

第三十九屆國際化學奧林匹亞(39<sup>th</sup> IChO 2007)選訓營  
初選試題卷

96年1月6日(星期六) 14:00~16:00

考試時間：120分鐘  
成績滿分：120分(100%)

注意!!!

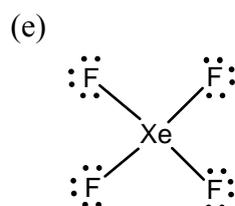
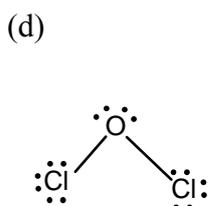
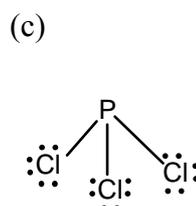
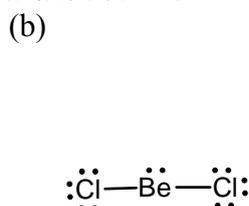
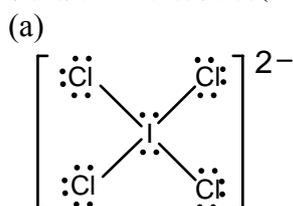
- 學生證(或身分證)置於桌面右上角備查。考生不得帶電子計算機與手機。
- 本試題共有二大部份, 分佈在連同本頁共 8 頁(1-8) A-4 紙：  
第壹部份：選擇題共 70 分(~58%)，單選題(每題 2 分)與多選題(每題 3 分)各 14 題。  
單選題答錯倒扣 1 分；多選題答錯不倒扣。  
第貳部份：非選擇題共 50 分(~42%)。作答必須分開在 4 頁(1-4) A-4 答案紙上標明  
題號處作答，試題首頁提供必要之常數與資訊，考生不得使用電子計算機。
- 必須在 4 頁(1-4) A-4 答案紙上標明題號處作答，其它地方無效。
- 本試題首頁寫上編號與姓名，但本試題答案紙的每一頁，都要寫上編號與姓名，試畢  
連同試題一起繳交監考老師。
- 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。
  
- 考試開始 40 分鐘後才可以交卷。
- 考試時間共 120 分鐘。
  
- 參考資料：  
一些常數  $\pi$ : 3.1416;  $h$ :  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c$ :  $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$   
原子量  $\text{Na}$ : 23.0;  $\text{Ca}$ : 40.08;  $\text{Cu}$ : 63.55;  $\text{Ba}$ : 137.33;  $\text{Hg}$ : 200.59;  
 $\text{H}$ : 1.00;  $\text{C}$ : 12.0;  $\text{N}$ : 14.0;  $\text{O}$ : 16.0

## 第壹部分：選擇題（佔 70 分）

### 一、單選題（1-14，共 14 題，每題 2 分，答錯倒扣 1 分，佔 28 分）

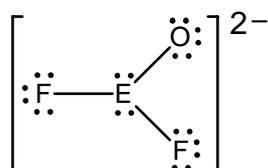
- 下列鍵結中，其離子性何者最大？  
 (a) Br - Br      (b) Be - F      (c) C - F      (d) Mg - F      (e) Na - F
- 在 0.821 atm，27°C 時，一莫耳理想氣體的體積(升)，最接近下列哪一數值？  
 (a) 20      (b) 22      (c) 23      (d) 30      (e) 32
- 對於核反應  ${}^{239}_{94}\text{Pu} + n \rightarrow {}^{144}_{58}\text{Ce} + {}^{90}_{38}\text{Sr} + 6n + X$  中的 X，應該是下列的哪一選項？  
 (a)  $\alpha$       (b)  $2\alpha$       (c)  $\beta$       (d)  $2\beta$       (e)  $3\beta$
- 若有一化合物名為亞碘酸碘，其中碘的最大氧化數為+5。試問亞碘酸碘的分子式（不是示性式）為下列的哪一項？（已知碘酸鉀的化學式為  $\text{KIO}_3$ ）  
 (a)  $\text{I}_2\text{O}_4$       (b)  $\text{I}_4\text{O}_7$       (c)  $\text{I}_4\text{O}_9$       (d)  $\text{I}_6\text{O}_5$       (e)  $\text{I}_6\text{O}_{10}$
- 在 1 大氣壓下，於 250.0g 純水中，加入 30.0g 的尿素（式量 60.0），則其冰點(°C)為何？（水的  $K_f = 1.86 \text{ }^\circ\text{C}/m$ ）  
 (a) -7.44      (b) -3.72      (c) -1.86      (d) -0.93      (e) -0.47

