

2019 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	7	12	8	6	5	6	10	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 1-2 個選項符合題意) [請於第一頁填寫答案]

1-1 下列氣體標準熵的大小比較，正確的是

- A · $\text{SF}_6 > \text{SO}_3 > \text{SO}_2 > \text{O}_3 > \text{N}_2 > \text{H}_2$ B · $\text{H}_2 > \text{N}_2 > \text{O}_3 > \text{SO}_2 > \text{SO}_3 > \text{SF}_6$
 C · $\text{SF}_6 > \text{SO}_3 > \text{O}_3 > \text{SO}_2 > \text{N}_2 > \text{H}_2$ D · $\text{O}_3 > \text{SO}_2 > \text{SF}_6 > \text{SO}_3 > \text{N}_2 > \text{H}_2$

1-2 下列說法不正確的是

- A · 共價半徑： $\text{Co} > \text{Ni}$ ， $\text{Ni} < \text{Cu}$ B · 第一電離能： $\text{Si} > \text{P}$ ， $\text{P} > \text{S}$
 C · 第一電子親和能： $\text{B} > \text{C}$ ， $\text{C} < \text{Si}$ D · 電負性： $\text{O} > \text{Cl}$ ， $\text{O} < \text{F}$

1-3 將 1.62g 硫溶於 20g 苯中，該苯溶液的沸點升高 0.81K，已知苯的沸點升高常數 $k_b = 2.53 \text{K kg mol}^{-1}$ ，硫在苯溶液的分子式是

- A · S_2 B · S_4 C · S_6 D · S_8

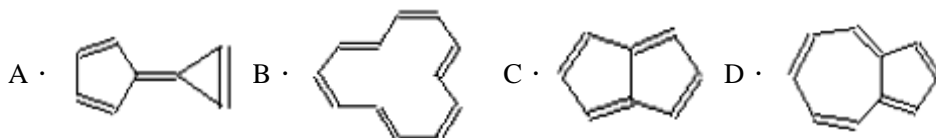
1-4 下列配合物有旋光異構體的是

- A · $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})_2\text{Cl}_2]$ B · $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_3(\text{OH})]$
 C · $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{en})_2]\text{Cl}_3$ D · $[\text{Co}(\text{NH}_3)(\text{en})\text{Cl}_3]$

1-5 3-甲基戊烷的一氯代產物有 (提示：需要考慮立體異構)

- A · 6種 B · 7種 C · 8種 D · 9種

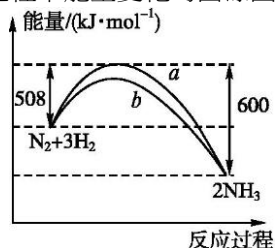
1-6 下列化合物是否具有芳香性



1-7 要鑒別澱粉溶液、肥皂水兩瓶溶液，下列試劑不可選用的是

- A · 碘水 B · 稀硝酸 C · pH 試紙 D · NaOH 溶液

1-8 如圖 298 K 時， N_2 與 H_2 反應過程中能量變化的曲線圖，敘述正確的是



- A · 該反應的熱化學方程式為 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -92 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B · a 曲線是加入催化劑時的能量變化曲線
 C · 加入催化劑，該化學反應的反應熱改變
 D · 在溫度、體積一定的條件下，通入 1 mol N_2 和 3 mol H_2 反應後放出的熱量為 Q_1 kJ，若通入 2 mol N_2 和 6 mol H_2 反應後放出的熱量為 Q_2 kJ，則 $184 > Q_2 > 2Q_1$

1-9 查處酒後駕駛採用的『可攜式乙醇測量儀』以燃料電池為工作原理，在酸性環境中，理論上乙醇可以被完全氧化為 CO_2 ，但實際乙醇被氧化為 X ，其中一個電極的反應式為： $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{X} + 2\text{H}^+$ 下列說法中正確的是

- A · 電池內部 H^+ 由正極向負極移動
- B · 另一極的電極反應式為： $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$
- C · 乙醇在正極發生反應，電子經過外電路流向正極
- D · 電池總反應為： $2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{H}_2\text{O}$

1-10 將適量 AgBr 固體加入水中，存在平衡： $\text{AgBr}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$ 。則下列說法正確的是

- A · 向此體系中滴加足量濃 NaCl 溶液，發現淡黃色固體轉化為白色，說明 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$
- B · 向此體系中加入少量 AgBr 固體平衡正向移動，當再次平衡時 $c(\text{Ag}^+)$ 、 $c(\text{Br}^-)$ 均增大
- C · 此體系中一定存在 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Br}^-) = \sqrt{K_{\text{sp}}(\text{AgBr})}$
- D · 某溶液中 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Br}^-) = K_{\text{sp}}(\text{AgBr})$ ，說明此時 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Br}^-)$

