

第三十八屆國際化學奧林匹亞選訓營
初選試題
(95.1.7 星期六 14:00~16:00)

考試時間：120 分鐘
成績滿分：100 分 (100%)

注意!!!

- 學生證(或身分證)置於桌面右上角備查。
- 必須在答案紙上作答。
- 本試題答案紙的每一頁，都要寫上姓名，試畢連同試題一起繳交監考老師。
- 請將呼叫器、行動電話、計時器必須關機。
- 作答時請用藍、黑色原子筆，可使用立可白塗改，如修改不清楚不予計分。

- 本試題共有二大部份：
 - 第一部份，選擇題共 60 分(60%)，單選題與多選題各 10 題，每題 3 分。單選題答錯倒扣 1 分；多選題答錯不倒扣。考生不得帶電子計算機。
 - 第二部份，非選擇題共 40 分(40%)。作答必須分開在第 10-12 頁標明題號處作答，題目提供必要之常數與資訊，考生不得帶電子計算機。

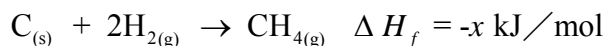
- 考試 40 分鐘後才可以開始交卷。
- 考試時間共 120 分鐘。

第壹部分：選擇題（佔 60%）

一、單選題（每題答對得3分，答錯倒扣1分，共30分）

1-4為題組

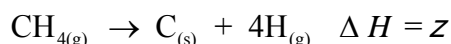
化學反應常伴隨著能量的變化，而以熱量的形式放出或吸收的能量通稱為化學反應熱 (ΔH)。反應熱又因化學反應的分類給予不同的名稱。物質1莫耳，由其成分元素化合生成時的反應熱稱為生成熱 (ΔH_f)，例如甲烷的生成熱：



而物質1莫耳完全燃燒時，所產生的熱量稱為燃燒熱 (ΔH_c)，例如甲烷的燃燒熱：



而要切斷分子內特定的結合鍵時，所吸收的能量稱為鍵結能 (ΔH_b)，例如：



在甲烷要切斷其四個 C-H 鍵中的每一個 C-H 鍵所需的能量各不同，而在實用上常取其平均值，因此 C-H 的鍵結能是上式中總鍵結能 z 的四分之一，亦即

$$\Delta H_b = z/4。$$

下列兩個圖中的數據分別表示水與二氧化碳各 1 mol 分解時，能量變化的示意圖，其中的各數據係以 kJ 為單位所表示者。試根據此兩圖回答題 1-4（答案要選取數據最接近者）：

