

2010 澳門高中學生化學競賽試題

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	總分
滿分	20	5	8	9	7	9	10	7	10	7	8	100
得分												
評卷人												

考生姓名： _____

考生編號： _____

學生證編號： _____

就讀學校： _____

聯繫電話： _____

2010 澳門高中學生化學競賽試題

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	總分
滿分	20	5	8	9	7	9	10	7	10	7	8	100
得分												
評卷人												

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 [178.5]	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									

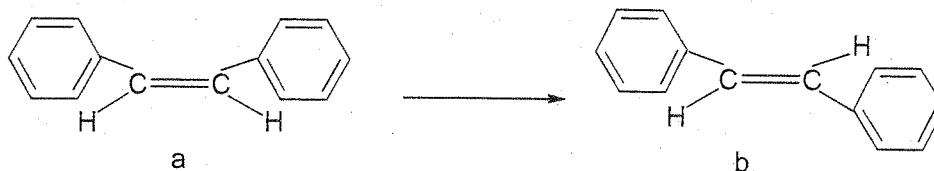
第 1 題 (20 分)

選擇題 (每小題 2 分。每小題有 1~2 個選項符合題意)

1-1 生活中的一些問題常涉及到化學知識，下列敘述正確的是 ()


- A. 糯米中的澱粉一水解就釀造成酒
- B. 福馬林是一種良好的殺菌劑，但不可用來消毒飲用水
- C. 棉花和人造絲的主要成分都是纖維素
- D. 只用澱粉溶液即可檢驗食鹽是否為加碘鹽

1-2 科學家在運用雷射技術觀測化學反應原子的運動時，證實了光可誘發如下過程的變化。這一事實可用於解釋某些動物的夜視功能和植物在光合作用中極高的光能利用率。



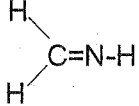
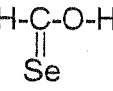
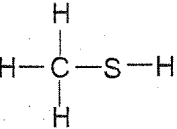
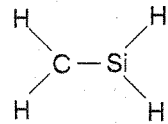
以下敘述中正確的是 ()

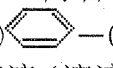
- A. 上述變化是化學變化
- B. 上述變化是物理變化
- C. a、b 分子式都是 $C_{16}H_{12}$
- D. a、b 都是苯的同系物

1-3 S_8 分子的空間幾何構型呈皇冠型 ()。下列分子中，與 S_8 分子具有相同的幾何構型的是 ()

- A. Se_nS_{8-n} B. $(SNH)_4$ C. $(NSH)_4$ D. S_4N_4

1-4 下列化學式對應的結構式從成鍵情況看不合理的是 ()

- A. CH_3N ,  B. CH_2SeO , 
- C. CH_4S ,  D. CH_4Si , 

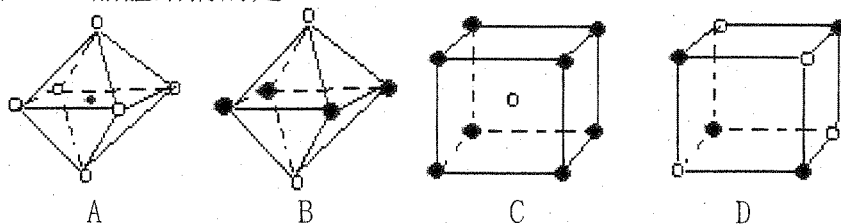
1-5 向含下列微粒的溶液中，① HS^- 、② Fe^{2+} 、③ $CH_2=C(NH_2)COOH$ ④ ，分別加入少量氫氧化鈉固體，或少量濃鹽酸或幾滴酸性 $KMnO_4$ 溶液 (溶液體積變化忽略不計)，都使溶液中對應的離子或分子濃度減少的是 ()

- A. ①② B. ②④ C. ①③ D. ③④

1-6 Mg/H_2O_2 酸性燃料電池採用海水作電解質 (加入一定量的酸)，下列說法正確的是 ()

- A. 電池總反應為： $Mg + H_2O_2 \rightarrow Mg(OH)_2$
 B. 正極發生的電極反應為： $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow 2H_2O$
 C. 工作時，正極周圍海水的 pH 增大
 D. 電池工作時，溶液中的 H^+ 向負極移動

