

2014 年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 | 10 | 8 | 6 | 6 | 8 | 6 | 6 | 10 | 100 |
| 得分 | | | | | | | | | | | |
| 評卷人 | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 相對原子質量 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | |

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)

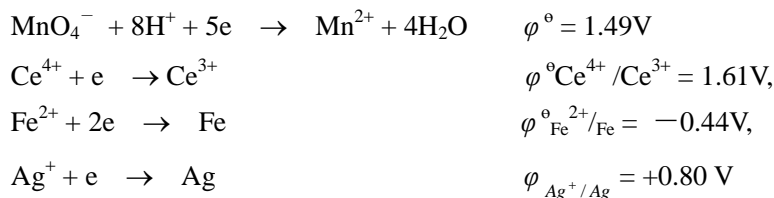
1-1 下列從左到右的過程，熵是增加的是 ()

- A $2\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ B $\text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g})$
 C $\text{N}_2(\text{g}, 1\text{atm}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}, 2\text{atm})$ D $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

1-2 ^{14}C 放射性蛻變的半衰期 $t_{1/2} = 5730$ 年，今在一考古樣品中，測得 ^{14}C 相當於正常大氣含量的 72%，問該樣品約已存在的時間是 ()

- A 1000 年 B 1500 年 C 2700 年 D 3500 年

1-3 據下列半反應的 φ°



推測能把 Ag 氧化成 Ag^+ 的離子是 ()

- A H^+ B MnO_4^- C Ce^{4+} D Fe^{2+}

1-4 $\text{R}-\overset{\overset{18}{\text{O}}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_3$ 在碱性條件下水解後，取出未水解的酯進行分析，其中 ^{18}O 百分含量與反應物比較的結果是 ()

- A 未變 B 增加 C 減少 D 未定

1-5 下列化合物能被高錳酸鉀氧化的是 ()

- A 甲酸乙酯 B 乙酸甲酯 C 乙二酸 D 苯甲酸

1-6 某油脂樣品跟氫氧化鈉共熱後共生成了 5 種有機物，原樣品最多可能含有的三羧酸甘油酯的種數為 ()

- A 35 種 B 38 種 C 39 種 D 40 種

1-7 下列配離子中，還原能力最強的是 ()

- A $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ B $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ C $\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}$ D $\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$

1-8 將液態的金屬鎘充入碳納米管中，制造出一種碳納米管溫度計。該溫度計通過電子顯微鏡進行讀數，精確度較高，其測量範圍在 $18^\circ\text{C}\sim 490^\circ\text{C}$ 。下列說法錯誤的是 ()

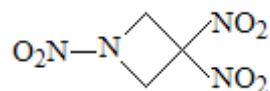
- A 常溫常壓下鎘為液體
B 金屬鎘的體積在 $10^\circ\text{C}\sim 490^\circ\text{C}$ 之間隨溫度的變化比較均勻
C 碳納米管的體積在 $10^\circ\text{C}\sim 490$ 之間隨溫度的變化很小，可忽略不計
D 鎘與鋁同主族但原子序數大於鋁， $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 均是兩性氫氧化物

1-9 下列各組物質中，含有兩個 π_3^4 的是

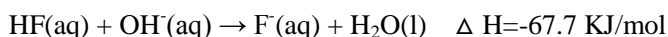
- A C_2H_2 B N_2O C NO_2 D CO_2

1-10 一種新型火箭燃料 1,3,3-三硝基氮雜環丁烷的結構如圖所示。下列有關 1,3,3-三硝基氮雜環丁烷的說法正確的是 ()

- A 分子中 N、O 間形成的共價鍵是非極性鍵
B 該物質既有氧化性又有還原性
C C、N、O 的第一電離能的順序為 $\text{N} > \text{O} > \text{C}$
D C、N、O 的氣態氫化物的沸點依次降低



1-11 氫氟酸是一種弱酸，可用來刻蝕玻璃。已知 25°C 時：

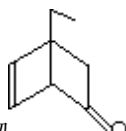


對 $V \text{ mL } 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氫氟酸的說法正確的是 ()

- A $\text{HF}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{F}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \quad \Delta H = +10.4 \text{ KJ/mol}$
B 溶液中： $c(\text{OH}^-) = c(\text{HF}) + c(\text{H}^+)$
C 溶液中： $c(\text{F}^-) = c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
D 溶液中： $c(\text{H}^+) > c(\text{F}^-) > c(\text{OH}^-)$

1-12 已知 PF_3 水解生成 H_3PO_3 和 HF ， SF_4 水解生成 H_2SO_3 和 HF 。推測 NF_3 水解後的最終產物中不會出現的物質是 ()