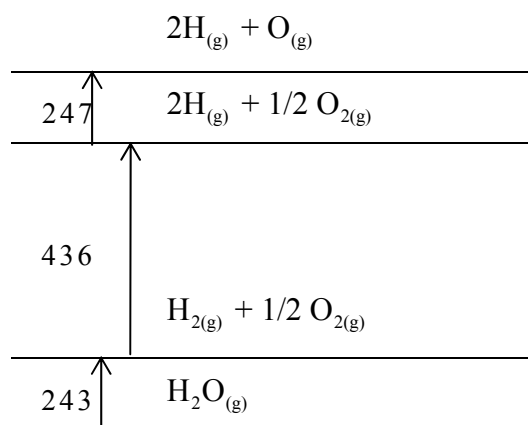


圖1 水 1 mol 分解時的能量變化

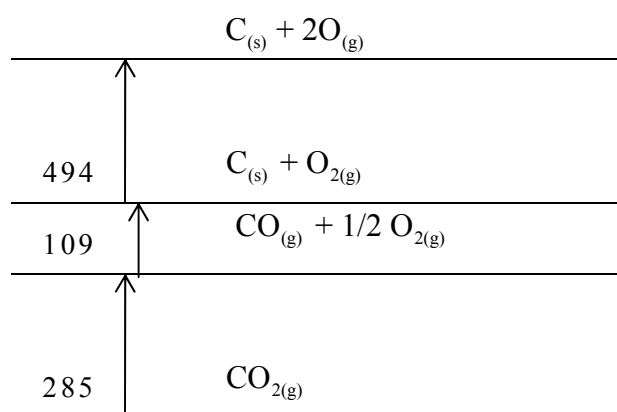


圖2 二氧化碳 1 mol 分解時的能量變化

1. 求 $H_2O_{(g)}$ 的生成熱為幾 kJ/mol？

- (A) -243 (B) -247 (C) -436 (D) -463 (E) -679

2. 求 $CO_{(g)}$ 的燃燒熱為幾 kJ/mol？

- (A) -109 (B) -285 (C) -394 (D) -494 (E) -603

3. 求 O-H 的鍵結能為幾 kJ/mol？

- (A) 243 (B) 436 (C) 463 (D) 679 (E) 926

姓名：_____

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

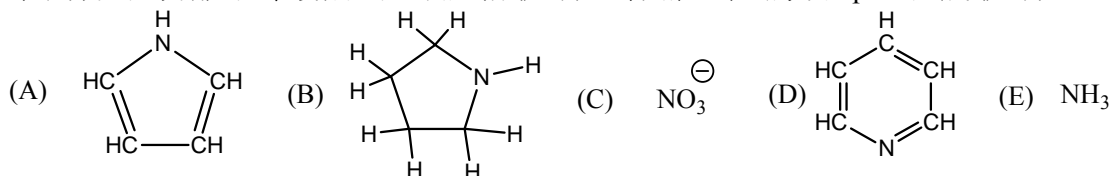
4. 求 $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$ 的反應熱為幾 kJ?
(A) -42 (B) 67 (C) -67 (D) 436 (E) -926
5. 工業上製造硫酸常使用五氧化二鈮為催化劑，而製造中的有關過程，都可用化學反應式來表示。試問下列哪一反應最難進行，須用五氧化二鈮來催化？
(A) $\text{S}_{8(s)} + 8 \text{O}_{2(g)} \rightarrow 8 \text{SO}_{2(g)}$
(B) $2 \text{SO}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow 2 \text{SO}_{3(g)}$
(C) $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$
(D) $\text{SO}_{3(g)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{conc})}^* \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7(l)$
(E) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7(l) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{SO}_{4(l)}$
* 表示 98% 的濃硫酸
6. 一氧化氮是大氣污染物，嚴重危害人體健康。倘若化學家有能力研究出某種催化劑，使其在適當的溫壓下，能使 NO 與過量的甲氣體在密閉的反應室作用，將 NO 轉變為無害的氣體，並且可避免二次環境污染。試問最有可能的甲氣體是下列的哪一種？
(A) SO_2 (B) H_2S (C) CH_4 (D) NH_3 (E) NO_2
7. 物質甲會有下列的現象或反應：
(1). 物質甲溶於稀鹽酸得乙溶液
(2). 乙溶液中加入硝酸銀並攪拌後，過濾得丙溶液
(3). 丙溶液中加入不足量的鋅粉，攪拌後過濾得沉澱丁
(4). 沉澱丁與氧反應即得物質甲
試問：物質甲是什麼？
(A) Cu (B) CuO (C) ZnO (D) MgO (E) Mg
8. 下列分子化合物中，何者的沸點最高？
(A) 丙醛 (MW = 58) (B) 丙酮 (MW = 58) (C) 2-丙醇 (MW = 60)
(D) 醋酸 (MW = 60) (E) 丁烷 (MW = 58)
9. 分子式為 $\text{C}_7\text{H}_7\text{Br}$ 的芳香族化合物，共有幾種異構物？
(A) 2 種 (B) 3 種 (C) 4 種 (D) 5 種 (E) 6 種
10. 某酯類 $\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$ 經水解後，所得的醇再用 KMnO_4 氧化，結果得到的酸與原水解得到的酸相同。此酯的結構為何？
(A) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
(B) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
(C) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
(D) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
(E) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

二、多選題（每題3分，共30分）

11. 某三價金屬M能與酸反應產生氫氣。已知2莫耳的金屬M與某酸(H_nA , n 為小於3(含3)的正整數)完全反應, 可得3莫耳的氫氣, 之外可得一鹽類, 則下列選項中的化學式, 哪些符合題意?

