

## 2009 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	6	9	7	8	9	9	12	7	8	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 (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 目前市面上出售的“純淨水”、“蒸餾水”等飲用水，因失去某些成分而不利於少年兒童身體健康。你認為在上述飲用水中，至少需要添加下列哪種化學物質 ( )

- A · 鈣和鎂的碳酸氫鹽    B · 碘酸鹽    C · 漂白粉    D · 小蘇打

1-2 下列物質都可以添加到食品中，使用時必須嚴格控制用量的是 ( )

- A · 食醋    B · 蔗糖    C · 料酒    D · 亞硝酸鈉

1-3 製造焊錫時，把鉛加入錫的重要原因是 ( )

- A. 增加強度    B. 降低熔點    C. 增加硬度    D. 增強抗腐蝕能力

1-4 下列屬於污水處理方法的是 ( )

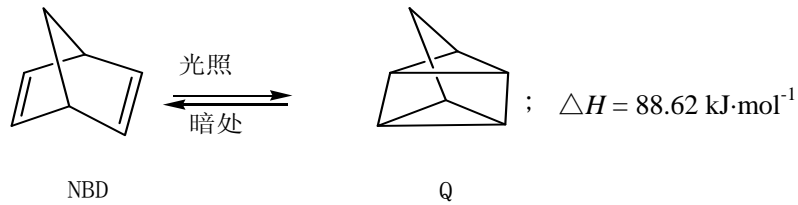
- A · 萃取法    B · 蒸餾法    C · 中和法    D · 沉澱法

1-5 硼晶體的基本結構單元是硼原子組成的正二十面體，其中，每個面均為正三角形，每個硼原子均與另外五個硼原子相連。由此推斷在硼晶體的

基本結構單元中的頂點數和稜邊數分別是 ( )

- A · 60、12      B · 12、30      C · 30、12      D · 10、30

1-6 利用某些有機物之間的相互轉換可以貯存太陽能，如原降冰片二烯 (NBD) 經過太陽光照轉化成為四環烷 (Q) 的反應為 ( )



以下敘述正確的是 ( )

- A · NBD 的內能比 Q 的內能高      B · NBD 和 Q 互為同分異構體  
C · Q 的一氯代物只有 2 種      D · NBD 的二氯代物可有 8 種

1-7 往蛋白質溶液裏加入下列物質會產生沉澱，但再加水稀釋，沉澱會溶解的是 ( )

- A ·  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$       B ·  $\text{NaCl}$       C ·  $\text{CuSO}_4$       D ·  $\text{NH}_4\text{Cl}$

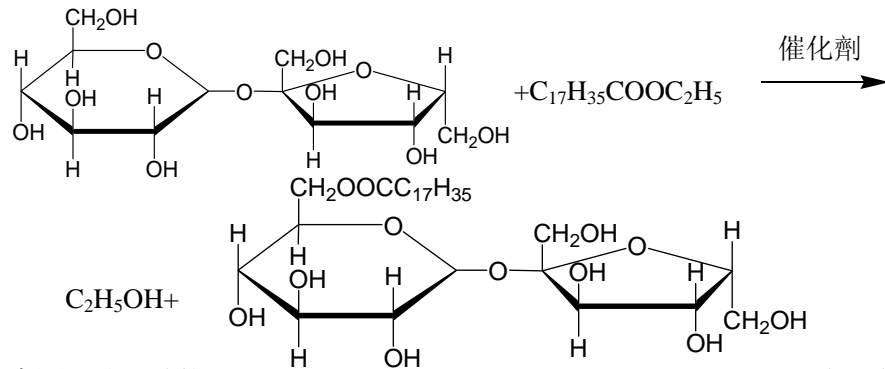
1-8  $\text{NCl}_3$  與  $\text{H}_2\text{O}$  發生親電水解，水解的生成物有 ( )

- A ·  $\text{NH}_3$       B ·  $\text{HNO}_2$       C ·  $\text{HClO}$       D ·  $\text{NH}_4\text{Cl}$

1-9 測得  $\text{HClO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的結構為  $\text{H}_3\text{O}^+ \text{ClO}_4^-$ ，下列敘述最符合這種結構的證據是 ( )

- A · 是極強酸      B · 有強氧化性      C · 遇熱分解      D · 有 4 個相同的鍵

1-10 蔗糖酯是聯合國國際糧農組織和世界衛生組織推薦使用的食品乳化劑。某蔗糖酯可以由蔗糖與硬脂酸乙酯合成，反應如下：



有關說法正確的是 ( )

- A · 蔗糖酯也是高級脂肪酸的甘油酯  
B · 合成該蔗糖酯的反應屬於取代反應  
C · 蔗糖分子中含有 8 個羥基  
D · 該蔗糖酯在稀硫酸的作用下水解，水解過程中只生成兩種產物

## 第2題 (5分)

北京奧運會“祥雲”火炬燃料是丙烷，亞特蘭大奧運會火炬燃料是丙烯。  
2-1 丙烷脫氫可得丙烯。

已知： $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{HC} \equiv \text{CH}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ； $\Delta H_1 = 156.6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