1-7 下圖是從 $NaCl$ 或 $CsCl$ 晶體結構圖中分割出來的部分結構圖，試判斷屬於 $NaCl$ 晶體結構的是 ()



1-8 $SbF_5 \cdot HSO_3F$ 溶液可以溶解蠟燭，產生叔丁基正碳離子 $(CH_3)_3C^+$ 。此結果表明化合物 $SbF_5 \cdot HSO_3F$ 具有 ()

- A. 超強氧化性 B. 超強還原性 C. 超強酸性 D. 超強鹼性

1-9 下列配離子中，還原能力最強的是 ()

- A. $Fe(H_2O)_6^{2+}$ B. $Co(NH_3)_6^{2+}$ C. $Co(H_2O)_6^{2+}$ D. $Fe(CN)_6^{4-}$

1-10 Pb_3O_4 和足量 HNO_3 反應的化學反應方程式： $Pb_3O_4 + 4HNO_3 \rightarrow PbO_2 + 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$ 。關於 Pb_3O_4 的下列敘述中正確的是 ()

- A. 此反應中部分 HNO_3 作氧化劑， Pb_3O_4 作還原劑
 B. Pb_3O_4 的氧化性比 $Pb(NO_3)_2$ 的氧化性強
 C. PbO_2 具有較強的酸性
 D. PbO 具有較強的鹼性

第 2 題 (5 分)

人在呼吸時，吸入的空氣與呼出的氣體組成不同。一健康人在 310 K， 1.01×10^5 Pa 時，吸入的空氣體積分數約為：N₂ 79 %；O₂ 21.0 %。而呼出的氣體體積分數：約為：N₂ 75.1 %；O₂ 15.2 %；CO₂ 3.80 %；H₂O_(g) 5.9 %。

2-1 試計算呼出氣體的平均摩爾品質及 CO₂ 的分壓；

2-2 用計算結果說明呼出的空氣比吸入的空氣的密度是大還是小。

第 3 題 (8 分)

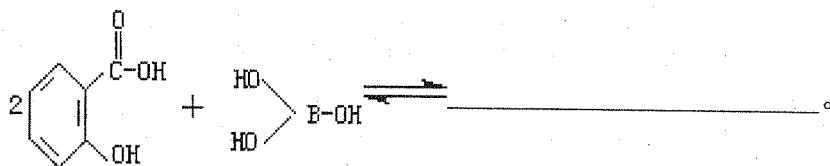
近年來硼化合物的研究獲得了迅速的和多方面的發展，硼化學領域的廣闊幾乎有可能同碳化學相比。

3-1 B₂H₆ 中，除正常 σ 鍵外，還有：_____。

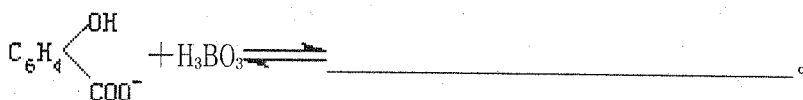
B₂H₆ 與水反應可以生成硼酸，反應的化學方程式：_____。

3-2 硼酸在食品、醫藥領域應用廣泛。完成硼酸反應的化學方程式

① 硼酸與水楊酸形成的二水楊硼酸

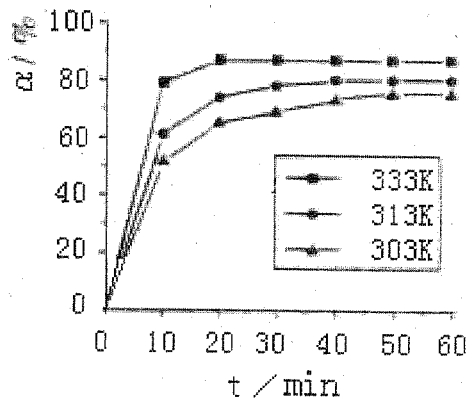


② 在中性或鹼性條件下，則硼酸與水楊酸反應形成的一水楊硼酸鹽：



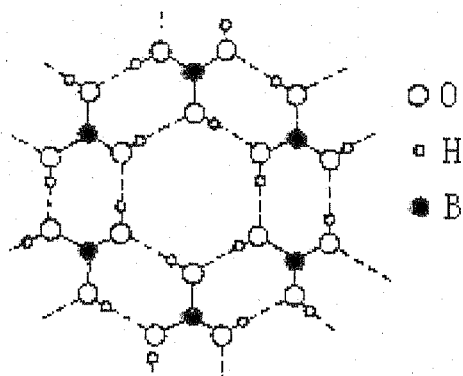
3-3 在其他條件相同時，反應 $\text{H}_3\text{BO}_3 + 3\text{CH}_3\text{OH} \rightleftharpoons \text{B}(\text{OCH}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 中，H₃BO₃ 的轉化率 (α) 在不同溫度下隨反應時間 (t) 的變化見圖，由此圖可得出：

