

2016 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	10	6	8	9	4	7	8	100
得分											

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 : _____

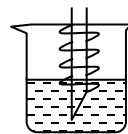
第 1 題 (30 分)

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 科學家將水置於一個足夠強的電場中，在 20°C 時，水分子瞬間凝固形成“暖冰”。關於“暖冰”的說法正確的是 ()

- A · 暖冰中水分子是直線型分子
- B · 在電場作用下，水分子間更易形成氫鍵，因而可以制得“暖冰”
- C · 暖冰中水分子的氧原子的雜化方式為 sp^2
- D · 水凝固形成 20°C 時的“暖冰”所發生的變化是物理變化

1-2 如圖，拴上金屬條的鐵釘插在含有酚酞的 NaCl 溶液中，可以看到貼近金屬條一邊的溶液出現粉紅色。該金屬可能是



- A · Na B · Al C · Zn D · Ag

1-3 在自然界有很多金屬常以硫化礦形式存在，如 ZnS，CuS，PbS 和 FeS₂ 等，受雨水和空氣中氧的作用，地表層礦物緩慢發生轉化，礦物的地球化學行為可為找礦提供有益提示，如鉛礬、鐵帽等。下列說法正確的是 ()

- A · 鉛礬的化學式是 PbSO₄
- B · 鐵帽的化學式是 FeO
- C · 鋅和銅的礦物發生部分遷移，原因是其部分溶于水後隨水遷移
- D · 上述諸多硫化礦經氧化後對周圍土壤及地下水質有影響的礦物是 FeS₂

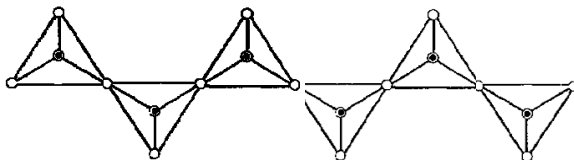
1-4 一塊銅板被均分成兩塊，Cu(a) 和 Cu(b)；錘打 Cu(a) 使其變薄，Cu(b) 不作改動。再由 Cu(a)、Cu(b) 及 CuSO₄ 溶液組成電池：Cu(a)|CuSO₄(c mol/L)|Cu(b)，測得電動勢 $E > 0$ ，因為 Cu(a) 的 ()

- A · $\Delta S > 0$ ， $\Delta H < 0$ B · $\Delta S > 0$ ， $\Delta H = 0$
- C · $\Delta S < 0$ ， $\Delta H = 0$ D · $\Delta S < 0$ ， $\Delta H < 0$

1-5 已知 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 呈正八面體結構；各 NH₃ 分子間距相等，Co³⁺ 位於正八面的中心。若其中三個 NH₃ 分子被 Cl⁻ 取代，所形成的 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]$ 的同分異構體的種數有 ()

- A · 2 種 B · 3 種 C · 4 種 D · 5 種

1-6 矽酸鹽與二氧化矽一樣，都是以矽氧四面體作為基本結構單元。其中 o 表示氧原子，中心黑點矽原子。矽氧四面體通過不同方式的連接可以組成各種不同的矽酸根離子。試確定在短鏈陰離子中 (見圖)，矽原子與氧原子的個數比為 ()



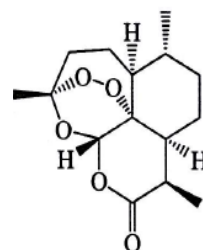
- A · 1 : 2 B · 1 : 3 C · 2 : 7 D · 6 : 19

1-7 某氣態物質 A 在高溫下建立下列平衡 $\text{A}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{B}(\text{g}) + \text{C}(\text{s})$ 。若把 1 mol A 在 $T = 300 \text{ K}$ 、 $p = 1 \text{ atm}$ 下，放入容積為 $V \text{ L}$ 的密閉容器中，加熱到 600 K 反應，2 min 後反應達平衡，A 有 25% 離解。下列說法正確的是 ()

- A · 用 A 表示該反應在 2 min 內的平均反應速率為 $0.125/V \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B · 達平衡時，若再升高溫度，A 的離解率一定增大
- C · 達平衡時體系壓強變 2 atm
- D · 達平衡時，維持溫度和容積不變，再充入一定量 A，A 的離解率增大

1-8 藥學家屠呦呦因發現青蒿素及其抗瘧療效，榮獲 2015 年諾貝爾生理學或醫學獎。青蒿素結構式如下圖所示，下列有關青蒿素研究的說法正確的是 ()

- A · 青蒿素是水脂溶性的，既可看作是醚類也可看作是酯類，既有氧化性又有還原性
- B · 提取過程中為防止破壞青蒿素結構，應避免高溫，故用低沸點溶劑乙醚進行萃取
- C · 可使用質譜儀測出這個分子的相對分子品質，也可用紫外光譜確定這個分子的環狀結構
- D · 可使用紅外光譜儀測出分子中可能的官能團，也可通過核磁共振技術檢測分子中 C、H 原子所處的化學環境