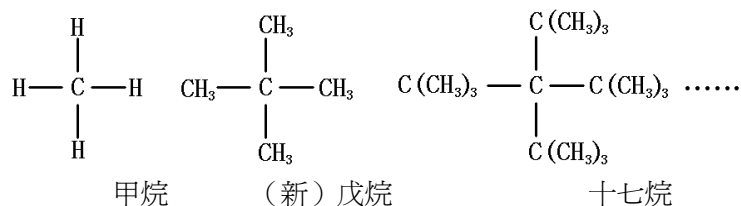
$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_4(\text{g}) + \text{HC} \equiv \text{CH}(\text{g})$ ； $\Delta H_2 = 32.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

則相同條件下，計算  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  的  $\Delta H$ 。

2-2 以丙烷為燃料製作新型燃料電池，電池的正極通入  $\text{O}_2$  和  $\text{CO}_2$ ，負極通入丙烷，電解質是熔融碳酸鹽。寫出電池反應及其電極反應方程式。

## 第3題 (6分)

人們在對烷烴分子空間結構的研究中發現某一系列的烷烴分子只有一種一鹵取代物。如：



這一系列烷烴具有一定的規律性，當一種烴分子的  $-\text{H}$  全部被  $-\text{CH}_3$  取代後，它的一鹵代物異構體數目不變。

3-1 上一系列烷烴中，其中含氫量最高的烷烴中碳元素品質分數（保留三位有效數字）。

3-2 請寫出這一系列烷烴化學式的通式

3-3 人們在研究中發現另一系列烷烴分子也只有一種一鹵取代物，請寫出一系列烷烴中第 3 種烷烴的化學式

#### 第 4 題 (9 分)

有些等電子體化學鍵和構型類似。可用以推測某些物質的構型和預示新化合物的合成和結構。

4-1  $\text{BF}_3$ 、 $\text{SO}_3$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  互為等電子體，指出它們的空間構型和成鍵情況。

4-2 寫出 4 種與  $\text{N}_2$  互為等電子體的分子或離子。

4-3  $\text{NF}_3$ 、 $\text{BF}_3$ 、 $\text{NH}_3$  是否等電子體，指出  $\text{NF}_3$  的空間構型及 N 的雜化類型。

4-4 根據酸鹼電子論預測  $\text{BF}_3$ 、 $\text{NF}_3$ 、 $\text{NH}_3$  酸鹼性情況，酸鹼性相同的比較相對強弱。

4-5 為什麼  $\text{NF}_3$  的沸點比  $\text{NH}_3$  的沸點 ( $-33^\circ\text{C}$ ) 低得多？

#### 第 5 題 (7 分)

飲酒駕車，特別是醉酒後駕車，對道路交通安全的危害是十分嚴重的。某國道路交通安全法規定，司機血液中乙醇含量超過 0.010% (品質百分數) 屬於酒後駕車，若血液中的乙醇含量超過 0.050% 便算酒醉駕車。在一次呼吸測醉分析中，取  $50\text{ cm}^3$  某司機的呼吸樣品通過重鉻酸鹽溶液。由於乙醇的還原作用產生了  $3.20 \times 10^{-6}\text{ mol}$  的  $\text{Cr}^{3+}$  (重鉻酸鹽的消耗可用分光光度法測定)。請確定該司機是有否違反交通安全法行為，如有屬於哪種違法行為。

已知在  $36.9^\circ\text{C}$  時，含有 0.45% 乙醇的血液上面的乙醇的分壓為  $1.00 \times 10^4\text{ Pa}$ 。乙醇在血液中的溶解服從亨利定律。

### 第 6 題 (8 分)

少量的碘化物可利用“化學放大”反應進行測定，其步驟如下：在中性或弱酸性介質中，先用  $\text{Br}_2$  將試樣中  $\text{I}^-$  定量氧化成碘酸鹽，煮沸除去過量的  $\text{Br}_2$ ，然後加入過量的  $\text{KI}$ ，用  $\text{CCl}_4$  萃取生成的  $\text{I}_2$  (萃取率為 100%)，分去水相後，向  $\text{CCl}_4$  層加入肼(即聯氨  $\text{H}_2\text{NNH}_2$ )的水溶液，在分液漏斗中振盪，使碘以  $\text{I}^-$  形式又從  $\text{CCl}_4$  層進入水層中(肼被氧化產生  $\text{N}_2$ )，再用過量的  $\text{Br}_2$  氧化，除去剩餘的  $\text{Br}_2$  後再加入過量  $\text{KI}$ ，酸化，以澱粉作指示劑，用  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  標準溶液滴定，求得  $\text{I}^-$  的含量。

6-1 寫出上述過程中有  $\text{I}^-$  生成的化學方程式。

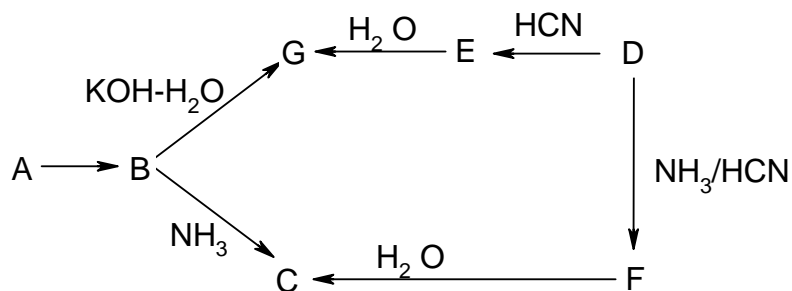
6-2 經上述步驟後，計算 1mol 的  $\text{I}^-$  可消耗多少 mol 的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ?

