

2013 澳門高中學生化學競賽試題

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	總分
滿分	30	6	9	6	5	12	10	13	9	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 [226]	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 某反應 $2AB(g) \rightleftharpoons C(g)+3D(g)$ 在高溫時能自發進行，其逆反應在低溫下能自發進行，則該反應 ()

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

1-2 As_2S_3 和 As_2O_3 的性質相似，均有還原性； Na_2S_2 和 Na_2O_2 的性質相似，均有氧化性，當 As_2S_3 與 Na_2S_2 相互反應時，生成的鹽是 ()

- A. Na_3AsS_4 B. Na_2AsS_3 C. Na_3AsS_3 D. Na_2AsS_4

1-3 右表代表周期表中的幾種短周期元素，下列說法中錯誤的是 ()

- A. C、D 氣態氫化物穩定性強弱和沸點高低均為 $C > D$
B. A、B、C 第一電離能的大小順序為 $C > B > A$
C. AD_3 和 ED_4 兩分子的中心原子均為 sp^3 雜化
D. E 與 D 形成的化合物的晶體類型為分子晶體

	A	B	C	
E			D	

1-4 短周期元素 X、Y、Z、W 的原子序數依次增大，X 原子的最外層電子數是其內層電子總數的 3 倍，Y 原子的最外層只有 2 個電子，Z 單

質可制成半導體材料，W 與 X 屬於同一主族。下列敘述正確的是()

- A. 元素 X 的簡單氣態氫化物的熱穩定性比 W 的強
- B. 元素 W 的最高價氧化物對應水化物的酸性比 Z 的弱
- C. 化合物 YX、ZX₂、WX₃ 中化學鍵的類型相同
- D. 原子半徑的大小順序： $r_Y > r_Z > r_W > r_X$

1-5 化合物 CH₃C(R)=O 跟 NaOH 溶液、碘水三者混合後，可因發生如下反應而產生黃色的 CH₃I 沉澱，此稱碘仿反應。

- ① I₂ + 2NaOH → NaI + NaIO + H₂O
- ② CH₃C(R)=O + 3NaIO → CI₃C(R)=O + 3NaOH
- ③ CH₃C(R)=O + NaOH → RCOONa + CHI₃↓ (黃色)

下列物質中有可能發生碘仿反應的有 ()

- A. CH₃CHO
- B. CH₃CH₂OHCH₂CH₃
- C. CH₃CH₂COCH₂CH₃
- D. CH₃OCH₃

1-6 糕點包裝中常見的脫氧劑組成為還原性鐵粉、氯化鈉、炭粉等，其脫氧原理與鋼鐵的吸氧腐蝕相同。下列分析正確的是 ()

- A. 脫氧過程是吸熱反應，可降低溫度，延長糕點保質期
- B. 脫氧過程中鐵作原電池負極，電極反應為： $Fe - 2e^- \rightarrow Fe^{2+}$
- C. 脫氧過程中碳做原電池負極，電極反應為： $2H_2O + O_2 + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
- D. 含有 1.12g 鐵粉的脫氧劑，理論上最多能吸收氧氣 224mL (標準狀況)

1-7 已知 [Co(NH₃)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 [Co(NH₃)₃Cl₃] 的同分異構體的種數有 ()

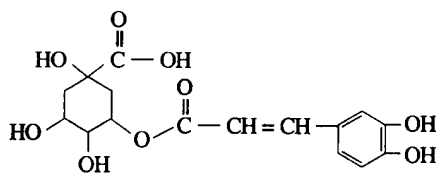
- A. 2 種
- B. 3 種
- C. 4 種
- D. 5 種

1-8 金銀花有效活性成分為綠原酸，又名咖啡鞣酸，具有廣泛的殺菌消炎功效，結構圖所示，下列有關綠原酸的說法正確的是 ()

- A. 綠原酸的分子式為 C₁₆H₈O₉
- B. 1mol 綠原酸最多與 4mol NaOH 反應

C. 1 個綠原酸分子中含有 4 個手性碳原子

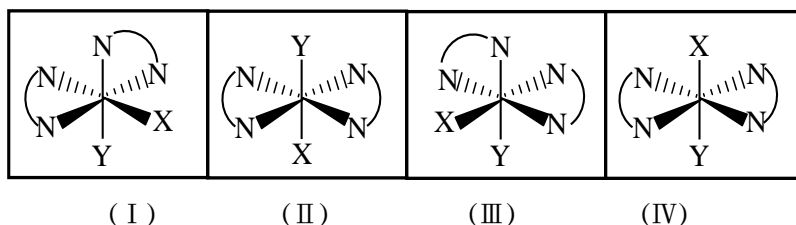
D. 綠原酸分子中有 4 種化學環境不同的氫原子



1-9 下列關於自然界的病毒和電腦病毒的說法正確的是 ()

