CN)_6^{4-}(aq) \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3(s)$

(3) $5C_2O_4^{2-} + 2MnO_4^- + 8H^+ \rightarrow 10CO_2 + 2Mn^{2+} + 4H_2O$

$\frac{C_2O_4^{2-}}{MnO_4^-} = \frac{5}{2} = \frac{x}{0.1 \times 0.024} \Rightarrow x = 6 \times 10^{-4} \text{ mol}$

$\therefore 100\text{mL}$ 取 20mL 滴定

$\therefore C_2O_4^{2-}$ 有 $5 \times 6 \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-3} \text{ mol}$



$\therefore Fe(C_2O_4)_3^{3-}$ 有 $1 \times 10^{-3} \text{ mol}$

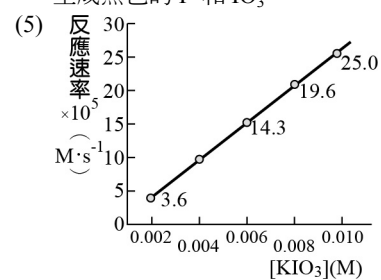
$1 \times 10^{-3} = \frac{0.491}{437 + 18n} \Rightarrow n = 3$

二、(1) 亞硫酸氫鈉(NaHSO_3)

(2) $\frac{\text{IO}_3^- \text{莫耳數}}{\text{HSO}_3^- \text{莫耳數}} > \frac{1}{3}$

(3) I_2 或 I_3^-

(4) 碘在鹼性溶液中，發生自身氧化還原反應：
 $3\text{I}_{2(s)} + 6\text{OH}^-_{(aq)} \rightarrow 5\text{I}^-_{(aq)} + \text{IO}_3^-_{(aq)} + 3\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ ，
生成無色的 I^- 和 IO_3^-



(6) 22.3

先求 Y 值：直線斜率為定值，

$$\frac{Y - 3.6}{0.004 - 0.002} = \frac{14.3 - Y}{0.006 - 0.004}, Y = 8.95$$

$$8.95 \times 10^{-5} = \frac{0.002}{X}, X = 22.3$$

