

2018 澳門高中學生化學競賽試題

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	總分
滿分	30	10	8	8	8	5	11	6	8	6	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	1-9	1-10	
答案											
第 1 題	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15						
答案											

H 1.008	相對原子質量 克/摩爾																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 (30 分)

選擇題 (每小題 2 分。每小題有 1 或 2 個選項符合題意) [請於第一頁填寫答案]

1-1 氡氣吸入體內有害健康，質量數是 222。某些放射性礦物分解放出的“鐳射氣”，是由質子數 86，質量數 219 的原子組成，下列有關說法正確的是

- A · 氡氣在標準狀況下密度約是 $19.82 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ B · “鐳射氣”最外層有 8 個電子
C · 氡氣化學性質較活潑，因此對人體有害 D · “鐳射氣”是氡的同位素

1-2 在高溫超導體中，鉍(Tl)是其中成分之一，鉍的下列性質判斷中可能錯誤的是

- A · 是銀白色質軟的金屬 B · 形成+1及+3價的化合物
C · $\text{Tl}(\text{OH})_3$ 是兩性氫氧化物 D · +1鉍的有強的還原性強

1-3 某無色溶液含有 Rb^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 中的 2 種離子，分別取該溶液進行下列實驗：

(1) 向溶液中滴加用硝酸酸化的 AgNO_3 溶液，有白色沉澱產生；

(2) 向溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液，沒有任何現象。

根據上述實驗，可以確定溶液中一定存在的離子是

- A · Fe^{2+} 和 Cl^- B · Rb^+ 和 SO_4^{2-} C · Fe^{2+} 和 SO_4^{2-} D · Rb^+ 和 Cl^-

1-4 下表是部分短週期元素性質的資料：

元素編號 元素性質	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
原子半徑	0.74	1.60	1.52	1.10	/	1.86	0.75	0.82
最高化合價	/	+2	+1	+5	+7	+1	+5	+3
最低化合價	-2	/	/	-3	-1	/	-3	/

下列說法正確的是

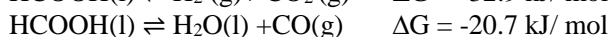
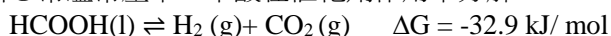
- A · 元素原子序數④大於② B · ②③號元素不可能處於同一週期
C · ⑤號元素最高價氧化物的水化物酸性最強 D · ⑧號元素是金屬元素

1-5 一定溫度和壓強下，由穩定單質生成 1 mol 某物質時反應的自由能 (G) 變化為 ΔG (kJ/mol)。通過如下資料進行判斷：

資料①常溫常壓下一些氫化物生成的 ΔG 如下：

氫化物	HF	HCl	HBr	HI	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	NH_3	CH_4
ΔG (kJ/mol)	-273.2	-95.3	-53.4	+1.7	-237.2	-16.5	-50.8

資料②常溫常壓下，甲酸在催化劑作用下分解：

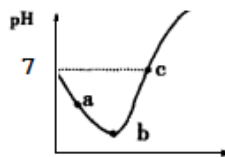


下列說法正確的是

- A · 如果反應的 $\Delta G < 0$ ，則該反應的 $\Delta H < 0$
B · ΔG 越小，氫化物越穩定
C · $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta G = -12.2 \text{ kJ/mol}$
D · 反應 $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s}) + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$ ，其 $\Delta G \approx \Delta H$

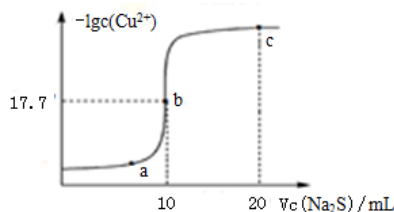
1-6 25°C時，向純水中通入Cl₂至飽和，再逐滴滴加0.1mol/L的NaOH溶液，實驗過程中得到如下圖所示的pH變化曲線。下列有關說法正確的是

- A · 從b點到c點，溶液中 $[c(\text{H}^+)/c(\text{ClO}^-)]$ 減小
- B · b點溶液中， $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-) + c(\text{ClO}^-)$
- C · 從a點到b點，Cl₂在水中的溶解度增大
- D · pH = 7時，一定有 $c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{ClO}^-)$



1-7 某溫度下，向10 mL 0.1 mol/L CuCl₂溶液中滴加0.1 mol/L的Na₂S溶液，滴加過程中溶液中 $-\lg c(\text{Cu}^{2+})$ 與Na₂S溶液體積(V)的關係如圖所示，下列有關說法正確的是
(已知： $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 3 \times 10^{-25} \text{ mol}^2/\text{L}^2$)