- A. 前者可以自我複製，後者不行
- B. 二者都對人體有傷害
- C. 二者都有寄主專屬性
- D. 二者的主要來源不同

1-10 乙二胺雙齒配體 X 和 Y 是單齒配體 下面配合物屬對映體的是 ()

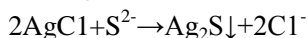


A. (I)和(II) B. (II)和(III) C. (I)和(III) D. (II)和(IV)

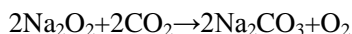
1-11 下列解釋實驗現象的反應方程式正確的是 ()

A. 切開的金屬 Na 暴露在空氣中，光亮表面逐漸變暗 $2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$

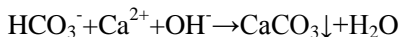
B. 向 AgCl 懸濁液中滴加 Na_2S 溶液，白色沉澱變成黑色沉澱變



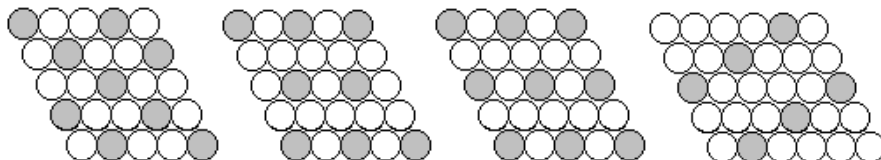
C. Na_2O_2 在潮濕的空氣中放置一段時間，變成白色粘稠物



D. 向 NaHCO_3 溶液中加入過量的澄清石灰水，出現白色沉澱：



1-12 下面二維平面晶體所表示的化學式為 AX_3 的是 ()



A. B. C. D.

1-13 在 25°C $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 時，混合下列物質後所得氣體的平均相對分子質量可能為 47.2 的是 ()

A. HI 和 Cl_2 B. NO 和 O_2 C. C_6H_6 和 O_2 D. NH_3 和 HCl

1-14 定量分析時用 AgNO_3 溶液滴定 Cl^- 溶液，加 K_2CrO_4 為指示劑，達到滴定終點時溶液體積 50mL ， $[\text{Cl}^-] = 10^{-5} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， AgNO_3 與 CrO_4^{2-} 生成磚紅色 Ag_2CrO_4 沉澱。已知 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.77 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 8.51 \times 10^{-17}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.12 \times 10^{-12}$ 下列實驗操作正確的是 ()

A. 滴定開始時應向含 Cl^- 的溶液中滴加 0.1mol/L 的 K_2CrO_4 溶液 4.00mL

B. 滴定終點時，溶液中 CrO_4^{2-} 的濃度約為 $3.6 \times 10^{-3} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. 滴定開始時，若向試液滴加的 K_2CrO_4 溶液超過 4.00mL ，測定出的 Cl^- 濃度小於實際濃度

D. 可用 $0.1 \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 KI 溶液代替 K_2CrO_4 做指示劑

1-15 向藍色的 CuSO_4 溶液逐滴加氨水，首先生成藍色沉澱，而後沉澱溶解成深藍色溶液；向深藍色溶液中通入 SO_2 氣體，生成白色沉澱；將白色沉澱加入到熱的 10M/L 濃硫酸中，生成紅色粉末和 SO_2 氣體。根據上述實驗現象，推測出的下列結論正確的是 ()

- A. 白色沉澱為亞硫酸銅，在酸性條件下， Cu^{2+} 被 SO_2 還原為 Cu
- B. 反應過程中消耗的 SO_2 和生成的 SO_2 物質的量相等
- C. Cu^{2+} 能和 NH_3 結合生成銅氨絡離子
- D. 白色沉澱在酸性條件下，金屬元素發生的是歧化反應

第 2 題 (6 分) 根據提供的信息寫出相應的化學方程式：

1-1 某星體內部發生合成重元素的中子俘獲反應，例如 ${}_{30}^{68}\text{Zn}$ 可以俘獲 1 個中子形成 A，過剩的能量以 γ 射線形式帶走，A 再發生 β 衰變轉化為 B。寫核反應方程式

1-2 鉍與某些普通配體形成的配合物相當穩定，比如鉍的化合物 C 為無色可升華的分子型化合物，易溶於氯仿並可從氯仿溶液中重結晶。C 物質中心氧原子周圍按四面體方式排布 4 個 Be 原子，Be 原子兩兩間又被醋酸根所橋聯。該物質可以通過碳酸鉍與醋酸反應制備，請寫出該制備反應的化學方程式