- (A) MA (B) M_2A (C) M_3A_2 (D) M_2A_3 (E) MA_3

12. 下列分子或離子中氮原子的鍵結軌域, 有哪些是屬於 sp^2 混成軌域?



13. 下列各反應中, 不生成醇類產物的有哪些?

- (A) 丁酸丙酯的水解 (B) 在酸性條件下2-戊烯與水的作用
(C) 丙醛與多倫試劑反應 (D) 利用鎳金屬催化丁酮與氫氣的反應
(E) 2-甲基-2-溴丙烷與水反應

14. 下列各物質中含有葡萄糖結構單元的有哪些?

- (A) 澱粉 (B) 麥芽糖 (C) 乳糖 (D) 蔗糖(纖維素?) (E) 果糖

15. 下列有關碳的同素異形體的敘述, 何者正確?

- (A) 目前已知有四種碳的同素異形體, 即石墨、金剛石(鑽石)、碳六十、奈米碳管
(B) 奈米碳管與石墨應屬於同一種物質
(C) 碳六十是二十個六員環與十二個五員環組成的分子化合物
(D) 根據石墨的性質判斷, 奈米碳管應屬電的導體
(E) 一般環境中, 石墨很難轉變成金剛石是因為此反應極度吸熱 ($\Delta H > 500 \text{KJ/mol}$)

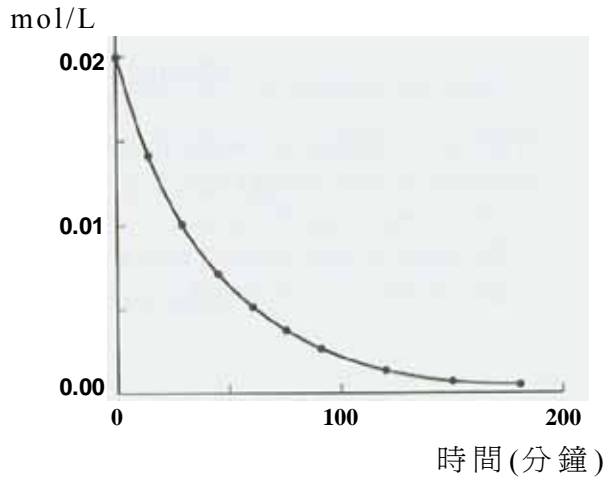
16. 下列有關 H_2CCH_2 、 H_2CCCH_2 、及 H_2CCCCH_2 三個化合物鍵結的敘述, 何者正確?

- (A) 所有不與氫原子鍵結的碳原子均為 sp 混成
(B) 所有與氫原子鍵結的碳原子均為 sp^2 混成
(C) 三個化合物中只有乙烯沒有共振結構
(D) 三個化合物的碳鏈均為直線結構
(E) 三個化合物均為平面分子

姓名：_____

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

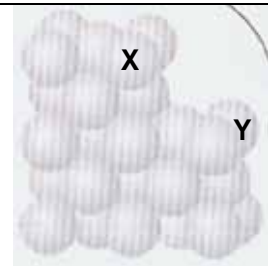
17. 在一容器中使0.02 mol/L過氧化物A發生分解，反應物濃度A隨時間改變的圖形如下所示，下列敘述何者正確？



- (A) 此反應屬於一級反應
(B) 此反應的半生期隨A濃度的下降而增長
(C) 此反應的反應速率常數約為 $1 \times 10^{-4} \text{ min}^{-1}$
(D) 此反應的反應速率常數約為 2.0 min^{-1}
(E) 此反應的初速率約為 $0.0004 \pm 0.0001 \text{ mol/L} \cdot \text{min}$