- A · 該溫度下 $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 4 \times 10^{-36} \text{ mol}^2/\text{L}^2$
- B · Na₂S溶液中： $c(\text{S}^{2-}) + c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S}) = 2c(\text{Na}^+)$
- C · 向Zn²⁺、Cu²⁺濃度均為 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的混合溶液中逐滴加入 $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的Na₂S溶液，Cu²⁺先沉澱
- D · a、b、c三點中，水的電離程度最大的為b點



1-8 化學反應 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO} + (\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O} \xrightarrow[\Delta]{\text{CH}_3\text{COONa}}$ 主要產物是

- A · C₆H₅CHOH CH₃COOH
- B · C₆H₅CH=CHCOOH
- C · C₆H₅CH=CHCOOCOCH₃
- D · C₆H₅CHOHCH₂COOCOCH₃

1-9 比較下列化合物的沸點，其中沸點最高的是

- A · CH₃OH
- B · C₂H₅OH
- C ·
- D ·

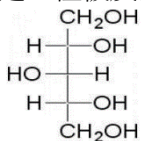
1-10 下列說法正確的是

- A · 某濃度的氨水加水稀釋後pH變小，則其中的 $[c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})/c(\text{NH}_4^+)]$ 的值也減小
- B · 向AgCl懸濁液中加入少量KI溶液，沉澱轉化為黃色，說明 $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) > K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$
- C · 常溫下， $\text{MgO}(\text{s}) + \text{C}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s}) + \text{CO}(\text{g})$ 不能自發進行，則其 $\Delta H > 0$
- D · 25°C時，同濃度的Na₂CO₃溶液的鹼性強於C₆H₅ONa，說明C₆H₅OH的酸性強於H₂CO₃

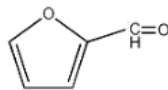
1-11 分別配製H₃PO₄、KOH的乙醇溶液，取10mL H₃PO₄溶液在不斷振盪下，滴加KOH溶液產生白色沉澱，並不斷增多，繼而又逐漸減少至消失，然後又逐漸增多至一定量不再消失，以上事實說明

- A · K₂HPO₄不溶于無水乙醇
- B · KH₂PO₄、K₃PO₄不溶于無水乙醇
- C · KH₂PO₄、K₂HPO₄不溶于無水乙醇
- D · K₂HPO₄溶于無水乙醇

1-12 木糖醇是一種被廣泛使用的糖代用品，有關木糖醇的說法正確的是



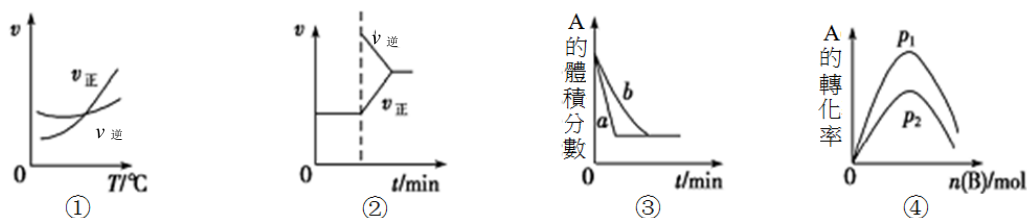
木糖醇



糠醛

- A · 木糖醇是一種單糖，不能發生水解反應
- B · 木糖醇脫去三分子水可得糠醛
- C · 木糖醇易溶解於水，能發生酯化反應
- D · 木糖醇在口腔中不易被氧化為酸

1-13 下面有關化學反應速率和限度的圖像和實驗結論表達均正確的是



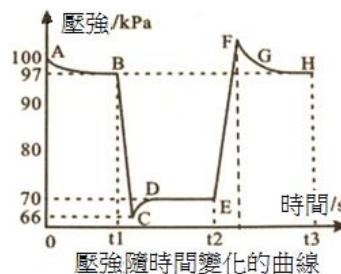
- $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g)$ $FeCl_3 + 3KSCN \rightleftharpoons Fe(SCN)_3 + 3KCl$ $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ $A(g) + 2B(s) \rightleftharpoons 2C(g)$
- A · 圖①是其他條件一定時反應速率隨溫度變化的圖像，圖像表明升溫平衡正向移動
 B · 圖②是在平衡體系的溶液中加入少量KCl晶體後化學反應速率隨時間的變化
 C · 圖③可能是催化劑對化學平衡的影響，也可能是其它因素對化學平衡的影響
 D · 圖④是一定條件下，向含有一定量A的容器中逐漸加入B時的圖像，壓強 $p_1 > p_2$