① 溫度對應該反應的反應速率和平衡移動的影響是_____。



② 該反應的 ΔH _____ 0 (填 “<”、“=” 或 “>”)。

3-4 硼酸晶體中 $B(OH)_3$ 單元結構中的氧原子通過 $O-H\cdots O$ 氫鍵連結成層狀結構如圖所示。層與層之間以微弱的分子間力相結合構成整個硼酸晶體。



硼酸常溫下為白色片狀晶體，溶於水（273K 時溶解度為 6.35），在熱水中溶解度明顯增大（373K 時為 27.6）。請分析其中原因。

第 4 題（9 分）

草酸 $H_2C_2O_4$ 為二元弱酸，遍佈於自然界，常以草酸鹽形式存在於植物中如，幾乎所有的植物都含有草酸鈣。

4-1 誤食草酸或草酸鹽嚴重時會導致死亡。通常處理方法是：盡可能快地服用石灰水飽和溶液或 1% 的氯化鈣溶液，隨即使病人嘔吐幾次，然後再服用瀉藥 ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 水溶液，但不必讓病人再嘔吐，試說明這種處理方法的原理。

4-2 在真空容器中，將 $NH_4HC_2O_4$ 晶體加熱到 $200^\circ C$ 時即產生四種氣體，它們的物質的量比為 1:1:1:1。冷卻容器到 $0^\circ C$ 時，生成結晶物質 A。此時原四種氣體中只有 B 沒有參與反應，該氣體相對於氫的密度為 14。

① 寫出 A 和 B 的化學式。

② 上述氣體中的兩種，按物質的量比 2:1 進行反應時生成結晶物質 C，寫出該物質的結構式與名稱。

③ 物質 C 在加熱脫水時能夠生成何種人們所熟悉的肥料。

第 5 題 (7 分)

SiC 具有高硬度、高耐磨性、高耐腐蝕性及較高的高溫強度等特點，已成為一種重要的工程材料。其晶體具有六方 ZnS 型結構，晶胞參數為 $a=308\text{pm}$ ， $c=505\text{pm}$ ，已知 C 原子的分數座標為 $(0, 0, 0)$ 和 $(2/3, 1/3, 1/2)$ ；Si 原子的分數座標為 $(0, 0, 1/8)$ 和 $(2/3, 1/3, 1/8)$ 。

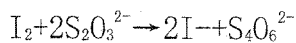
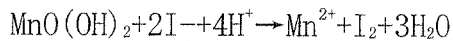
5-1 畫出 SiC 六方晶胞。

5-2 晶體中 Si 的堆積型式是_____。C 填充的空隙類型是_____，佔有率_____。

5-3 計算 C-Si 鍵長。

第 6 題 (9 分)

環境監測測定水中溶解 O_2 的方法是：量取 $a\text{ cm}^3$ 水樣，迅速往其中加入 MnSO_4 溶液及含有 NaOH 的 KI 溶液，立即塞好塞子，振盪使反應均勻。打開塞，迅速加入適量 H_2SO_4 ，此時有 I_2 生成。用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 (濃度為 $b\text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$) 和 I_2 反應，消耗了 $V\text{ cm}^3$ (以澱粉為指示劑)。有關反應的方程式為：



6-1 水中溶解 O_2 的量 (以 $\text{O}_2\text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ 為單位) 為_____。

6-2 I_2 和 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 反應以澱粉為指示劑，達終點時溶液顏色如何變化？

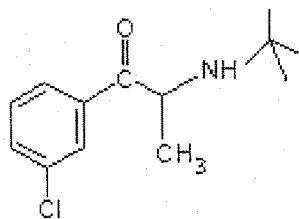
6-3 加 MnSO_4 及含 KI 的 NaOH 溶液後振盪時，若塞子未塞緊 (設振盪時未濺出溶液)。測定結果比“1.”高或低；或和“1.”相同，說明理由。