1-3 ClF_3 是有效的氟化劑，有強氧化性，能驅除許多金屬氧化物中的氧。如氣態 ClF_3 可與 Co_3O_4 反應，被氧化的元素有兩種，物質的量之比為 1 : 4，請寫出反應方程式

第 3 題 (9 分) 白磷 (P_4) 以多面體形式存在。當它在常溫下逐步氧化為多氧化合物 A (即該單質多面體的每個棱中心的外側被一個氧占據，形成該元素氧化物多面體)，A 進一步氧化形成 B。白色粉末狀固體的 B 是一種吸水性很強的乾燥劑，B 加水後可生成磷酸。

3-1 寫出 A、B 分子式，畫出 A 的立體結構圖，指出 B 它的對稱元素 C_2 、 C_3 的數目。

3-2 說明磷酸分子中的 P—O 鍵中為什麼有雙重鍵性質，多重鍵的電子是由哪一個原子提供的。

3-3 磷酸是一種三元酸，其電離常數為

$$K_1=7.6 \times 10^{-3}, \quad K_2=6.3 \times 10^{-8}, \quad K_3=4.4 \times 10^{-13}$$

計算出 0.10mol/L 的磷酸溶液中的 $[H^+]$ 。

第 4 題 (6 分) 氯仿有廣泛的用途


4-1 氯仿在陽光照射下易變質， $2CHCl_3 + O_2 \xrightarrow{\text{光照}} 2HCl + 2COCl_2$ 。

在保存氯仿時需避光隔絕空氣並加入少量乙醇，其目的是

_____。
_____。

4-2 實驗室用氯仿作溶劑時，盡量不要把氯仿和丙酮混合，否則會因為放出大量的熱，導致有機溶劑大量揮發出現危險。氯仿與丙酮混合會放熱的原因是

_____。

4-3 氯仿在強鹼條件下生成卡賓($:CCl_2$)，寫出簡要的機理。(用  表示一對電子轉移)

第 5 題 (5 分) 已知金屬鋁晶體是立方最密堆積，其的密度為 2.699 g/cm^3 ，原子半徑為 143 pm 。

5-1 計算金屬鋁的堆積系數 (空間利用率)。

5-2 金屬鋁晶體中最大空隙類型是_____。

最大空隙半徑是_____pm。

第 6 題 (12 分) 接觸法制備硫酸時使用 V_2O_5 作為催化劑，在它的催化作用下，二氧化硫被氧化為三氧化硫。三氧化硫被濃硫酸吸收生成發煙硫酸，再加水得到硫酸。

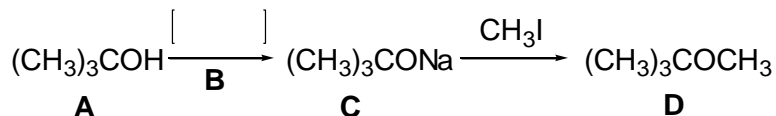
6-1 V_2O_5 溶於鹽酸時按物質的量之比為 1 : 6 反應，得到化合物 A、氯氣和水，A 的化學式_____。

6-2 A 在水溶液中是形成一種帶二個單位正電荷的六配位的絡離子 B，寫出絡離子 B 的結構式。

6-3 A 與 2, 4-戊二酮反應可得到蘭色的五配位絡合物 C，寫出該絡合物 C 的結構式。

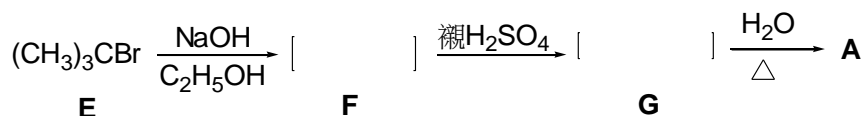
6-4 含有 SO_3 的發煙硫酸試樣 1.400g 溶於水後用 0.8050 mol/L NaOH 溶液滴定時消耗 36.10 ml。假設試樣中不含其它雜質，計算出試樣中 SO_3 和 H_2SO_4 的百分含量。

第 7 題 (10 分) 鉛塵污染對人體危害極大，為了減少鉛塵污染，各地都推廣使用無鉛汽油。無鉛汽油通常是用甲基叔丁基醚(D)代替四乙基鉛作抗震劑添加於汽油中，用於提高汽油的辛烷值。甲基叔丁基醚可通過 Williamson 合成法制備：