- A HF B NO_2 C NO D N_2



1-13 有機物  的許多同分異體中，屬於芳香醇的共有 ()

- A 5 種 B 4 種 C 3 種 D 2 種

1-14 用石墨電極電解 CuSO_4 溶液一段時間後，向所得溶液中加入 0.2 mol Cu(OH)_2 後，恰好使溶液恢復到電解前的濃度。則電解過程中轉移的電子的物質的量為 ()

- A 0.4 mol B 0.5 mol C 0.6 mol D 0.8 mol

1-15 已知 H_2S 能定量完成下列反應：



下列敘述正確的是 ()

- A 相同溫度下電離平衡常數： $K_{i1}(\text{H}_2\text{S}) > K_i(\text{HZ}) > K_{i2}(\text{H}_2\text{S}) > K_i(\text{HR})$
 B 結合 H^+ 的能力： $\text{Z}^- > \text{S}^{2-} > \text{R}^- > \text{HS}^-$
 C 同溫同濃度下，溶液的 pH 值： $\text{NaZ} > \text{Na}_2\text{S} > \text{NaR} > \text{NaHS}$
 D HZ 與 Na_2S 反應的離子方程式： $\text{HZ} + \text{S}^{2-} \longrightarrow \text{HS}^- + \text{Z}^-$

第 2 題 (10 分)

根據提供的信息寫出相應的化學(離子)方程式：

2-1 在非水溶劑氯化亞硝鹽中， $(\text{NO})\text{AlCl}_4$ 與 $[(\text{CH}_3)_4\text{N}]\text{Cl}$ 反應

2-2 在液態 BrF_3 中，用 KBrF_4 滴定 $\text{Br}_2\text{PbF}_{10}$ ，過程中出現電導最低點相關的反應

2-3 向 NaHSO_3 溶液中滴加少量 KMnO_4 溶液

2-4 向含 $[\text{Sn(OH)}_6]^{2-}$ 的溶液中通入 CO_2

2-5 在碱性介質中 H_2O_2 與 $[\text{Fe(CN)}_6]^{3-}$ 的反應

第 3 題 (10 分)

簡要回答下列問題

3-1 BF_3 、 NO_3^- 、 CO_3^{2-} 等互為等電子體，為何不包括 SiO_3^{2-}

3-2 已知 PE(高壓聚乙烯)膜受到微波照射後，會產生遊離基(自由基)。我們常會看到的 PE 保鮮膜，在其包裝盒上印有“用於微波爐時，請勿讓保鮮膜與高油性食物直接接觸”的提示，請解釋該提示語。

3-3 將少量酸性 MnSO_4 溶液與 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液混合後水浴加熱，很快生成棕黑色沉澱；如在加熱前加幾滴 AgNO_3 溶液，則水浴時混合溶液逐漸變紅。

3-4 試說明為何無 NX_5 和 BiI_5 存在。

3-5 試解釋： HCN 在水溶液中是弱酸，而液態的 HCN 卻有較強的酸性。

第 4 題 (8 分)

C_{60} 分子晶體屬於 NaCl 型

4-1 在晶胞中 C_{60} 分子可以圍成一些類型空隙，寫出 C_{60} 分子數與這些類型空隙數之比(最簡單整數比)為多少。

4-2 當碱金屬元素全部占滿 C_{60} 晶體中所有空隙，這類 C_{60} 摻雜物才有超導性。若用金屬鉀填滿後，請畫出該摻雜物 K_nC_{60} 化合物的晶胞。以“○”表示 C_{60}^{n-} ，以“×”表示 K^+ 離子

4-3 畫出上述晶體 K_nC_{60} 正當晶胞沿著體對角線方向的 K^+ 投影 (○表示 K^+ 的投影, ⊙表示 2 個 K^+ 的重疊投影)。

第 5 題 (6 分)

某元素 A 能直接與 VIIA 族某元素 E 反應生成 A 的最高氧化態化合物 D, D 為一種無色透明的液體, 不易燃燒, 易揮發, 其蒸氣對空氣的相對密度約為 5.31 倍。在 D 中 E 的含量占 92.2%。回答下列問題:

5-1 指出 A 元素的名稱, 寫出其核外價電子排布;

5-2 寫出化合物 D 的分子式, 畫出其構型, 說明中心原子的雜化方式;

5-3 分析化合物 AO 作為配體的成鍵方式。

第 6 題 (6 分)

晶體 $[Re(S_2C_2Ph_2)_3]$ 具有三角棱柱形結構, 這個配合物的配體特性問題十分令人關注。
6-1 畫出該配合物兩種極端配位的化學結構

6-2 分別指出上述兩種結構中 Re 的氧化態

6-3 該配合物為順磁性，估算它的磁矩大約多少 B.M.

