

2012 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	5	8	4	6	6	10	8	11	12	100
得分											
評卷人											

相對原子質量 g/mol																	
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 或 2 個選項符合題意)

1-1 溫室效應可引起環境不好的變化,下列屬溫室效應氣體是 ()

- A. 氧氣 B. 氮氣 C. 甲烷 D. 二氧化碳

1-2 已知: $\text{HCN}(\text{aq})$ 與 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 反應的 $\Delta H = -12.1 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\text{HCl}(\text{aq})$ 與 $\text{NaOH}(\text{aq})$ 反應的 $\Delta H = -55.6 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 則 HCN 在水溶液中的電離的 ΔH 等於 ()

- A. $-67.7 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ B. $-43.5 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 C. $+43.5 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ D. $+67.7 \text{ KJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

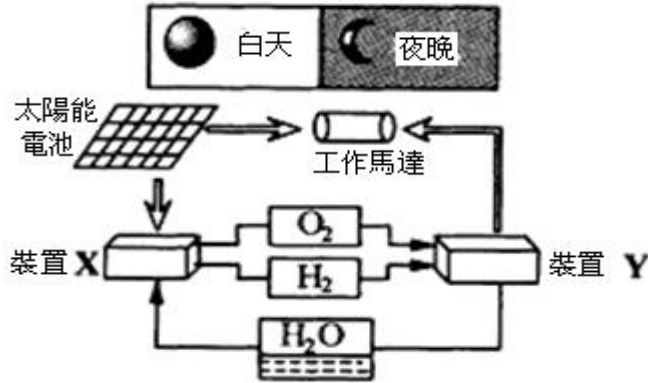
1-3 我國的稀土資源約占世界總量的 80%, 居世界第一位。稀土元素的化學性質及其相似, 分離困難 依據電子構型判斷其為稀土元素的是 ()

- A. $[\text{Ar}]3\text{d}^{10}4\text{s}^1$ B. $[\text{Kr}]4\text{d}^15\text{s}^2$
 C. $[\text{Xe}]4\text{f}^15\text{d}^16\text{s}^2$ D. $[\text{Rn}]6\text{d}^17\text{s}^2$

1-4 下列各物種中, 鍵角 $\angle \text{OXO}$ 最大的是 ()

- A. NO_2^+ B. NO_2 C. NO_2^- D. CO_3^{2-}

1-5 右圖是一種航天器能量儲存系統原理示意圖。下列說法正確的 ()



- A. 該系統中只存在 3 種形式的能量轉化
- B. 裝置 Y 中負極的電極反應式為： $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$
- C. 裝置 X 能實現燃料電池的燃料和氧化劑再生
- D. 裝置 X、Y 形成的子系統能實現化學能與電能間的完全轉化

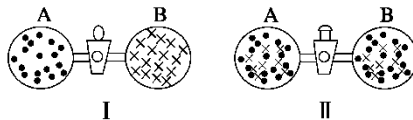
1-6 臭氧是氧的同素異形體，主要存在於距地球表面 20 公裏的同溫層下部的臭氧層中。它吸收對人體有害的短波紫外線，防止其到達地球。下列有關臭氧的說法正確的是 ()

- A. O_3 分子中心 O 原子為 sp^2 雜化，二個鍵相同
- B. 氟利昂在光照下會生成氯自由基，氯自由基會破壞臭氧層
- C. O_3 分子中 3 個原子完全相同，為極性分子
- D. O_3 分子中 3 個原子完全相同，為非極性分子

1-7 下列各組熱化學方程式中，化學反應的 ΔH 後者大於前者的是 ()

- A. $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H_1$ $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g) \quad \Delta H_2$
- B. $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) \quad \Delta H_3$ $S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) \quad \Delta H_4$
- C. $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l) \quad \Delta H_5$ $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) \quad \Delta H_6$
- D. $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g) \quad \Delta H_7$ $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s) \quad \Delta H_8$