6-3 若準確移取含  $\text{KI}$  的試液 25.00mL，終點時消耗  $0.1000 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  標準溶液 20.16 mL，計算試樣中  $\text{KI}$  的含量 ( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )。

6-4 上述試液，因滴定管的不準確性而造成的體積測量的相對誤差為多少？

### 第 7 題 (9 分)

物質 C 是生物功能大分子的基本組成單位，是構成動物營養所需的基本物質，可由下圖的幾種途徑製備：



化合物 A、D 均是烴的一元衍物。A 含 48.60%的碳、8.10%的氫和 43.30%的氧。D 含 54.54%的碳，9.09%的氫和 36.37%的氧。

7-1 請寫出 A 和 D 的結構簡式及推導過程

7-2 寫出 A—B 的反應條件。

7-3 寫出 C、E、F 的結構簡式。

### 第 8 題 (9 分)

1866 年 H. Rithausen 從穀膠的硫酸分解產物中分離出谷氨酸， $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$ 。1890 年 L. Wolff 合成並確定了它的結構，1908 年池田菊苗從海帶的熱水提取物中分離出谷氨酸的鈉鹽  $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COONa}$ ，它才是具有鮮味的成分，即味精。谷氨酸的電離常數  $K_{a1}=6.46\times 10^{-3}$ ， $K_{a2}=5.62\times 10^{-5}$ ， $K_{a3}=2.14\times 10^{-10}$ ； $\text{pKa}=-\lg K_a$ ，所以  $\text{pKa}_1=2.19$ ， $\text{pKa}_2=4.25$ ， $\text{pKa}_3=9.67$ 。

若生成谷氨酸二鈉鹽，則不具有鮮味，所以工業生產中控制各階段的 pH 是一項關鍵。(酸性氨基酸：等電點  $\text{pI}=(\text{pK}_1+\text{pK}_{\text{R-COO}^-})/2$ )

8-1 寫出谷氨酸的學名。分子中有無手性碳原子。

8-2  $K_{a1}$ 、 $K_{a2}$ 、 $K_{a3}$  相對應的基團各是哪個？

8-3 谷氨酸等電點 pI 是多少？

8-4 味精中往往會加入食鹽，某學生設計如下實驗方案測定 NaCl 含量：取味精樣品 5.0g，並溶於蒸餾水；加入足量用稀硝酸酸化的硝酸銀溶液，使沉澱完全；過濾；用蒸餾水反復洗滌沉澱多次；將沉澱低溫烘乾、稱量；重複操作 3 次，計算 NaCl 含量。

另一學生覺得這個實驗方案的誤差較大，且測定沉澱的品質很不方便。於是他設計了另一個實驗方案來測定 NaCl 的含量。已知  $\text{AgSCN}$  是難溶于水的沉澱。請簡要寫出測定 NaCl 含量的新方案。



### 第 10 題 (7 分)

向  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$  的水溶液通入  $\text{SO}_2$  至溶液呈微酸性，生成白色沉澱 Q (化學式  $\text{NH}_4\text{CuSO}_3$ )。將 Q 與足量的 10 mol/L 硫酸混合微熱，生成金屬單質 A、有刺激性氣味的氣體 B 和溶液 C。

10-1 寫出生成 Q 的化學方程式。

10-2 Q 晶體中呈正四面體的原子團是什麼？

10-3 金屬單質 A 長期在潮濕的環境下會生成綠色的物質，寫出能夠解釋生成綠色的物質的反應方程式。

10-4 寫出 Q 與足量 10mol/L 硫酸混合微熱反應的化學方程式。

### 第 11 題 (8 分)

Apollo 號太空船在執行空間任務時，火箭中的液體  $\text{N}_2\text{O}_4$  貯存於含鐵的容器中，結果腐蝕物中含有  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{N}_2\text{O}_4$ ，該物質實際上是  $\text{NO}[\text{Fe}(\text{NO}_3)_4]$ ，經 X 射線晶體結構表示實際為  $[\text{N}_4\text{O}_6][\text{Fe}(\text{NO}_3)_4]_2$ 。

11-1 寫出 Fe 腐蝕生成  $\text{NO}[\text{Fe}(\text{NO}_3)_4]$  的反應方程式；

11-2 如果  $[\text{N}_4\text{O}_6]^{2+}$  是平面型的離子，存在 3 重對稱軸 (旋轉  $120^\circ$  重合)，但不存在對稱面。試畫出其可能離子結構示意圖。

11-3 如果  $[\text{N}_4\text{O}_6]^{2+}$  是非平面型的離子，不存在 3 重和 2 重對稱軸，但存在對稱面。試畫出其可能離子立體結構示意圖。