6. 下列分子的路易斯(Lewis)結構何者正確？



- 已知一超導物質含汞、鈣、銅、鋇與氧，其含氧的重量百分比是 14.99%，假設其化學式可以寫為  $\text{HgBa}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{8+x}$ ，且汞、鈣、銅、鋇含量是確定的，則化學式中的 x 應是若干？  
 (a) 0.51      (b) 0.38      (c) 0.22      (d) 0.18      (e) 0.14

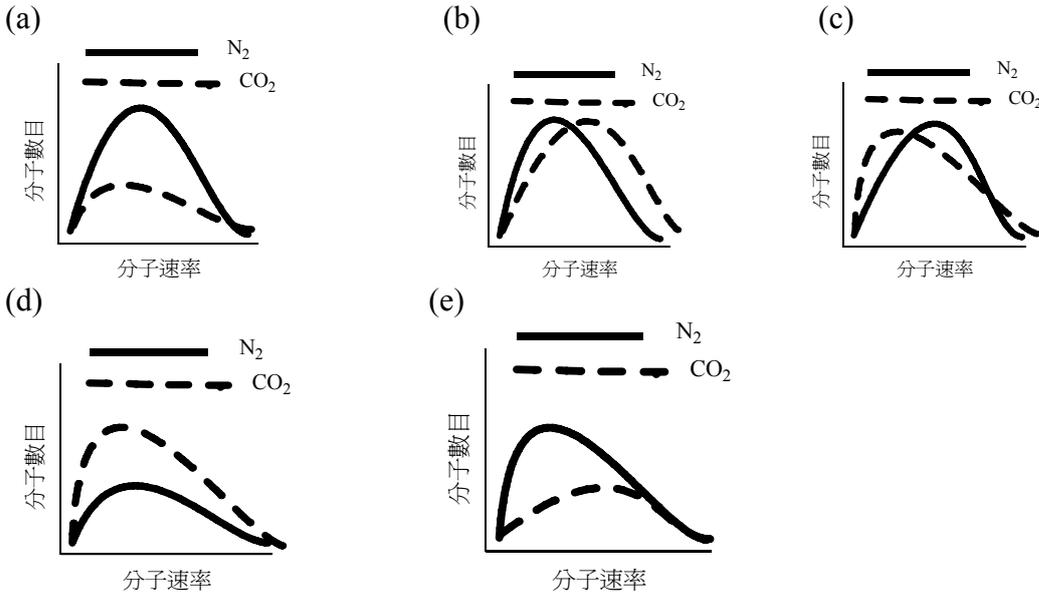
8. 某負二價離子化合物之路易斯結構為



其中心原子 E 應該是下列的哪一項？

- (a) Si      (b) P      (c) Se      (d) Xe      (e) I

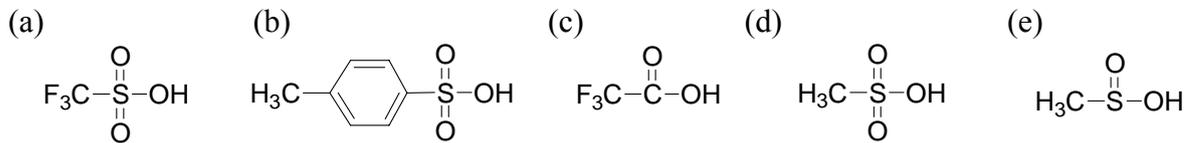
9. 一含氮氣與二氧化碳的氣體混合物，總壓力為 500 mmHg，二氧化碳的分壓為 100 mmHg。下列圖示，何者最能代表分子速率之分布曲線？



10. 已知金形成最緊密堆積的面心立方結構時，其立方體邊長為  $4.08\text{\AA}$ ，一半徑為  $r$  之圓球的體積為  $(4/3)\pi r^3$ ，圓球形金奈米粒子直徑為 20 nm，試計算其內有多少金原子？

- (a)  $6.17 \times 10^4$  個金原子      (b)  $2.47 \times 10^5$  個金原子      (c)  $2.47 \times 10^4$  個金原子  
 (d)  $6.17 \times 10^5$  個金原子      (e)  $6.17 \times 10^3$  個金原子