6-4 打開塞子到加 H_2SO_4 前的時間間隔很大，測定結果比“1.”高或低；或和“1.”相同嗎？說明理由。

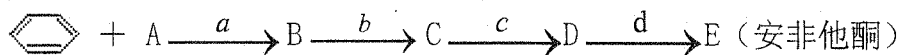
6-5 若量取某水樣 1250m L，消耗了 10.00m L 的 $0.05000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，試通過計算說明此水是否適合魚類生存？（已知： 20°C ，常壓下 O_2 在純水中的溶解度為 0.0092g/L ，魚在含氧量 $<0.004\text{g/L}$ 的水中，不適合生存。）

第 7 題 (10 分)

吸煙有害健康是一個世界範圍內的大問題。鹽酸安非他酮作為戒煙輔助藥物，它用於戒煙的第一種非尼古丁處方藥。安非他酮的結構如圖所示：



用苯及不多於四個碳的有機物為原料，按下麵合成路線製備之



(醃基化、氯代、溴代、叔胺基化)

7-1 完成上述反應。

7-2 用*標出產物 E (安非他酮) 中有光學活性的原子

第 8 題 (7 分)

8-1 為測定牛奶中蛋白質的含量(蛋白質含氮15.7%), 稱取 0.5000g 樣品, 用濃硫酸消化, 將氮轉化為 NH_4HSO_4 , 加濃堿蒸出 NH_3 , 吸收在過量硼酸中, 然後用標準的 HCl 溶液滴定, 用去 10.50mL。另取 0.2000g 純的 NH_4Cl , 經同樣處理, 耗去標準的 HCl 溶液 20.10mL, 計算此牛奶中蛋白質的百分含量。

8-2 用上述測定乳品中的含氮量來反應乳品蛋白含量, 指出這一方法的弊端。

8-3 為了避免乳品中混有含氮非蛋白質, 可以改用測純蛋白氮的方法, 如向乳品液中加入三氯乙酸後分離出純蛋白質, 然後再測氮含量。向乳品液中加入三氯乙酸可分離出純蛋白質的原理。

第 9 題 (9 分)

在 CrCl_3 水溶液中加入 KOH 溶液先生成藍色沉澱 A, 繼續加入過量 KOH 溶液則沉澱消失, 變成綠色溶液 B。若將 CrCl_3 水溶液中加入鋅汞齊後可得還原性溶液 C, 溶液 C 加入到醋酸鈉的飽和溶液中可以得到晶體 D。光譜分析表明 D 分子呈中心對稱, 其中鉻原子的配位數為 6, 鉻原子含量 27.64%, 碳原子僅存在於醋酸根離子中, 碳原子含量 25.54%。試問:

9-1 寫出生成 A、B 的反應方程式

9-2 晶體 D 中鉻原子和碳原子的個數比為

9-3 晶體 D 中和鉻原子配位的除了醋酸根離子還有

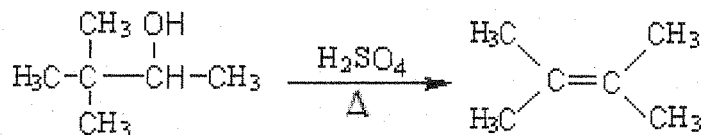
9-4 晶體 D 的化學式為

9-5 畫出晶體 D 的結構圖

第 10 題 (7 分)

醇的酸化脫水過程首先是氫離子與羥基結合生成某中間產物，脫水生成正碳離子，然後發生正碳離消除反應生成烯烴。

寫出下列醇的脫水反應相應的反應歷程 (用 \curvearrowright 表示一對電子轉移)



第 11 題 (8 分)

天然有機產物 A 是芳香族化合物，其中碳的品質分數是氧品質分數的 2 倍，完全燃燒後僅得到物質的量之比為 2 : 1 的 CO_2 和 H_2O 。A 具有極弱的酸性，且能與 HI 作用得到 B 與 CH_3I ，結構分子顯示 A 分子內無相同官能團而 B 分子內對位有相同官能團，A 分子內無氫鍵而 B 分子內有氫鍵。

11-1 寫出 A 的化學式；

11-2 寫出 A、B 的結構簡式 (B 中標出氫鍵)；

11-3 系統命名法命名 A；

11-4 A 另有一種異構體 C，無酸性，但能與 NaOH 以 1 : 3 反應。寫出 C 與 NaOH 反應的化學方程式。