18. 下列關於右圖中結構的敘述，何者正確？

- (A) 此圖結構是依ABCABC...的重複順序堆積
(B) 此圖結構屬於面心立方排列
(C) 此圖結構屬於立方最密堆積
(D) X與Y原子可屬於相同的層
(E) 此結構可旋轉一個適當角度，使X原子恰在Y原子的垂直上方



姓名：_____

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

第貳部份：非選擇題 (共四大題, 佔 40%)

(作答必須標明題號, 提供必要之常數與資訊, 考生不得使用電子計算機, 共 40 分)

一. 某有機物(液體)含有碳、氫、氧。經元素分析得碳64.8%、氫13.5%。爲了要知道該有機物的化學式, 王同學先做了下列的實驗, 以便計算出該有機物的大約分子量。

1. 取一個長頸燒瓶, 瓶口塞住一個中間有一短玻璃管的橡皮瓶塞, 如圖1中的燒瓶, 稱重得210.50克。
2. 在室溫20°C將燒瓶裝滿清水並用原來的橡皮塞塞住瓶口後, 置於92°C的恆溫槽(水浴)一段相當長的時間, 使瓶內的清水也保持92°C恆溫。然後取出燒瓶置於桌上。冷卻擦乾瓶子, 稱重得745.10克。
3. 倒出燒瓶內的清水, 烘乾燒瓶, 確認瓶內完全乾燥後, 將該有機物液體約6毫升倒入燒瓶內, 塞住橡皮塞後, 再將燒瓶置於92°C恆溫槽, 即見液體完全氣化。
4. 取出燒瓶後置於室內桌面, 即見隨溫度下降, 瓶底出現液滴。又將瓶外擦乾後稱重, 得211.81克。

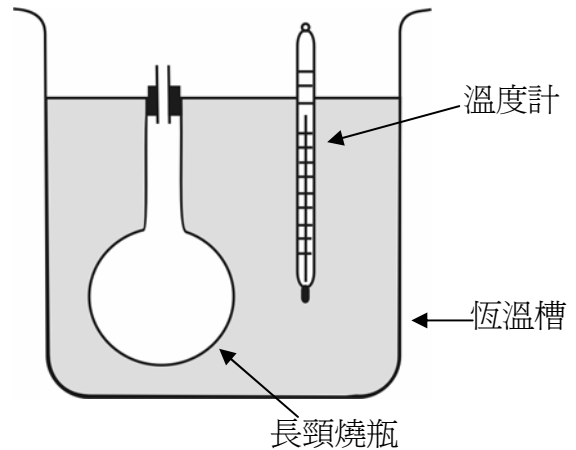


圖 1 長頸燒瓶與恆溫槽示意圖

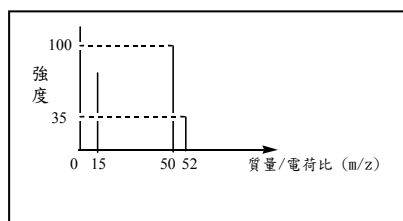
已知實驗當天的大氣壓爲730mmHg, 清水在92°C的密度爲0.972克/毫升。(本題的計算均要列出計算式子, 儘量先約分, 並了解計算的目的, 可簡化計算)(15%)

- (1) 試求燒瓶在92°C時的容積(瓶內的體積)。(2分)
- (2) 試求該有機物的分子量(假定當液體完全氣化後, 燒瓶內的氣體全是該有機物的蒸氣)並寫出該有機物的分子式與精確分子量。(6分)
- (3) 寫出該有機物的可能異構物(爲了簡化, 除了官能基以外的H均應省略, 例如異丙醇(2-丙醇), 應寫成 $\begin{array}{c} \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\ | \\ \text{C} \end{array}$) (5分)

(4) 要推估該有機物的結構式, 還需要再做什麼實驗(限定在高中的一般化學實驗室即可做的實驗。使用貴儀不給分)? (2分)

(註: 原子量 H=1.008 C=12.01 O=16.00)