11. 下列有機化合物，何者酸性最強？

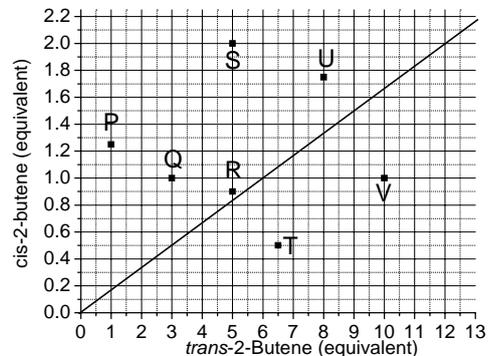


12. 有未知物，其化學式為  $C_5H_{10}$ ，加入溴/ $CCl_4$ 時，使溴褪色，問此未知物有幾種可能異構體 (含幾何異構體)？

- (a) 3      (b) 4      (c) 5      (d) 6      (e) 7

13. 右圖中的直線為順式(*cis*)-與反式(*trans*)-丁烯 (2-butene) 在常溫時的平衡濃度關係。P 至 V 七個座標點代表七個不同的 (順式) 與 (反式) 2-丁烯 起始混合濃度。下列敘述何者錯誤？

- (a) 無論對 P 至 V 那一點，達到平衡時，  
 [順式 2-丁烯] : [反式 2-丁烯] = 1/6。  
 (b) S, T 兩點達到平衡時，其平衡狀態完全相同。  
 (c) 達到平衡時，[順式 2-丁烯] : [反式 2-丁烯] 的比例會因總壓力改變而改變。  
 (d) 在相同的反應條件下，與 P 點相較，R 點達到平衡時所需的時間較短。  
 (e) 反應的平衡常數可由圖中直線的斜率求得。



14. 有一化學反應： $xX + yY \rightarrow Z$ ，在 298 K 時進行動力學試驗，其實驗數據表列如下：

起始濃度 $[X]_0$ (mol/L)	起始濃度 $[Y]_0$ (mol/L)	初始速率 (mol/L-s)
0.1	0.1	$2.4 \times 10^{-3}$
0.2	0.1	$4.8 \times 10^{-3}$
0.4	0.1	$9.7 \times 10^{-3}$
0.1	0.2	$9.6 \times 10^{-3}$
0.1	0.4	$3.8 \times 10^{-2}$

下列與反應有關的敘述何者**錯誤**？

- (a) 反應速率  $= k[X][Y]^2$ 。  
 (b) 反應速率常數  $k$  的大小與反應之活化能有關。  
 (c) 反應進行間，逆反應  $Z \rightarrow xX + yY$  的反應速率漸增。  
 (d) 反應最後終到平衡。  
 (e) 反應式  $xX + yY \rightarrow Z$  中， $x$  必定為 1 及  $y$  必定為 2。

## 二、多選題 (1-14, 共 14 題, 每題 3 分, 答錯不倒扣, 佔 42 分)

1. 下列**哪些組**的離子，在水溶液中能大量共存？(應選二項)

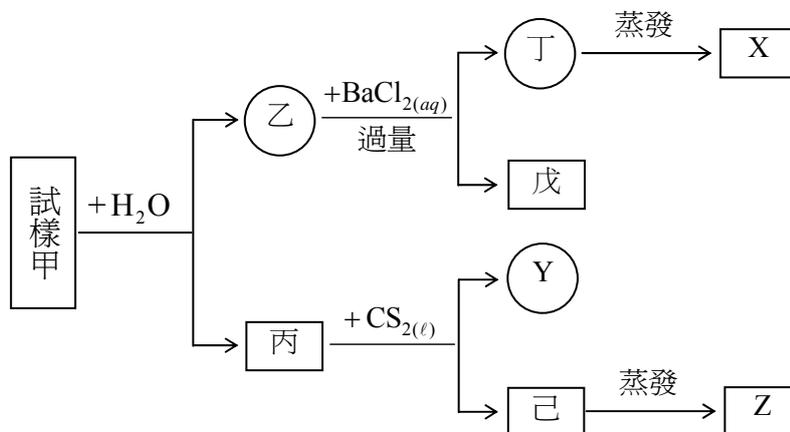
- (a)  $Ag^+$ 、 $Pb^{2+}$ 、 $H^+$                       (b)  $I^-$ 、 $IO_3^-$ 、 $H^+$   
 (c)  $NH_4^+$ 、 $HCO_3^-$ 、 $OH^-$                 (d)  $Fe^{3+}$ 、 $Cu^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$   
 (e)  $Na^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $CO_3^{2-}$