1-8 在圖 I 中 A、B 兩容器裏，分別收集著兩種互不作用的理想氣體。若將中間活塞打開，如圖 II，兩種氣體分子立即都佔有了兩個容器。這是一個不伴隨能量變化的自發過程。關於此過程的下列說法正確的是 ()



理想氣體的自發混合

- A. 此過程是從混亂程度小的向混亂程度大的變化過程，即熵增大的過程
- B. 此過程為自發過程，而且伴有熱量的吸收或放出
- C. 此過程是自發可逆的

D. 此過程從有序到無序，混亂度增大

1-9 某固體僅由一種元素組成，其密度為 $5.0\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ，用 X 射線研究該固體的結構時得知：在邊長 10^{-7}cm 的正方體中含有 20 個原子，則此元素的相對原子品質最接近下列數據中的 ()

- A. 32 B. 120 C. 150 D. 180

1-10 已知 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ 呈正八面體結構：各 NH_3 分子的間距相等， Co^{3+} 位於正八面的中心。若其中二個 NH_3 分子被 Cl^- 取代形成的 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$ 的同分異構體的種數有 ()

- A. 2 種 B. 3 種 C. 4 種 D. 5 種

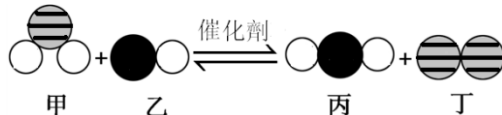
1-11 下列各項操作中，發生“先沉澱後溶解”現象的是 ()

- A. 向 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中通入過量的 SO_2
B. 向次氯酸鈣溶液中通入過量的 CO_2
C. 向飽和 NaOH 溶液中通入過量的 CO_2
D. 向 AgNO_3 溶液中逐滴加入氨水至過量

1-12 下列各組混合物的分離或提純方法正確的是 ()

- A. 用過濾法分離 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 膠體和 FeCl_3 溶液的混合物
B. 用結晶法提純 NaCl 和 KNO_3 混合物中的 KNO_3
C. 用分液法分離乙醇和乙酸的混合物
D. 用加熱法分離碘和氯化銨的混合物

1-13 汽車尾氣的無害化處理已成為當今汽車工業的一項重要課題，“三效催化劑轉換器”可將汽車尾氣中的有毒氣體處理為無污染的氣體，下圖為該催化劑反應的微觀示意圖(未配平)，其中不同的球代表不同種原子。下列說法正確的是 ()



- A. 假設該反應在密閉容器中進行，一段時間後達到平衡時 $c(\text{乙})=c(\text{丙})$
B. 甲和丁中同種元素化合價不相等
C. 使用催化劑只能改變反應的速率不能改變反應的平衡常數
D. 使用性能好的催化劑可使反應的平衡常數增大

1-14 某化合物的分子式為 $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ ，分析數據表明：分子中有兩個 $-\text{CH}_3$ 、

兩個 $-\text{CH}_2-$ 、一個 $\begin{array}{c} -\text{CH}- \\ | \end{array}$ 和一個 $-\text{Cl}$ ，它的可能的結構有幾種 ()

- A. 3 B. 4 C. 5 D. 6

1-15 穀氨酸的電離常數 $\text{Ka}_1=6.46\times 10^{-3}$ $\text{Ka}_2=5.62\times 10^{-5}$ $\text{Ka}_3=2.14\times 10^{-10}$ ，