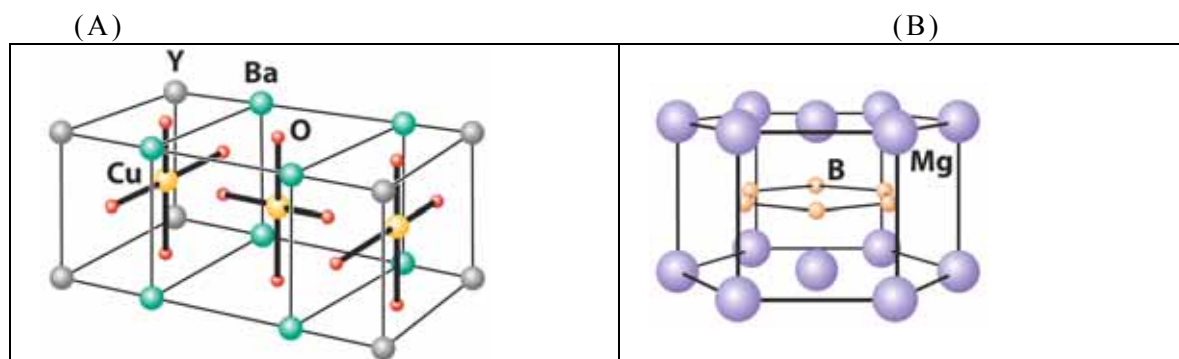
二. 利用質譜儀來分析分子結構已經成為現代化學重要的技術，其原理為利用電子撞擊分子(M)使它產生陽離子團(M⁺)或分子裂解產生的陽離子團在磁場飛行的差異，而偵測各種離子，下圖為氯甲烷的質譜分析。圖譜的橫座標為質量與電荷比(m/z)，縱座標為強度代表所產生粒子數的多寡。氯甲烷的質譜分析中，m/z = 15 是氯甲烷經過裂解產生甲基陽離子[CH₃]⁺的訊號，而m/z = 50 與52則是氯甲烷陽離子[CH₃Cl]⁺的訊號。利用圖譜資料，說明自然界中氯的同位素為何?且其含量比為何?(6%) (6分)



三. 實驗室有一瓶酚(C₆H₅OH)與環己醇(C₆H₁₁OH)的混合物重97克。某學生取0.97克的樣品放入50 mL的水中，加入數滴的酚酞，用1.0 M的NaOH溶液滴定。經加入5.0 mL的1.0 M NaOH溶液後，使溶液變成桃紅色。於是學生取48.5克的混合物，加入3 M NaOH溶液50 mL，然後加入乙醚 70 mL，經過搖晃萃取後，溶液分成兩層，分離了有機層；之後再加入乙醚 70 mL 至水層溶液萃取一次，分離後將兩次萃取的有機層合併，加熱將溶劑蒸發，得到的殘留物中卻發現還有8.5克的酚。(9%) [酚的pK_a = 9.95] [C = 12.0; H = 1.0, O = 16.0, Na = 23.0]

- (1) 請問此瓶藥劑中含有環己醇幾克? (3分)
- (2) 此分離的過程，是利用何種原理? 即學生為什麼要加NaOH溶液到混合物中再用乙醚萃取? (3分)
- (3) 這個分離效果非常不好，其主要原因為何?(3分)

四. 下圖是兩個高溫超導物質的單位晶格結構(10%)



- (1) 決定物質A的化學式。(3分)
- (2) 決定物質B中Mg及B原子的氧化數。(4分)
- (3) 畫出物質B中硼原子部分的電子點式。(3分)

第三十八屆國際化學奧林匹亞選訓營
初選試題答案卷(Revised)
(95.1.7 星期六 14:00~16:00)

第壹部分：選擇題（佔 60 分）

一、單選題(30%) (每題答對得 3 分，答錯倒扣 1 分，共 30 分)

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	B	C	A	B	D	B	D	C	A

二、多選題 (30%)(每題答對得 3 分，不完全對或答錯不給分也不扣分，共 30 分)