1-11 下列化合物分別與氯化氫發生氧化加成反應，生成的產物不穩定的是

- A · $\text{IrCl}(\text{CO})(\text{PPh}_3)_2$
- B · $\text{IrPh}(\text{CO})(\text{PMe}_3)_2$
- C · $\text{IrMe}(\text{CO})(\text{PMe}_3)_2$
- D · $\text{IrCl}(\text{CO})(\text{PMe}_3)_2$

1-12 莫爾鹽 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 常用作氧化還原滴定法的基準劑，下列有關該鹽溶液比較不正確的是

- A · $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Fe}^{2+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- B · $c(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Fe}^{2+}) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- C · $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
- D · $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{NH}_4^+) + 2c(\text{Fe}^{2+}) + c(\text{H}^+)$

1-13 物質的氧化性與反應物的濃度有關，而當氫離子或氫氧根參與反應的時候，其酸度也對物質的氧化性重要作用，有時甚至能夠決定反應是否能夠發生。以下反應中，提高酸度對反應不利的是

- A · 氯氣將 $\text{Fe}(\text{III})$ 氧化為 FeO_4^{2-}
- B · CoF_3 將 Mn^{2+} 氧化為 MnO_4^-
- C · Fe^{3+} 將 Cu 氧化為 Cu^{2+}
- D · 二氧化錳和濃鹽酸反應製備氯氣

1-14 在 $t^\circ\text{C}$ 下，平衡常數 $K = \frac{c(\text{NO}) \cdot c(\text{SO}_3)}{c(\text{NO}_2) \cdot c(\text{SO}_2)}$ 。恒容時，溫度升高 NO 濃度減小。下列說法正

確的是

- A · 該反應的焓變為正值
- B · 恒溫下減小壓強，反應體系的顏色加深
- C · 升高溫度，逆反應速率增大
- D · 該反應化學方程式為 $\text{NO}_2 + \text{SO}_2 \rightleftharpoons \text{NO} + \text{SO}_3$

1-15 X 是一種金屬，其最外層只有 1 個電子。該金屬可以與鹽酸反應生成藍色的物質 Y ，隨即被氧化為 Z ， Z 是一種綠色的溶液。在 Z 中加入過量 KOH 後會先出現大量沉澱，之後沉澱溶解生成 V ；在 V 中加入過氧化氫，溶液會逐漸變為黃色，加熱除去過量過氧化氫後加入鹽酸將 pH 調至酸性，溶液顏色逐漸變為橙紅色，生成物質 W ，該溶液可以用來檢驗乙醇。若在此溶液中加入過氧化氫，溶液會先變為藍色後重新生成 Z 。下列關於 X 元素及其化合物，說法正確的是

- A · X 的硬度非常高
- B · 在酸性條件下 W 和乙醇反應也可以生成 Z
- C · X 是一種鹼金屬
- D · X 和過氧化氫反應生成的藍色物質是 Y

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 在 SnCl_2 的硫酸溶液中滴入 KMnO_4 至剛好反應完全。

2-2 鹼性溶液裏 H_2O_2 可使 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ 轉化為 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 。

2-3 六羰基合鉻與 N_2O_5 反應，析出綠色的硝酸鹽沉澱，並放出兩種氣體。

2-4 在 100% H_2SO_4 中 $\text{I}_2(7 \text{ mol}) + \text{HIO}_3(1 \text{ mol}) + \text{H}_2\text{SO}_4(8 \text{ mol})$ 產生離子 16 mol。

2-5 輝鉬礦(MoS_2)和氧氣在堿溶液反應時，產生鉬酸根、硫酸根。

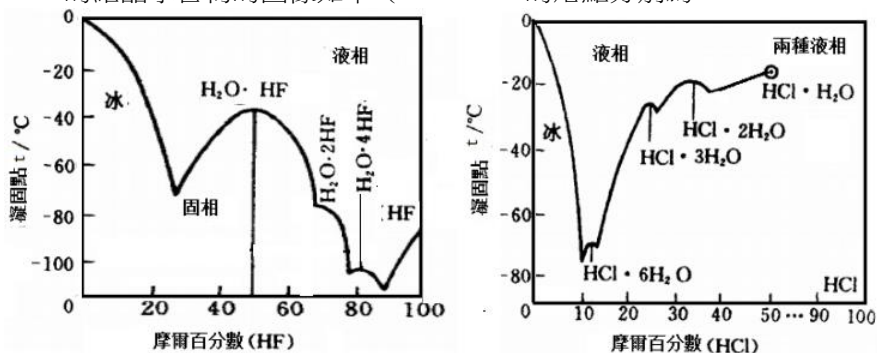
第 3 題 (7 分)