第 7 題 (8 分)

銅合金中銅含量的測定一般采用碘量法。 Cu^{2+} 與 KI 反應析出 I_2 ，以澱粉為指示劑， $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液滴定生成的 I_2 。 I_2 —澱粉藍色消失為滴定終點，由試樣的質量、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 濃度和消耗體積即可算出試樣中銅的百分含量。



7-1 滴定时控制溶液的酸度 ($\text{pH}=3.5\sim 4.0$)，簡述保持適宜酸度的理由

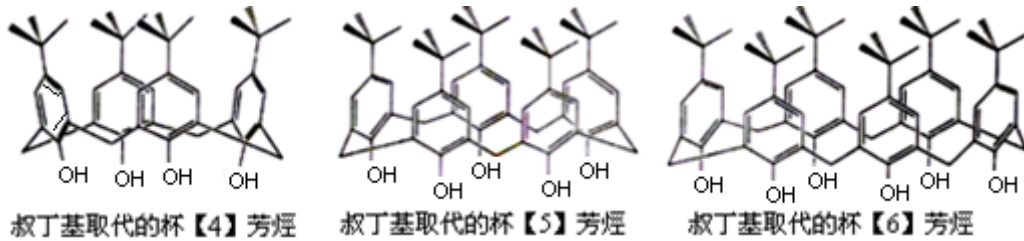
7-2 簡述接近終點時加入硫氰酸鹽 (KSCN) 原因

7-3 簡述為什麼要在接近終點時加入澱粉指示劑

7-4 稱取銅合金試樣 0.2000g，以間接碘量法測定其銅含量。析出的碘用 0.1000mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液滴定，終點共消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液 20.00mL，計算試樣中銅的質量分數。

第8題 (6分)

杯芳烴是烴的衍生物，以“杯【n】芳烴”的形式命名，n是芳環數目。如下圖。

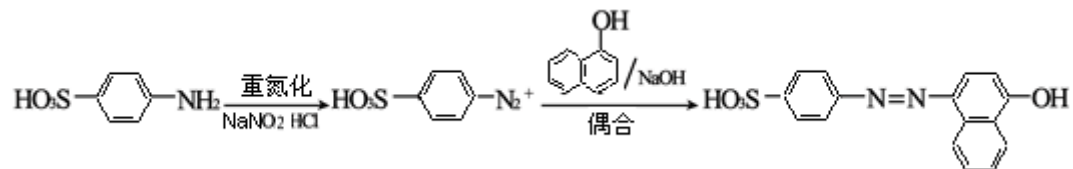


8-1 合成叔丁基取代的杯【n】芳烴的二個單體名稱

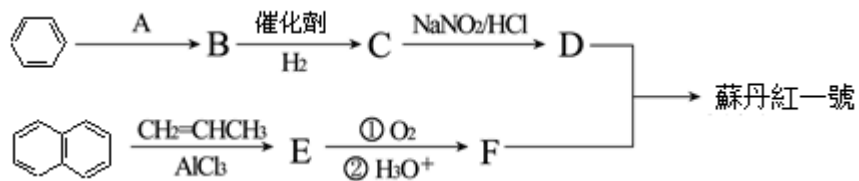
8-2 寫出叔丁基取代的杯【n】芳烴通式。計算叔丁基取代的杯【2014】芳烴，光照和氯氣反應生成二氯代物種類有多少

第9題 (6分)

蘇丹紅一號屬偶氮類化工染料，主要用於溶劑、汽油的增色和鞋、地板等的增光，人食用後，有較強的致癌性。製造偶氮染料的方法主要包括重氮化和偶合兩個步驟。例如：



蘇丹紅一號的結構簡式為 它以苯和萘為主要原料合成路線如下：



寫出試劑 A 和中間體 B、C、D、E、F 的結構簡式：

A

B

C

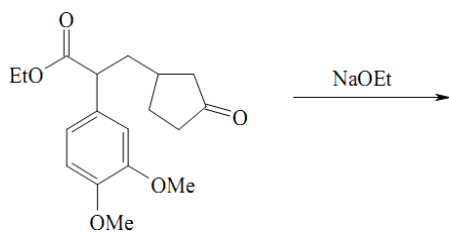
D

E

F

第 10 題 (10 分)

10-1 下列化合物在乙醇鈉作用下可得三種物質的混合物，分別預測它們的結構。



10-2 寫出其中一個反應的機理，該反應產物分子中含有兩個五元環、四個氧原子。