題號	11	12	13	14	15
答案	ADE	ACD	C	任何答案都給 3 分 (ABCD)	CD
題號	16	17	18	19	20
答案	ABD	AE	BCD	更正為 ABE (Instead of ABCE, Apologize for this mistake)	CE

第貳部份：非選擇題(共四大題，佔 40%)

(作答必須分開在下面第 10-12 頁標明題號處作答，題目提供必要之常數與資訊，考生不得使用電子計算機，共 40 分)

(第一大題)(15%)

一、

(1) 空瓶重 210.50 g

水重 $745.10 - 210.50 = 534.60$ g

燒瓶的體(容)積 $V = V/d = 534.60/0.972 = 550$ mL

(2)

有機物的蒸氣重 = $211.81 - 210.50 = 1.31$ g

大約分子量 $PV = gRT/M$

$M = (gRT)/(PV) = (1.31 \times 82.05 \times 365)/(730 \times 550 / 760) = 74.26$

實驗式

C = 64.8% $64.8/12.01 = 5.4$

H = 13.5% $13.5/1.008 = 13.5$

O = 21.9% $21.9/16 = 1.35$

C:H:O = 4:10:1

$C_4H_{10}O$

精確實驗式量: $(12.01 \times 4) + (1.008 \times 10) + 16.00 = 74.12$

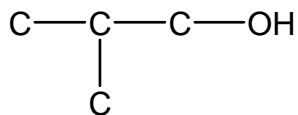
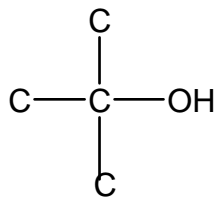
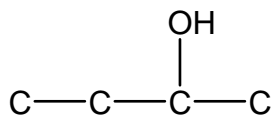
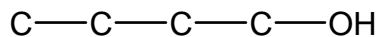
精確分子量 = 74.12

分子式 $C_4H_{10}O$

(3)

$C_4H_{10}O$

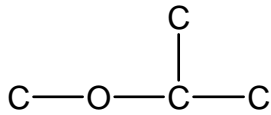
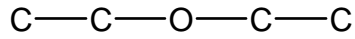
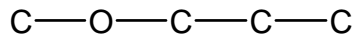
醇



姓名：_____

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

醚

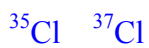


(4)

例如:沸點的測定

(第二、三大題) 15%

二、



$$50-15=35$$

$$52-15=37$$

$$100:35$$

三、

(1).

$$1.0 \times 0.005 = 0.005 \text{ mol} - \text{酚}$$

$$9.4 \times 0.005 = 0.47\text{g} - \text{酚}$$

$$0.97 - 0.47 = 0.5 \text{ g} \text{ 環己醇}$$

$$0.5/100 \times 0.97/97 = 0.5 \text{ mol}$$

$$100 \times 0.5 = 50 \text{ g} - \text{環己醇}$$

(2). 酚離子呈水溶性，藉以分離環己醇

(3). 添加 NaOH 不足

$$3\text{M} \times 0.05 = 0.15 \text{ mol NaOH}$$

但 48.5g 混合物中有 0.25 mol 的酚

(第四大題)10%

四、

(1) 決定物質 A 的化學式。

$$\text{Y} : 1/8 \times 8 = 1 \text{ (corner),}$$

$$\text{Ba} : 1/4 \times 8 = 2 \text{ (edge),}$$

$$\text{Cu} : 3$$

$$\text{O} : (1/2 \times 10) + 2 = 7$$



(2) 決定物質 B 中 Mg 及 B 原子的氧化數。

$$\text{Mg} : \underset{\text{face}}{(1/2 \times 2)} + \underset{\text{corner}}{(1/6 \times 12)} = 3$$



氧化數：

$$\text{Mg} : +2 \quad , \quad \text{B} : -1$$

(3) 畫出物質 B 中硼原子部分的電子點式。

