

2021/2022 學年澳門高中學生化學競賽

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9		總分
滿分	30	10	11	11	7	7	6	9	9		100
得分											
評卷人											

第 1 題	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
答案								
第 1 題	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15	
答案								

相對原子質量 克/摩爾																	
H 1.008															He 4.003		
Li 6.941	Be 9.012											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
Na 22.99	Mg 24.31											Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
Cs 132.9	Ba 137.3	La-Lu	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.9	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po [210]	At [210]	Rn [222]
Fr [223]	Ra [226]	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

考生姓名 : _____
 考生編號 : _____
 學生證編號 : _____
 就讀學校 : _____
 聯繫電話 : _____

第 1 題 選擇題 (每小題 2 分。每小題有 1-2 個選項符合題意) (30 分) 請於第一頁填寫答案

 1-1. 假定有下列描述電子運動狀態各組量子數 (n, l, m_l, m_s) ，其中能存在的是

- A · $(3, 1, +2, +1/2)$ B · $(3, 2, -1, -1/2)$
 C · $(2, -1, +1, -1/2)$ D · $(4, 3, +2, +1/2)$

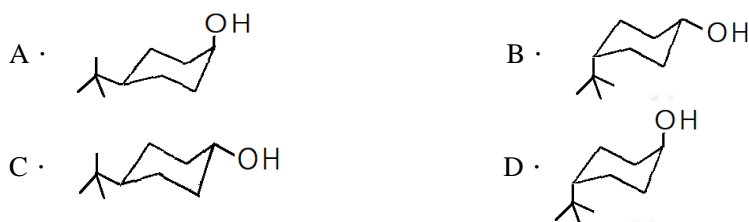
 1-2. 有以下變化：原子 $A \xrightarrow{+ne^-} A^{n-}$ ， $\Delta H_1 < 0$ ；原子 $B \xrightarrow{+ne^-} B^{n-}$ ， $\Delta H_2 < 0$ ；且 $\Delta H_1 < \Delta H_2$ 。下列說法正確的是

- A · 氧化性 $A < B$ B · 還原性 $A^{n-} < B^{n-}$
 C · 單質穩定性 $A < B$ D · 離子穩定性 $A^{n-} < B^{n-}$

1-3. 根據價電子對互斥理論分析，下列分子或離子的幾何形狀為平面三角形的是

- A · ClF_3 B · SO_3
 C · SO_3^{2-} D · CH_3^+

1-4. 順式-4-叔丁基環己醇的優勢構象是



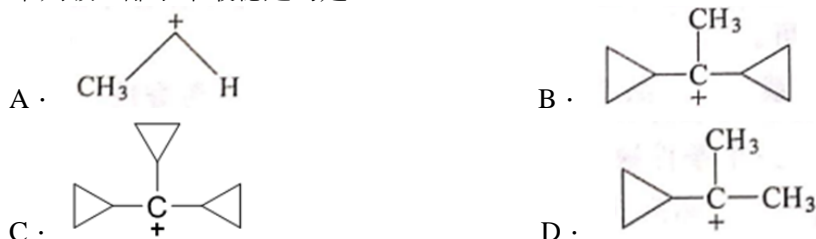
1-5. 下列屬於使用化學手段消除環境污染的是

- A · 利用廢舊塑膠煉油 B · 在燃料煤中添加氧化鈣
 C · 用多孔吸附劑清除水面油污 D · 把放射性核廢料深埋於地下岩層

 1-6. 將鎢酸鈉晶體($Na_2WO_4 \cdot 2H_2O$) 0.544g 加水溶解，再加入一定量的鋅和稀 H_2SO_4 ，反應生成一種藍色化合物且無 H_2 產生。現用 0.024mol/L $KMnO_4$ 酸性溶液滴定這種藍色化合物恰好將其氧化為一種黃色化合物，共耗去 $KMnO_4$ 酸性溶液 8.26mL。上述藍色化合物是