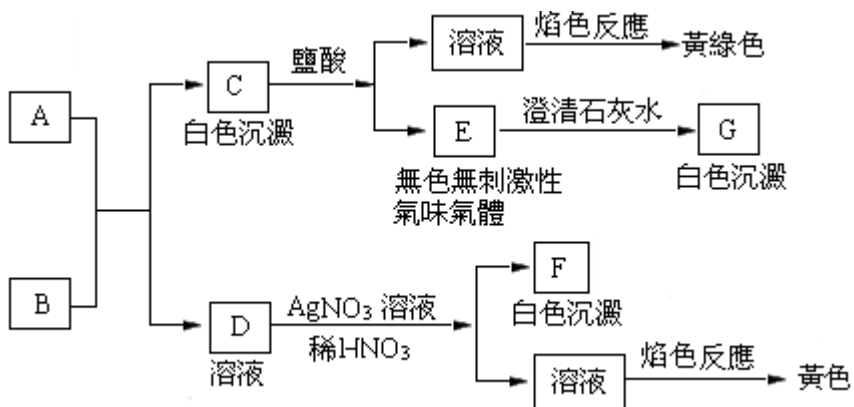
$\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COONa}$
其鈉鹽，具有鮮味的成分即味精。下列選項正

確的是

()

- A. 穀氨酸的等電點的 pH 為 4.25
- B. 工業生產中若生成穀氨酸二鈉鹽，則不具有鮮味，所以工業生產中的最佳 pH 為 6.96
- C. 水溶液中，穀氨酸的 K_{a1} 對應的基團為 $-\text{NH}_3^+$ ， K_{a2} 、 K_{a3} 的對應基團為兩個羧基
- D. 穀氨酸的熔點高達 205°C ，主要是因為晶體中羧基與氨基之間形成較強的氫鍵

第 2 題 (5 分) 現將 A、B 兩種化合物的溶液混合後進行下列圖示實驗，A 的水溶液呈鹼性。

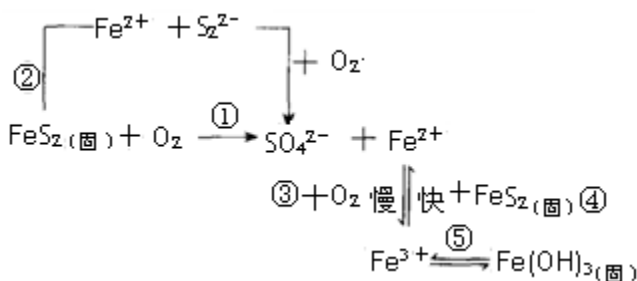


2-1 寫出 A~D 的化學式 A _____, B _____, C _____, D _____。

2-2 用 A 和 G 的粗品經分解反應、化合反應、複分解反應可以生產出 G 的輕質粉末和燒鹼。生產過程中屬複分解反應的離子方程式為_____。

2-3 白色沉澱 G 放入稀 H_2SO_4 後難以溶解，但實驗中卻發現 G 可溶於過量的濃 H_2SO_4 ，試解釋這兩種現象_____。

第 3 題 (8 分) 在開採硫鐵礦 (FeS_2) 地區，開採出的礦石暴露在空氣和水中，逐漸被氧化。有關的反應可表示如下：



3-1 ①-⑤中反應中有鐵元素被氧化的是_____ (填序號)。

3-2 如果礦山中水流（或雨水）不斷淋洗硫鐵礦，對黃鐵礦氧化影響總的趨勢是_____，理由_____。

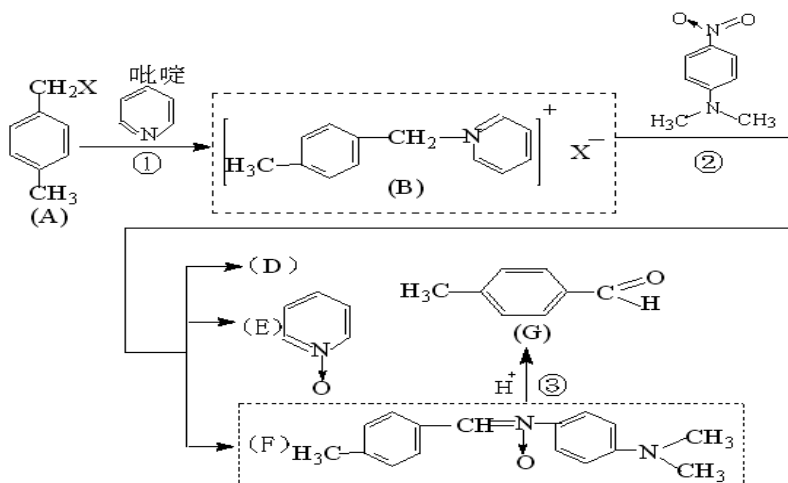
現有鐵粉、氧化鐵、氧化銅的混合物，投入到 a mol HCl 的溶液中充分反應後，溶液中只含一種金屬元素成分，放出 H_2 c mol，剩餘固體為一種物質其品質是 bg 。過濾後將濾液逐滴加入 NaOH 溶液，當加入 NaOH d mol 時，再加入 NaOH 溶液就會出現沉澱。