Williamson 合成法

其中化合物 A 可通過下列步驟合成：



7-1 請寫出 B、F、G 的結構式。

7-2 請寫出 D 與 HI 發生取代反應的反應式。

7-3 化合物 A 還可用其它方法合成，現有一條以乙炔和碘甲烷及必要的無機化合物為原料合成 A 的主要路線。



寫出 H、I、J、K 的結構式

7-4 某同學根據 Williamson 合成法的原理設計了如下合成甲基叔丁基醚的方法： $(\text{CH}_3)_3\text{CBr} + \text{CH}_3\text{ONa} \longrightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COCH}_3$
請問該方法是否可行？為什麼？

第 8 題(8 分)甘油在濃 H_2SO_4 作用生成化合物 A ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$),

8-1 A 與 Tollen 試劑反應, 生成化合物 B, B 能聚合成高分子化合物 C 寫出 C 的結構簡式。

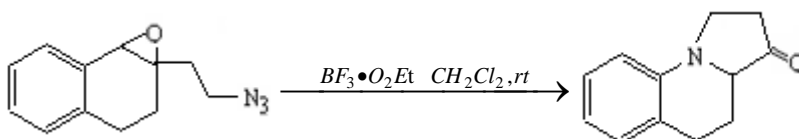
8-2 A 的一種同系物 G (比 A 多一個碳原子) 有兩種異構體, 經 NaBH_4 還原後仍有兩種異構體, 寫出 G 的異構體, 並命名。

8-3 A 與 HCN 、格林試劑 (RMgX) 等親核試劑發生加成反應; 寫出 A 與 HCN 反應的方程式。


8-4 A 在稀 H_2SO_4 作用下可生成化合物 E。化合物 E 是有光學活性, E 能被金屬銅催化氧化為 F, 畫出異構體的費歇爾投影式並命名。

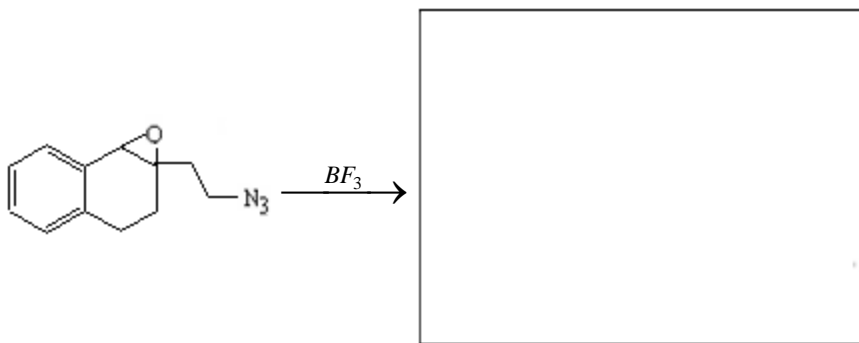
8-5 寫出 F 與 I_2 的 NaOH 溶液中反應方程式。

第 9 題(9 分)合成含雜原子的橋環某化合物如下框圖：

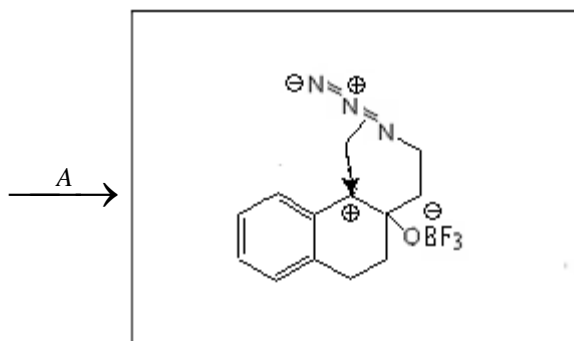


已知該反應為路易斯酸催化生成含氮雜環的反應。A：形成苜碳正離子，B：分子內疊氮加成，增加一個五元環，C：脫一分子氮氣形成環氮乙烷，D：芳香化複原，E：1,2-烷基遷移。

參照 2 寫出反應中 1、3、4、5 相應的反應歷程（用  表示一對電子轉移）



1



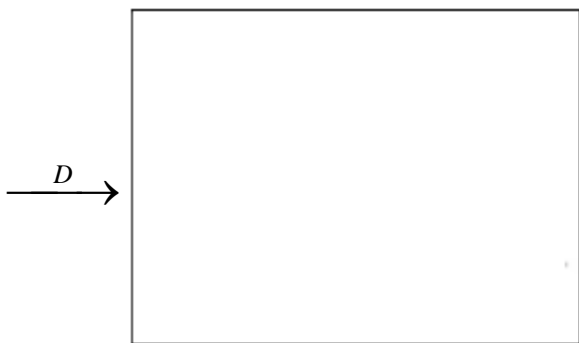
2



3



4



5