- A · $W_{10}O_{21}$ B · W_8O_{22}
 C · $W_{10}O_{27}$ D · W_5O_{14}

1-7. 下列碳正離子中最穩定的是

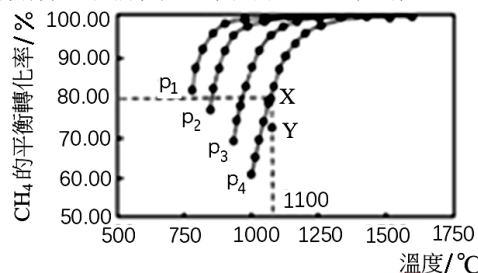

 1-8. 第 IIIA 族的 Al 、 Ga 均為兩性元素， $Al(OH)_3$ 與 $Ga(OH)_3$ 相比，後者酸性比前者強。當 CO_2 通入有 $NaAlO_2$ 和 $NaGaO_2$ 的溶液中，首先沉澱出來的氫氧化物是

- A · $Al(OH)_3$ B · $Ga(OH)_3$
 C · 同時沉澱出來 D · $M(OH)_3$ 都是難溶的兩性氫氧化物

1-9. 鎳銅電池，它是採用放射性同位素鎳 $^{63}_{28}\text{Ni}$ 和銅兩種金屬作為電池的材料，利用鎳 63 發生 β 裂變時釋放電子給銅片，把鎳 63 和銅片做電池兩極外接負載為負載提供電能。下面有關該電池的說法正確的是

- A · 鎳 63 的裂變方程是 $^{63}_{28}\text{Ni} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^{63}_{27}\text{Cu}$ B · 鎳 63 的裂變方程是 $^{63}_{28}\text{Ni} \rightarrow ^0_{-1}\text{e} + ^{64}_{29}\text{Cu}$
 C · 該電池內電流方向是從鎳流向銅片 D · 外接負載時鎳 63 的電勢比銅片為高

1-10. 一定條件下，恒容密閉容器中發生反應： $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ ，測得 CH_4 的平衡轉化率與溫度及壓強的關係如圖所示，下列說法正確的是



- A · 壓強 $P_4 > P_3 > P_2 > P_1$ B · 壓強為 P_4 時，在 Y 點： $v_{\text{正}} < v_{\text{逆}}$
 C · 選擇合適催化劑可提高 CH_4 的平衡轉化率 D · 上述反應的 $\Delta H > 0$

1-11. 在溶液中有濃度均為 0.010 mol/L 的 Fe^{3+} 、 Cr^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 等離子，已知：

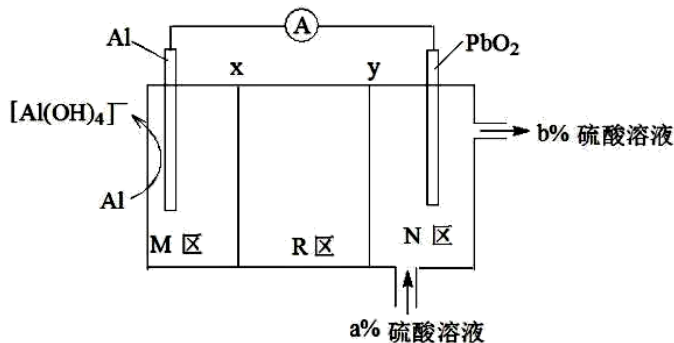
$$K_{sp}\text{Fe}(\text{OH})_3 = 2.6 \times 10^{-39}、K_{sp}\text{Cr}(\text{OH})_3 = 7.0 \times 10^{-31}、$$

$$K_{sp}\text{Zn}(\text{OH})_2 = 1.0 \times 10^{-17}、K_{sp}\text{Mg}(\text{OH})_2 = 1.8 \times 10^{-11}$$