液體 HF 是離子型物質的優良溶劑，具有強的 Lewis 酸性和較高的相對介電常數。

3-1 LiF 溶於 HF 產生兩種離子；簡述能發生這個反應的原因。

3-2 高氯酸在 HF 呈現兩性，分別寫出反應方程式。

3-3 HF、HCl 的結晶水合物的圖像如下 (HF、HCl 的熔點分別為 -83.4 、 -114.7)：



比較圖中 HF、HCl 分別與水形成水合物的形式。簡述理由。

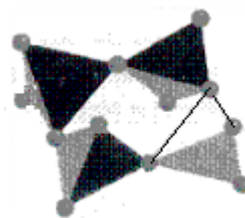
第 4 題 (12 分)

釩酸根在溶液中以多種離子形式存在，如 VO_4^{3-} 、 $\text{V}_2\text{O}_7^{4-}$ 、 $\text{V}_3\text{O}_{10}^{5-}$ 等。

4-1 畫出 VO_4^{3-} 、 $\text{V}_2\text{O}_7^{4-}$ 、 $\text{V}_3\text{O}_{10}^{5-}$ 離子的結構圖；

4-2 釩晶體屬於立方晶系，與該金屬原子最近的原子核間距離為 262.0 pm，次近距離為 302.5 pm。請計算填入金屬釩晶體空隙中的最大原子半徑。

4-3 下圖是錳、釩與氧、氟形成的四面體 (共角) 的電中性四元環，其中錳(IV)、釩(V)個數比為 1 : 3。它可以通過形成多點氫鍵嵌入 1 個乙二胺分子，寫出該嵌合物的化學式。



4-4 $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ 是一種新型的鋰離子正極材料。其陰離子是由 2 種多面體組合而成的三維網狀結構。請具體指出其陰離子中各原子的連接形式。

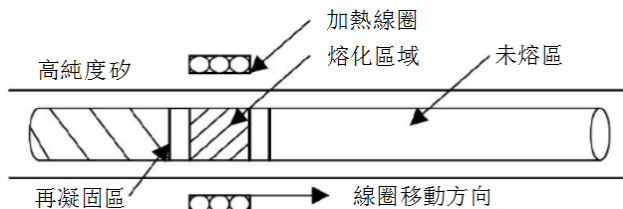
第 5 題 (8 分)

高純矽是制晶片的主要材料。通常首先用化學法制得較純矽，再用物理法制得的晶片級純矽。

5-1 粗矽粉與 HCl 在 300°C 時反應生成 1 mol SiHCl_3 氣體和 H_2 ，放出 225KJ 熱量，試畫出 SiHCl_3 三維空間結構並標示偶極矩的方向，寫出該反應的熱化學方程式。

5-2 甲矽烷是一種無色氣體，易分解，可用於製備高純度矽。以 SiO_2 為矽源材料，在非水溶劑乙醚中制取 SiH_4 ，其他反應物有 LiAlH_4 及其它常見無機物。現用這種方法進行製備，寫出各分步反應方程式。

5-3 在生產高純度的矽的過程中，最後純化過程為區域精煉。區域精煉的步驟可重複進行，直到不純物少於 0.1 ppb （1 個 ppb 相當與十億分之一原子數）為止。



當不純物程度達 0.1 ppb 時，試計算每克的矽晶中有多少矽原子被雜質原子取代。

5-4 高純度的矽導電性並不良好，可藉添加少量不同元素來提升導電度，此時的電荷載體轉變為半導體類型。嘗試解釋加入少量硼(B)原子取代矽晶中的矽的原理。請說明半導體類型。

第 6 題（6 分）

採用碘量法測定樣品中碳酸鋇的含量。稱取 0.1250 g 樣品，溶解處理後在中性條件下加入過量 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ，攪拌至完全沉澱。之後將沉澱過濾洗滌，加入一定量鹽酸溶解，加入過量 KI ，在暗處放置 5 分鐘。加入 NaHCO_3 並加水稀釋，以 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定至淺黃色 ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液物質的量濃度為 $1.00 \text{ mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 相當於 $0.01250 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，加入澱粉指示劑，繼續用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定至藍色消失，反應共消耗 25.50 mL 。