3-3 濾液中溶質成分_____（以化學式表示）。

3-4 混合物中氧化銅的品質_____g，氧化鐵的物質的量_____mol（以含 a 、 b 、 c 、 d 的代數式表示）。

第 4 題（4 分）請畫出 B_2H_6 和 $Fe_2(H)(CO)_8$ 的空間結構

第 5 題（6 分）以下由 A→G 的合成路線叫做“Köhnke 反應”：



A 物質中與苯環相連的“ $-CH_2X$ ”叫做“苄基”。請回答下列問題：

5-1 物質 A 在足量酸性 $KMnO_4$ 溶液中被氧化，其有機產物的名稱_____。

5-2 反應②產物中 D 物質的化學式為_____。

5-3 物質 G 與銀氨溶液反應的化學方程式為：

_____。

5-4 物質 A 與燒鹼溶液共熱的反應類型屬於_____反應，其產物的水溶性為_____（填：可溶於水、或不溶於水）。

5-5 對比問題（1）的反應，“Kröhnke 反應”在有機合成中的作用是：

第 6 題（6 分）（1）中國古代四大發明之一——黑火藥，它的爆炸反應為 $S + 2KNO_3 + 3C \rightarrow K_2S + N_2 \uparrow + 3CO_2 \uparrow$

6-1 除 S 外，上列元素的電負性從大到小依次為_____，

第一電離能大到小依次為_____。

6-2 在生成物中，A 的晶體類型為_____。

6-3 HCN 分子中 σ 鍵與 π 鍵數目之比為_____。

6-4 原子序數小於 36 的元素 Q 和 T，在週期表中既處於同一週期又位於同一族，且原子序數 T 比 Q 多 2。T 的基態原子週邊電子（價電子）排布為_____，Q 的理論磁矩是_____D。

第 7 題（10 分）

7-1 白色固態有機酸 A 含碳、氫和氧元素。為了得到摩爾品質的估值，將 10.0g 該有機酸溶於水，加入碎冰，激烈搖盪，結果溫度降至 -2.5°C 迅速除去冰，測得溶液的品質為 86.1g，pH 值為 1.4。然後又對該酸的準確摩爾品質作了精確測定。0.120g 該酸用 0.100mol/L 的氫氧化鈉溶液滴定，以酚酞為指標劑，當指示劑變色時，用去氫氧化鈉溶液 23.4mL。推出該酸（A）的摩爾品質和結構簡式。水的摩爾冰點下降常數 $1.86\text{kg} \cdot \text{K} \cdot \text{mol}^{-1}$

7-2 液體 B 溶於水可以達到 10%，B 中碳原子有 5 個，該溶液的 pH 值約為 4。B 不易氧化，但能發生碘仿反應，產物經酸化，氧化成 A。另外 0.10g B 消耗 1.5g 碘單質。當 B 和鈉反應，放出氫氣，生成一種金屬有機化合物 X，X 陰離子後者的摩爾品質約為 100g/mol。寫出碘仿反應的化學方程式及上述 B 與鈉的反應。

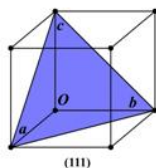
7-3 化合物 C 常用作化肥。C 鹼性水解生成氨。0.120g C 用熱的氫氧化鈉稀溶液處理，將生成的氣體導入 50.0cm^3 濃度為 $0.100\text{mol}/\text{dm}^3$ 的鹽酸中；剩餘的酸用 $0.100\text{mol}/\text{dm}^3$ 氫氧化鈉溶液滴定，消耗 10.0cm^3 。C 酸性水解