當氫氧化物開始沉澱時，下列哪一種離子所需的 pH 最小

- A · Fe^{3+} B · Cr^{3+}
 C · Zn^{2+} D · Mg^{2+}

1-12. 在 Al-PbO_2 電池中，電解質為 K_2SO_4 、 H_2SO_4 (且 $a > b$)、 KOH ，通過 x 和 y 兩種離子交換膜將電解質溶液隔開，形成 M、R、N 三個電解質溶液區域，如下圖所示。下列說法正確的是



- A · K^+ 通過 x 膜移向 M 區
 B · R 區域的電解質濃度逐漸減小
 C · 放電時，Al 電極反應為： $\text{Al} - 3\text{e}^- + 4\text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
 D · 消耗 0.9 g Al 時，N 區域溶質減少 8.0 g

1-13. 有兩份組成及品質都相等的 Na_2O_2 和 Na_2CO_3 的混合物，向第一份中加入足量的稀硫酸，放出的氣體共 4.48 L 。將此氣體通入第二份混合物，充分反應後，氣體體積變為 4.032 L (均為標準狀況下體積)。則原混合物中 Na_2O_2 和 Na_2CO_3 的物質的質量之比為

- A · 9:2 B · 3:2 C · 2:1 D · 8:1

1-14. 下列關於人工降雨中碘化銀的功能敘述正確的是

- A · 碘化銀分解，使雲內溫度下降水蒸氣凝聚
- B · 碘與銀之間距離與冰中兩個相鄰氧原子的距離很接近，起了“假冰晶”的作用
- C · 碘化銀吸濕性很強，可促使雲滴增大而降下
- D · 碘化銀在雲中水解，促使雲滴增大而降下

1-15. 常溫下， $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.75 \times 10^{-5}$ ，下列說法正確的是

- A · 醋酸鈉溶液中加入醋酸銨固體，溶液的 pH 減小
- B · 可以用酸鹼直接滴定法測定醋酸銨的含量
- C · pH = 3 的鹽酸與 pH = 11 的氨水等體積混合，所得溶液中 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{NH}_4^+)$
- D · 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的鹽酸滴定 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水時，可用酚酞作為指示劑

第 2 題 (10 分)

根據提供的資訊寫出相應的離子方程式

2-1. 砷在硝酸中溶解的反應。

2-2. I_2 置於 KClO_3 溶液中，得到 $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$ 結晶析出，同時產生另一種單質。

2-3. 少量 NaClO 溶液和 FeSO_4 溶液反應，有 $\text{Na}_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}$ 沉澱生成。

2-4. 鹼性條件下， $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 可以將 Cr_2O_3 氧化。

2-5. $(\text{C}_6\text{H}_6)_2\text{Cr}^+$ 和 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$ 在鹼性溶液中反應，生成氧化產物與還原產物成 1:1 比例。

第 3 題 (11 分)

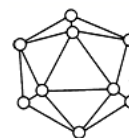
以硼族元素為核心可組成形式多樣的單核、雙核或多核的分子、離子

3-1. 請寫出硼族元素原子的價電子構型。

3-2. BF_3 為缺電子化合物， BF_3 與 F^- 離子反應生成 BF_4^- 離子時，其反應類型。

3-3. $\text{Al}(\text{Me})_3$ 以雙聚體的形式存在，請畫出其結構圖。

3-4. 晶體硼的基本結構單元都是由硼原子組成的正二十面體在 B_{12} 的正二十面體結構中，試問 B_{12} 中含有價電子個數及 B 原子雜化類型。



體結構中，

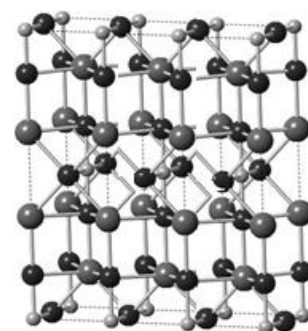
3-5. $[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_4]^-$ 中含 4 個 BO_3 的平面三角形和 1 個 BO_4 的四面體，請畫出該離子的結構。