2. 下列**哪些溶液** (濃度均為 2M) 能與鋅粉反應產生氫氣？(應選三項)

- (a)  $HNO_{3(aq)}$                                       (b)  $HCl_{(aq)}$                                       (c)  $CH_3COOH_{(aq)}$   
 (d)  $NaHCO_{3(aq)}$                                       (e)  $NaOH_{(aq)}$

### 3-5 題為題組

某一固體試樣含有硫、硫酸銨、硫酸鉀、硫酸鋇。按照下圖操作，加以分離。圖中矩形  $\square$  表示固體或沉澱，圖形  $\circ$  表示溶液，例如圖中前面表示固體試樣甲，加水後過濾得溶液乙與殘渣固體丙。



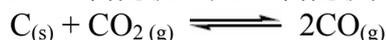
3. 殘渣 X 中可能含有什麼？(應選三項)

- (a)  $(NH_4)_2SO_4$                                       (b)  $K_2SO_4$                                       (c)  $KCl$   
 (d)  $NH_4Cl$     (e)  $BaCl_2$

4. 溶液 Y 中含有什麼？(應選二項)  
(a) S (b) CS<sub>2</sub> (c) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
(d) BaSO<sub>4</sub> (e) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
5. 殘渣 Z 中含有什麼？(應選一項)  
(a) S (b) CS<sub>2</sub> (c) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
(d) BaSO<sub>4</sub> (e) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
6. 關於磷與氧形成之一系列化合物，下列哪些敘述正確？(應選三項)  
(a) H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 的酸性較強於 H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> 的酸性  
(b) H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub> 是可以釋放三個質子的酸  
(c) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 是鹼性物質  
(d) P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> 可以作為乾燥劑，與水反應生成 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
(e) H<sub>3</sub>PO<sub>2</sub> 是可以釋放二個質子的酸
7. 以波長  $4.00 \times 10^{-7}$  m 的光線照射鈣金屬，可以放射出電子。經測量電子的動能為  $6.30 \times 10^{-20}$  Joule。下列敘述哪些正確？(應選二項)  
(a) 鈣金屬的電子結合能為  $4.34 \times 10^{-19}$  Joule  
(b) 用頻率  $6.00 \times 10^{14}$  Hz 的光線照射，可以獲得動能大於  $6.30 \times 10^{-20}$  Joule 的電子  
(c) 鈣金屬以紅外光波長的光線照射，可以獲得動能大於  $6.30 \times 10^{-20}$  Joule 的電子  
(d) 波長  $4.00 \times 10^{-7}$  m 的光線，屬於可見光  
(e) 以波長  $4.00 \times 10^{-7}$  m 的光線照射鈹(Be)金屬，所放射出的電子，其動能大於  $6.30 \times 10^{-20}$  Joule
8. 兩種液體 A 與 B，A 液體的分子間吸引力 比 B 液體的分子間吸引力更大，下列敘述哪些正確？(應選二項)  
(a) 在同溫度下，A 液體的表面張力比 B 液體的表面張力更大  
(b) 在同溫度下，A 液體的飽和蒸氣壓較高  
(c) 在同溫度下，A 液體的黏滯性比 B 液體的黏滯性更大  
(d) A 液體的沸點比 B 液體的沸點更低  
(e) 在同溫度下，B 液體的黏滯性比 A 液體的黏滯性更大
9. Xe 可以與電負度較高的元素如氧或氟形成化合物，下列敘述哪些正確？(應選四項)  
(a) XeO<sub>4</sub> 的分子形狀為正四面體之結構  
(b) XeO<sub>3</sub> 的分子形狀為角錐型之結構  
(c) XeF<sub>4</sub> 的分子形狀為平面四邊形之結構  
(d) XeO<sub>3</sub>F<sub>2</sub> 的分子形狀為雙三角錐之結構  
(e) XeOF<sub>2</sub> 的分子形狀為平面三角形之結構