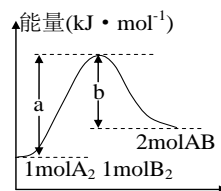


1-9 · 下列有關分子結構的說法正確的是 ()

- A · H₂O 均具有 V 型結構，屬極性分子，氧原子為不等性 sp³ 雜化
- B · C 與 O 的電負性差比 N 與 O 的電負性差大，故 CO 分子的極性比 NO 分子強
- C · H₂O 的沸點比 HF 高，但 F—H···F 氫鍵鍵能比 O—H···O 的氫鍵鍵能大
- D · AlCl₃ 在氣態通過氯橋鍵二聚成 Al₂Cl₆，分子中 Al—Cl 鍵鍵長和鍵能均相同

1-10 化學反應 A₂(g)+B₂(g)→2AB(g) 的能量變化如圖所示，下列敘述中正確的是 ()

- A · 每生成 2 分子 AB 吸收 b kJ 熱量
- B · 該反應焓變為 ΔH = +(b-a) kJ/mol
- C · 該反應中反應物的總能量低於生成物的總能量
- D · 斷裂 1 mol A—B 鍵放出 0.5b kJ 能量

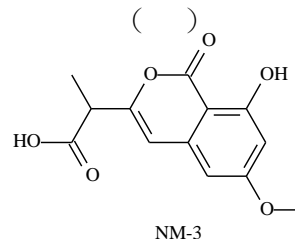


1-11 有一包白色固體，可能有①(NH₄)₂SO₄，②Al₂(SO₄)₃，③NaCl，④AgNO₃，⑤KOH，⑥KI，⑦BaCl₂，⑧CuSO₄ 中的一種或幾種組成，該固體溶于水得到澄清溶液，而且該溶液能使酸酞呈紅色，若在該溶液中加入適量的稀硝酸，可得到白色沉澱。該白色固體可能的組成是 ()

- A · ②③⑤ B · ②⑦⑧ C · ①③④⑤ D · ①④⑤⑦

1-12 NM-3 是正處於臨床試驗階段的小分子抗癌藥物，結構簡式如下。下列關於 NM-3 的敘述中錯誤的是 ()

- A · 1 mol NM-3 最多能與 5 mol H₂ 發生加成反應
- B · NM-3 能與溴水反應，且都屬於取代反應
- C · NM-3 能發生氧化、加成、取代和酯化反應
- D · NM-3 遇 FeCl₃ 溶液顯色，是因分子中苯環上羥基所致



1-13 關於反應：XeF₄+2CH₃-CH=CH₂→2CH₃CH₂-CHF₂+Xe 的說法正確的是

- A · 屬於取代反應 B · 該反應是非氧化—還原反應
- C · XeF₄ 既是氧化劑又是還原劑 D · CH₃-CH=CH₂ 是還原劑

1-14 已知碳酸、亞硫酸、次氯酸的平衡常數如下表

H ₂ CO ₃	H ₂ SO ₃	HClO
$K_1 = 4.30 \times 10^{-7}$	$K_1 = 1.54 \times 10^{-2}$	$K = 2.95 \times 10^{-8}$
$K_2 = 5.61 \times 10^{-11}$	$K_2 = 1.02 \times 10^{-7}$	

下列說法正確的是 ()

- A · 相同條件下，同濃度的 NaClO 溶液和 Na₂CO₃ 溶液的鹼性，前者更強
- B · Na₂CO₃ 溶液中通少量 SO₂： $2\text{CO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_3^{2-}$
- C · NaHCO₃ 溶液中通少量 SO₂： $2\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- D · 向氯水中加入 NaHSO₃ 溶液，可提高氯水中 HClO 的濃度
- 1-15 環戊二烯陰離子極其穩定，有研究者將二苯甲酮與其反應，再用質子溶劑處理得到了一深紅色物質 X。質譜分析表明 X 的相對分子品質為 230，紅外光譜表明這個分子沒有 C—O 鍵或 H—O 鍵的吸收，下列說法正確的是 ()
- A · X 分子中有 5 種不同化學環境的 H
- B · 環戊二烯陰離子有較強酸性，用水淬滅的產物易二聚
- C · X 的深紅色是因為有大的離域體系，發生 p-p 躍遷
- D · 環戊二烯陰離子穩定是因為它有芳香性

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 鐵(Os)的四氧化物與 CO 製備得到鐵的羰基化合物

2-2 將 BrCl₃ 溶于水，再通入二氧化硫。

2-3 S₂O 在鹼性條件下發生的歧化反應： $\text{S}_2\text{O} + \text{OH}^- \rightarrow \text{S}^{2-} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 若該反應包含兩個獨立的歧化反應，如果這兩個獨立的歧化反應是等物質的量發生的，則請寫出按上述 S₂O 的總歧化反應式