生成二氧化碳。由冰點下降得知 C 的摩爾品質估值在 40~70g/mol 之間。寫出 C 的結構。寫出它的鹼性水解及酸性水解的化學方程式。

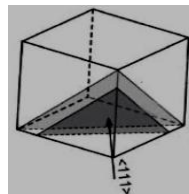
7-4 令 C 在強鹼催化劑存在下與酸 A 的乙酯反應，生成乙醇和化合物 D。D 的組成為 37.5% (品質分數，下同) C、3.1% H 和 21.9% N，其餘是氧。該化合物是一種酸。寫出 D 的結構。其酸性氫原子在何處？請在結構式中用*標出。

第 8 題 (8 分) 鈦的碳化物 TiC_x 是一種優良的材料添加劑，具有高熔點，高硬度和很好的化學穩定性，近來受到廣泛關注，相關文獻報導了對其固相結晶晶態的研究。研究表明，理想情況下此化合物的堆積方式為 C 原子構成面心立方堆積，Ti 原子填入所有的八面體空隙。

8-1 請確定理想情況下 TiC_x 中 x 的值，並畫出一個晶胞。



8-2 灰色的平面為 (111) 平面



請畫出右圖鈦的碳化物晶體在此兩個灰色的平面 (111) 平面的投影圖。

第 9 題 (11 分) 丙二酸二乙酯具有雙重 α -氫，呈現明顯酸性，可與鹵代烴發生取代反應，水解後生成丙二酸類化合物，丙二酸類化合物不穩定，受熱脫羧生成相應的一元羧酸。

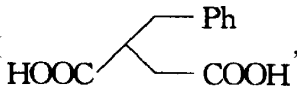
9-1 寫出乙醇鈉和丙二酸二乙酯反應的離子方程式。

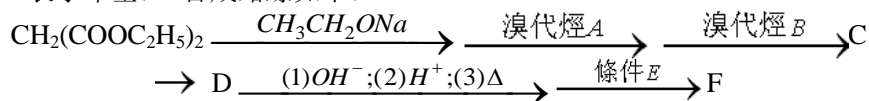
9-2 現取 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ ，與丙二酸二乙酯反應可合成相應的穩定的一元羧酸 A 和 B，請寫出其結構簡式。

9-3 如需合成穩定的一元羧酸 $\text{Ph}-\text{COOH}$ ，所需溴代烴的結構簡式為

_____，用此溴代烴還能合成穩定的二元羧酸 A' 和 B'，寫出其結構式為

_____。

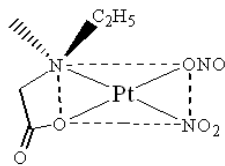
9-4 以丙二酸二乙酯和兩個溴代烴為原料製備 F()，Ph 表示苯基)。合成路線如下：



請寫出 A~D 各物質的結構簡式，反應 E 的條件和 F 的名稱。

第 10 題 (12 分) 配位化合物中有很多配體可提供兩個或以上配位原子。稱之為雙齒配體或多齒配體。

10- 1 $\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{COOH}$ 可作為雙齒配體與 $\text{Pt}(\text{II})$ 進行配位。已知下述配合物： $\text{Pt}(\text{NO}_2)_2[\text{CH}_3\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{COO}]$ 為平面正方形結構，則該配合物 Pt 的雜化方式為_____。



10- 2 該配合物一種結構為_____，請畫出該配合物的其它的異構體結構。

10- 3 畫出配合物 PtCl_2A (A 為 1,2-二氨基環丁烯二酮) 的結構式，指明所有原子是否共面？說明原因。

10-4 若 A 中環丁烯中雙鍵被加氫，畫出 $\text{PtCl}_2\text{A}'$ 的兩種結構式。