3-6. 硼砂的主要成分是 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ，它的水溶液是常用的緩衝溶液，試解釋它為什麼具有緩衝能力。

第 4 題 (11 分)

下圖是一種 Ba、Pb、O 由組成的晶體結構示意圖，其中按照球從大到小依次表示 Ba、O、Pb 三種原子。該晶體的晶胞參數如下： $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$, $a = b = 383.6 \text{ pm}$, $c = 1333.5 \text{ pm}$

4-1. 寫出該晶體的化學式 並 畫出以 Ba 為頂點的晶胞。



4-2. 請指出該晶胞所屬的點陣形式。

4-3. 請指出 Ba、Pd、O 各自的配位數，並指出晶體中氧粒子有幾種化學環境的。

4-4. 試計算該 Ba₂PdO₃ 晶體的密度。

第 5 題 (7 分)

單核配合物 M 有某些不同於順鉑和反鉑的特性，其 C、H、N、O 原子個數比 4:7:1:2。它是由四氨合鉑酸鉀和(1S, 2S)-1,2-二氨基環己烷及草酸銨反應制得。

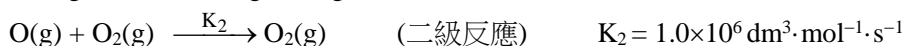
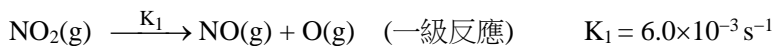
5-1. 畫出(1S, 2S)-1,2-二氨基環己烷的結構式。

5-2. 寫出 Pt(II) 離子的電子結構，判斷配合物 M 是否有磁性。

5-3. 寫出配合物 M 的分子式及結構式。

第 6 題 (7 分)

污染空氣中生成臭氧的反應機理如下：



已知：污染空氣中 NO₂ 與 O₂ 的濃度分別為 3.0×10⁻⁹ mol/dm³ 與 1.0×10⁻² mol/dm³。假定原子氧的濃度趨於某種“穩定狀態”，即一種恒定的低濃度狀態，在這種情況下，氧在第二個反應中的消耗速率與它在第一個反應中的產生速率相等。

6-1. 試計算污染空氣中 O(g) 的穩定濃度。

6-2. 計算污染空氣中 O_3 的生成速率。

6-3. 若臭氧的生成速率不變，求 $25^\circ C$ 與 1 atm 下，需經過多長時間臭氧的濃度達到空氣中臭氧的萬分之一。(在上述條件下，假設空氣中 O_3 含量為 0.04 mol/dm^3 左右)

第 7 題 (6 分)

將 I_2S_2 與 $BeCl_2$ 按物質的量比 1:1 溶於環己烷 (溶劑) 中得一白色沉澱 A，現對 A 進行分析：

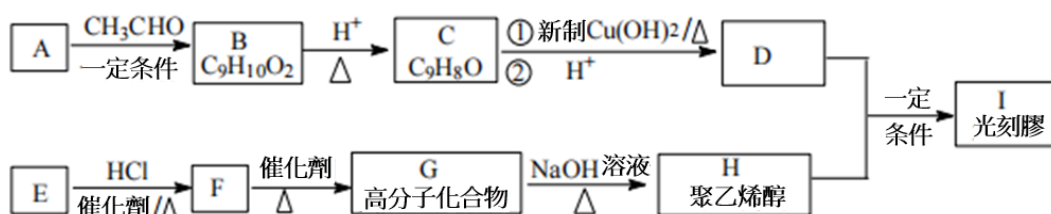
- (1) 將 39.21 g 純淨 CaC_2O_4 溶於稀酸，用未知濃度的 $KMnO_4$ 溶液滴定至終點消耗 76.28 mL ；
- (2) 將沉澱物 A 溶於水，立即解離出 I_2S_2 ，將 I_2S_2 分離至 250 mL 的錐形瓶中；
- (3) 加入過量上述 $KMnO_4$ 標準溶液 30.00 mL ，此時溶液中存在三種具有相同質性的陰離子；
- (4) 用 $2.325 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_2O_2 回滴消耗 25.21 cm^3 。