1-14 有200mL $Cu(NO_3)_2$ 、 $AgNO_3$ 混合液，其中 $[NO_3^-] = 2mol/L$ ，加一定量Zn充分反應，生成沉澱24.8g，沉澱不與HCl反應，過濾出的濾液不與BaCl₂溶液反應，向濾液中加入過量的NaOH溶液有沉澱析出，過濾後將固體灼燒至恒重，稱得品質為4g。則原加入Zn的品質為

A · 6.50g B · 13.0g C · 11.7g D · 9.75g

1-15 利用傳感技術研究壓強對 $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$ 平衡移動的影響。在一定條件下，往針筒中充入一定體積的 NO_2 後密封先保持活塞位置不變。分別在 t_1 、 t_2 時刻迅速移動活塞並立即保持活塞位置不變，測定針筒內氣體壓強變化如圖所示。下列說法正確的是

- A · B點時 NO_2 的轉化率為6%
 B · B點到D點的過程中， NO_2 的物質的量先減少後增大
 C · B、E兩點對應的正反應速率大小為 $v_B < v_E$
 D · E、H兩點氣體的平均相對分子品質大小為 $M_E < M_H$



第 2 題 (10 分)

根據提供的資訊寫出相應的化學(離子)方程式

2-1 將 Fe_2O_3 、 KNO_3 和 KOH 混合並加熱共融，得紫紅色高價鐵鹽且無氣體放出。

2-2 $Na_2[Fe(CN)_5(NO)] \cdot 2H_2O$ 的水溶液能與 $NaOH$ 反應，此過程中配體與中心原子之間的鍵未發生斷裂。

2-3 鹽酸中 $SnCl_2$ 還原雌黃 As_2S_3 得到雄黃 As_4S_4 。

2-4 $KB(C_6H_5)_4$ 溶於有機溶劑，然後加入過量的 HgY^{2-} ，釋放出 HY^{3-} 。

2-5 $C_6F_5XeF_2 \cdot BF_4$ 是首例有機物氙(IV)的化合物，是一種強的氟化劑和氧化劑，它可與碘反應可得到五價碘，同時生成 $C_6F_5BF_2$ 等。

第3題 (8分)

三氯化鋁是有機合成反應中一種重要的催化劑，也是製備其他鋁化合物的原料之一，其反應活性又與它的狀態及所用的反應溶劑有關。

3-1 在不同形態下無水氯化鋁以多種微粒形態存在：如在晶態中以形式 X；在高於昇華溫度氣態中以形式 Y；在苯中也以形式 Y，但還有少量的 Z；在乙醚中以 W。寫出 X、Y、Z、W 的各自形式。

3-2 用氧化鋁和四氯化碳反應可製備三氯化鋁，反應中有氣體副產物產生，該氣體有毒，且易水解。寫出製備反應方程式。

3-3 以無水 $AlCl_3$ 為原料製備 $AlCl_3$ 離子型液體 ($AlCl_3 - MCl$, M 為鹼金屬或有機陽離子)，以此 $AlCl_3$ 離子型液體進行電解。實驗證明，在陽極發生的電解反應是 $AlCl_4^-$ 失去電子生成離子 Q，該離子中 Al 有一種狀態，Cl 有二種狀態，經質譜檢驗，其質荷比 $M/Z = 302.5$ ，試畫出該離子 Q 的結構式，並寫出生成 Q 的電極方程式。

3-4 據有關資料顯示，當 Cl 含量較少時， $AlCl_3 - MCl$ 中可能存在鏈狀離子 $[AlCl_n]^-$ ，試畫出其結構。

第4題 (8分)

一元酸 HA， α 表示質子化速率常數， β 表示去質子化速率常數，對於 $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$ ， $v_{正} = 2\beta[HA]$ ， $v_{逆} = \alpha[H^+][A^-]$ ($[HA]$ 、 $[H^+]$ 、 $[A^-]$ 表示電離平衡時各型體的平衡濃度)。已知某二元酸 $HOOC-(CH_2)_x-COOH$ (簡記為 A)，其一級解離常數為 K_1 ，二級解離常數為 K_2 ，假設 x 足夠大，以至兩個羧基之間分子內相互作用可忽略不計。