2-4 乙硼烷和氨加熱合成被稱為“無機苯”環硼氮烷

2-5 無水硝酸和氟磺酸反應制得化合物 X, X 為 CO₃²⁻ 的等電子體。

第 3 題 (8 分)

簡要回答下列問題

3-1 β 衰變為核素的一種基本類型，主要是： ${}_0^1\text{n} \rightarrow {}_1^1\text{p} + {}_{-1}^0\text{e} + {}_0^0\text{v}$ (${}_0^0\text{v}$ 代表中微子) 元素 ${}^{141}_{56}\text{A}$ 經三次 β 衰變成 B 元素的一種核素，試寫出衰變的反應式。

3-2 一氧化二氮又名笑氣，在室溫下不活潑，有麻醉作用。試寫出一氧化二氮的共振結構與形式電荷。

3-3 XeF₂和PCl₅兩種分子沒有極性，試畫出這二種分子的結構。

3-4 解釋金屬銅能溶於KCN的水溶液中，同時釋放出氫氣；

第4題（10分）

鉻其單質銀灰色，立方體心晶格，原子半徑 1.25×10^{-10} 米。鉻能形成許多色彩鮮豔的化合物，可用於做顏料；鉻（Ⅲ）的氫氧化物難溶于水，可溶於強酸和強鹼。

4-1 利用鉻的原子半徑，計算其單質的密度。

4-2 寫出鉻（Ⅲ）的氫氧化物溶於強酸和強鹼時的離子方程式：

4-3 鉻有一種重要的礬，屬於複鹽，含有 10.41%的鉻（Ⅲ）和 7.83%的另一種城金屬離子。確定該礬的化學式。

4-4 處理含鉻（Ⅵ）有毒廢水的常用鐵氧體法。其原理是：用 FeSO₄把廢水中 Cr₂O₇²⁻離子還原為 Cr³⁺離子，並通過調節 pH，使生成物組成符合類似於 Fe₃O₄（鐵氧體）的複合氧化物 Cr_x³⁺Fe_{2-x}³⁺Fe²⁺O₄。在 pH < 4 的含鉻（Ⅵ）廢水中，加入 FeSO₄·7H₂O 的品質應為廢水中 CrO₃品質的多少倍，才能使得到的固體產物符合鐵氧體複合氧化物的組成。

第5題（6分）

在空氣的臭氧含量的分析中，把 $2.0 \times 10^4 \text{ dm}^3$ 的空氣(在 STP 下)通入 NaI 的溶液中，生成的 I₂ 用 $0.0106 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ 的硫代硫酸鈉溶液滴定，用去硫代硫酸鈉溶液 4.2 dm^3 ，分析中所涉及的反應式 $\text{O}_3 + 2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + 2\text{OH}^-$ ， $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 試計算：

5-1 在 20000 dm^3 空氣中，含有 O₃ 物質的量

5-2 這些 O₃ 在 STP 下佔有的體積

5-3 空氣中 O₃ 占的體積為空氣的百分之幾

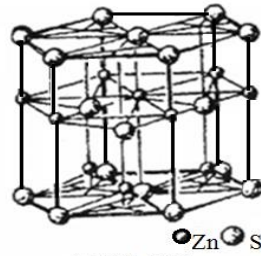
第 6 題 (8 分)

某晶體 X 是二價金屬硫酸鹽的結晶水合物，化學式可表示為 $ASO_4 \cdot nH_2O$ (n 為自然數)。取少量晶體 X，加強熱至 1000°C 以上，得到紅色氧化物 Y，總失重率為 66.51%；再取 2.137g 晶體 X，溶于水配成溶液，再加過量鐵粉，充分反應後 ($Fe + A^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + A$)，固體品質增加 0.077g。確定晶體 X 和氧化物 Y，並給出推理步驟。

第 7 題 (9 分)

固溶體半導體材料在電子工業中有重要的用途。用二氯化鎘($CdCl_2 \cdot 2.5H_2O$)、硫粉、硒粉為原料， 180°C 下在乙二胺中反應得到了固溶體半導體 $CdS_{1-x}Se_x$ ($x \in [0,1]$) 納米材料，通過儀器分析了其晶體結構。