7-1. 計算 $KMnO_4$ 標準溶液濃度。

7-2. 計算沉澱 A 的品質。

第 8 題 (9 分)

酯類物質 I 是一種光刻膠，是微電子技術中微細圖形加工的關鍵材料之一，還可以應用於印刷工業。其合成路線設計如下：(部分試劑和產物略去)



已知：A 中含有 8 電子的大 π 鍵

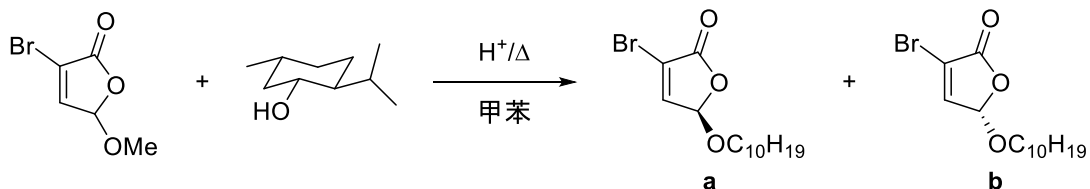
8-1. 試畫出 B 的結構式並命名。

8-2. 請寫出 $D + H \rightarrow I$ 的化學反應方程式。

8-3. 結合上述資訊，寫出以 2-丙醇和乙醛為原料，製備 $\text{---}\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3\text{COOH}}{\text{C}}}\text{---}\overset{\text{CH}}{\text{---}}\text{---}_n$ 的合成路線流程圖。(可任選無機試劑)

第 9 題 (9 分)

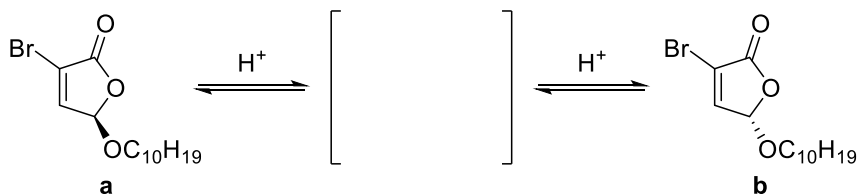
9-1. 對於以下反應：



9-1-1. 下列說法正確的有

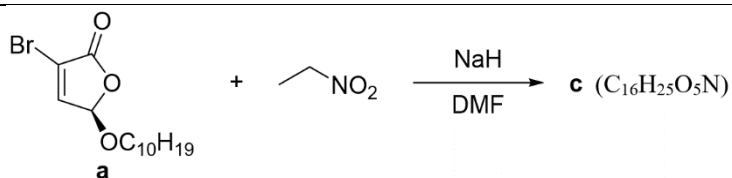
- A · 產物 **a** 和 **b** 是一對對映異構體。
- B · 產物中的氧原子均來自第一個反應物
- C · 此反應中 **a** 和 **b** 的產率不相等。
- D · 此反應是取代反應

9-1-2. 在酸性條件下，**a** 和 **b** 之間可以相互轉化



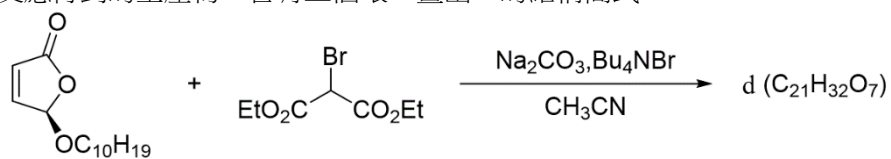
畫出轉化過程中電中性中間體的結構。

9-2. 畫出以下反應產物 **c** 的結構簡式。



已知：硝基甲烷負離子碳端親核性強於氧端，碳端進行麥克爾加成；平面上方空阻大，從下方進行反應。

9-3. 以下反應得到的主產物 **d** 含有三個環，畫出 **d** 的結構簡式。



【完】