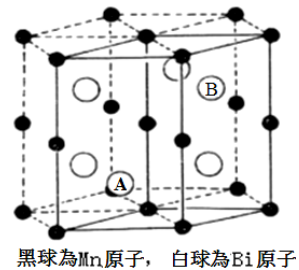
4-1 試計算推導 K_1 和 K_2 間的簡單的代數關係。

4-2 推導出溶液中 H^+ 濃度與羧酸濃度 c 的關係式 $[H^+] = K_1/4 + \sqrt{(K_1/4)^2 + K_1c}$ 。

4-3 定性說明當 $x = 1$ 和 $x = 0$ 時， K_1 和 K_2 兩常數之比將會發生怎樣的改變？

第5題（8分）

磁光存儲是一種採用鐳射和磁場共同作用的存儲技術。磁光存儲的研究是從含有Mn、Bi元素的薄膜磁化並用光讀取之後開始的。下圖是其中一種化合物的晶體結構，屬於六方晶系，晶胞參數為 $a = b = 427\text{pm}$ ， $c = 615\text{pm}$



黑球為Mn原子，白球為Bi原子

5-1 指出元素錳在週期表中的位置和外層電子的排布

5-2 請寫出上述該物質化學式，判斷Mn原子處於Bi原子所形成的哪一類空隙中；

5-3 試估算該晶體的密度；

5-4 從原子結構角度簡要解釋這種晶體適合作為磁光材料的原因。

第6題（5分）

稱取含鉛試樣0.500g，用 HNO_3 溶解，然後用 $1\text{mol/L}\cdot NaOH$ 溶液將試液調至中性。①加入足量 K_2CrO_4 溶液，鉛完全生成鉻酸鉛沉澱；②將沉澱過濾洗淨，用酸溶解，調節溶液為酸性；③再加入足量的 KI 溶液，釋放出 I_2 ；④用 $0.100\text{mol/L}\cdot Na_2S_2O_3$ 溶液滴定至終點時，消耗 30.0mL 。

6-1 寫出上述②、③步主要離子反應方程式；

6-2 寫出該含鉛試樣中Pb的品質分數計算式和結果。

第7題 (11分)

某種具有高度複雜性的簇合物 **X** 可由如下方法制得，製備過程中發生的反應如下(以下方程式僅示出部分產物，未表示計量數)：



其中 **A**、**B** 和 **C** 均為含有銻(Ge)的有機化合物，**A**、**B** 的對稱性相同，均具有 C_3 軸。**A** 中的氫元素有二種化學狀態。銻元素在 **A** 和 **B** 中的質量分數分別為 0.5470 和 0.3076。**P** 和 **Q** 均為只含有羰基作為配體的含銻配合物，**P** 和金屬鈉反應得到 **Q**。**E** 和 **F** 均為過渡金屬雙聚配合物，二者均只含有環戊二烯基和羰基作為配體，除碳外的所有元素均只有一種化學狀態。**C**、**G**、**X**、**E** 和 **F** 金屬原子間均通過單鍵連接。**E** 和 **F** 中金屬元素的質量分數分別為 0.3915 和 0.3264，碳的質量分數分別為 0.3921 和 0.4676。以上所有出現的配合物中的過渡金屬均滿足 18 電子規則。

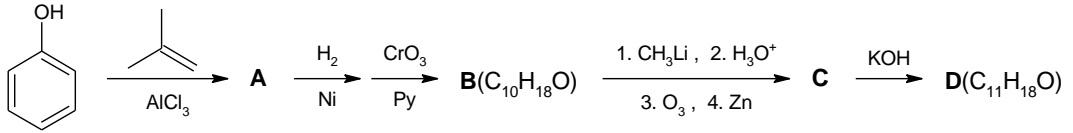
畫出 **A**、**B**、**C**、**G** 和 **X** 的結構式，並寫出 **D**、**E**、**F**、**P** 和 **Q** 的化學式。

第8題 (6分)

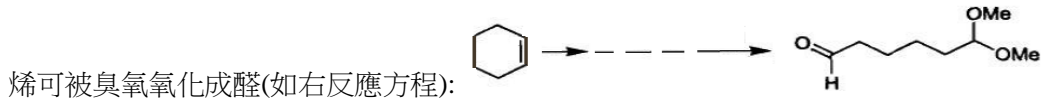
烴**A**具有對稱結構且含氫量為7.7%，相對分子量在300單位以下，並能使 $\text{Br}_2\text{-CCl}_4$ 和稀冷 KMnO_4 溶液褪色，在溫和條件下，1 mol **A**催化加氫反應需要加入1 mol氫分子，若用 KMnO_4 酸性溶液氧化，則僅得到一種二元酸**B**，**B**的一溴取代物只有一種。試推出該化合物**A**的可能結構，並命名。

第 9 題 (8 分)

寫出粗體字母代表的化合物的結構：



第 10 題 (6 分)



其反應歷程如下，R 表示反應中某個基團，請寫出下列中 A、B、C、D 結構(其中 A、C 要

求用 表示出電子的轉移)。註: TsOH = 對甲苯磺酸