6-1 寫出測定過程涉及的主要離子反應方程式；

6-2 計算樣品中 BaCO_3 的品質分數計算式和結果。

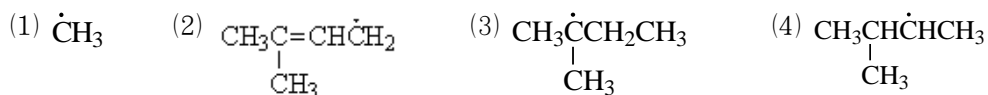
(已知： $\text{Mr}(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249.68 \text{ g/mol}$ ， $\text{Mr}(\text{BaCO}_3) = 197.31 \text{ g/mol}$)

第7題 (5分)

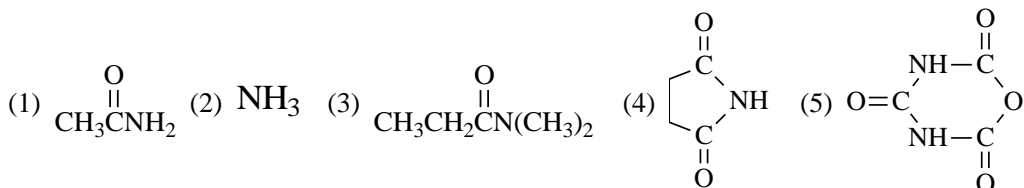
在乙醚中用金屬鋰處理 $\text{Co}_2(\text{CO})_8$ 時得到一個紅色晶體 Li^+R^- ，並放出一氧化碳，該晶體的紅外光譜出現了三個不同的羰基伸縮振動吸收峰 $2080 \sim 2000 \text{ cm}^{-1}$ 、 1850 cm^{-1} 和 1600 cm^{-1} 。陰離子 R^- 中Co品質分數為0.387；幾個Co原子通過金屬鍵連接成平面，每個Co原子均滿足Effective Atomic Number (EAN)規則。寫出該陰離子化學式及空間結構。

第8題 (6分)

8-1 將下列的自由基按穩定性大小排列成序_____。



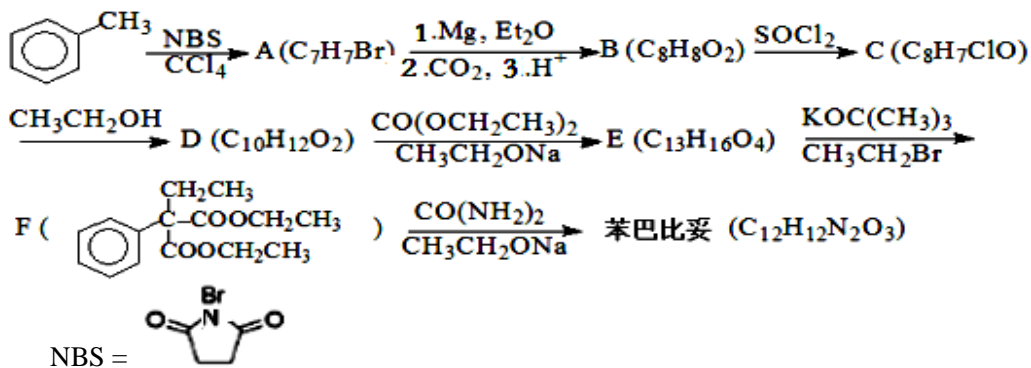
8-2 把下列化合物按鹼性強弱排列成序_____。



8-3 炔烴不但可以加一分子鹵素，而且可以加兩分子鹵素，但卻比烯烴加鹵素困難，反應速率也較小，請解釋為什麼？

第9題 (10分)

國家明令禁止在豬飼料中添加苯巴比妥等鎮靜催眠、抗驚厥類藥物。而且通過添加安眠藥讓豬隻多睡少動、快速長肥是沒有必要的，因為一般情況圈養的生豬本身活動量就很少，不需要使用鎮靜劑。苯巴比妥其合成路線表示如下。



9-1 寫出 NBS 的系統命名_____。

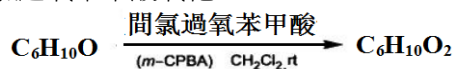
9-2 NBS 在有機反應中可用作_____。


A 催化劑 B 氧化劑 C 選擇性溴代試劑 D 聚合反應引發劑

9-3 請寫出 A 至 E 與及 苯巴比妥 的結構式：

第 10 題 (6 分)

環己酮可被間氯過氧苯甲酸氧化



其反應歷程如下，請寫出下列化學反應中 A、B、C、D 結構式(注意 B、C 要求用  表示出電子的轉移)。