7-1 $CdS_{1-x}Se_x$ 為六方 ZnS 結構，六方 ZnS 結構如下，畫出六方 ZnS 的一個晶胞，並指出陰陽離子佔據的空隙類型



六方 ZnS 型

7-2 當 $CdCl_2 \cdot 2.5H_2O$ 為 0.289g、硫粉品質為 0.028g、硒粉為 0.03g 時， x 的值

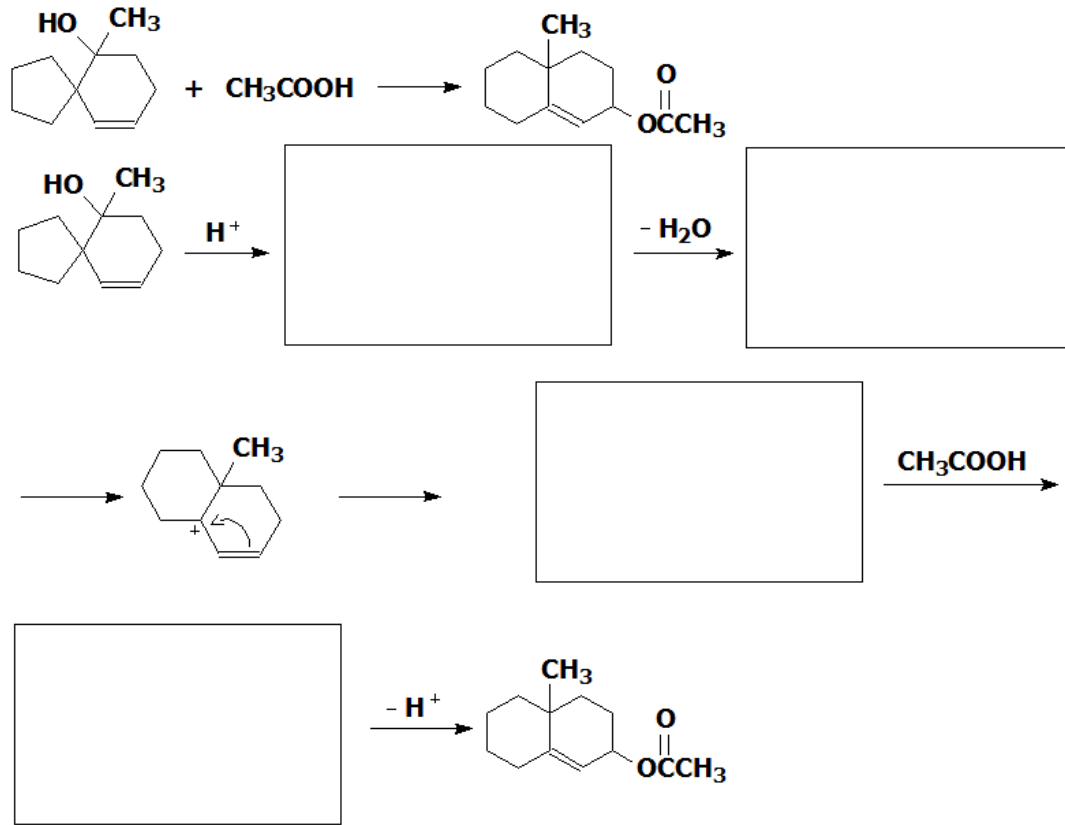
7-3 根據測量分析，晶格常數 a 和 c 與 x 的數值如下表所示，分析得到的什麼結論。

晶格常數 a 和 c 與產物組分 x 的數值		
組分 x	a (nm)	c (nm)
0	0.41287	0.66830
0.1	0.41393	0.66956
0.2	0.41629	0.67417
0.3	0.42030	0.67674
0.4	0.42362	0.68026
0.5	0.42438	0.68325
0.6	0.42659	0.68657
0.7	0.42703	0.69068
0.8	0.42828	0.69551
0.9	0.42848	0.69686
1	0.42944	0.70024

7-4 研究人員分析了形成 $CdS_{1-x}Se_x$ 納米材料的機理，認為反應中有一中間體配合物形成，給出該配合物，該配合物所有元素化學環境相同，請給出該中間體的結構簡式。

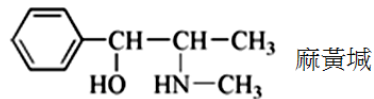
第8題 (4分)

完成下列反應相應的反應歷程



第9題 (7分)

麻黃碱是一種神經型藥物，常用於醫治支氣管哮喘等疾病。其結構式如下：



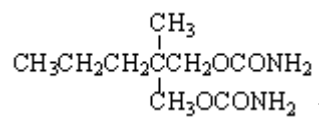
在麻黃碱或其鹽的水溶液中加入 CuSO_4 溶液，再加入 NaOH 溶液，可產生藍紫色物質中性分子 X，X 中含氮為 7.14%，含銅為 16.2%

9-1 給出麻黃碱的系統命名，麻黃碱光學異構體數目

9-2 寫出 X 的化學式

9-3 給出 X 的結構

第 10 題 (8 分)



安定藥安寧 可以通過丙二酸酯合成法合成，請設計一條以丙二酸二乙酯、丙烯、甲醇、碳醯氯和必要的無機試劑為原料合成安寧的路線。