10. 關於過渡元素與乙二胺 en (即  $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ ) 形成之配位化合物的化學性質，下列敘述**哪些**正確？(應選三項)
- (a)  $[\text{Pt}(\text{en})\text{ClBr}]$ 與  $\text{CaCl}_2$  都含有相同數量的鹵素，在沸點升高、凝固點下降等依數性質上是相近的
- (b)  $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$  沒有不成對的電子
- (c)  $[\text{Cr}(\text{en})_2\text{Br}_2]^+$  中鉻金屬的氧化數是 +3
- (d)  $[\text{Fe}(\text{en})(\text{CN})_2\text{Cl}_2]^{2-}$  中金屬的配位數是 6
- (e)  $[\text{Cr}(\text{en})_3]^{3+}$  有光學異構物

11. 下表為碳，一氧化碳，與二氧化碳間的平衡。



溫度(°C)	500	600	700	800	900
$K_p$ (atm)	0.005	0.1	1.0	7.5	37.5

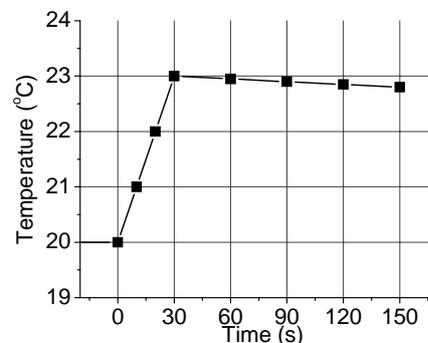
下列敘述**哪些**正確？(應選二項)

- (a)  $\text{C}_{(\text{s})} + \text{CO}_{2(\text{g})} \rightarrow 2\text{CO}_{(\text{g})}$  為吸熱反應
- (b) 當溫度保持恆定時， $K_p$  隨壓力改變而改變
- (c) 當溫度 600 °C，體系外壓力為 2atm 時，CO 所佔的分壓為總壓力的 20%
- (d)  $\text{CO}_2$  中心碳原子使用  $\text{sp}_2$  混成軌域成鍵
- (e) 當  $\text{C}_{(\text{s})}$  的當量增加時， $\text{CO}_{(\text{g})}$  之分壓隨之而升高
12. 下列反應中，**哪些**的主產物為有機酸？(應選二項)



13. 將反應物 P (0.500M, 100 mL) 與 Q (0.600M, 100 mL)，在 20.0°C 混合後生成化合物 PQ，其溫度變化如右圖。若混合液的比熱為 1.12 cal/mL-°C，熱卡計的熱容量為 2.70 cal/°C，下列描述**哪些**正確？(應選三項)

- (a) 此為放熱反應。
- (b) 反應熱為 -13.6 kcal/mol。
- (c) 催化劑的加入使熱卡計的溫度提前到達 23.0 °C。
- (d) 催化劑的加入使熱卡計的溫度高於 23.0 °C。
- (e) 若將反應物 P (0.250M, 200 mL) 與 Q (0.300M, 200 mL) 作用，會產生相同熱量，因此會得到相同的溫度變化圖。

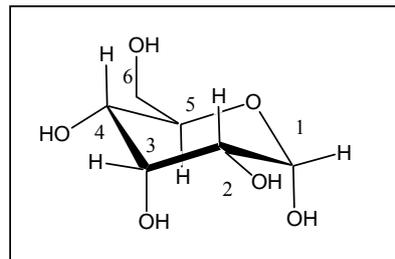


姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

14. 下列有關醣類分子的敘述哪些正確？(應選二項)

- (a) 醣類又稱碳水化合物，均可溶於水。  
 (b) 果糖為五碳酮醣。  
 (c) 右圖為 $\alpha$ -型葡萄糖。  
 (d) 澱粉為 $\alpha$ -型葡萄糖的縮合聚合物，縮合發生在1,4位的OH基上。  
 (e) 葡萄糖會與多倫試劑發生銀鏡反應。



### 第貳部份：非選擇題 (共四大題, 佔 50 分)

(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 50 分)

1. (6 分)寫出下列反應的反應式 (若沒有反應,則寫「沒反應」):

- (a) 乙醇在溫和的條件下氧化  
 (b) 丙烷與溴在黑暗的室溫下反應  
 (c) 二鉻酸銨受熱分解

2. (9 分)醋酸的解離式如下:

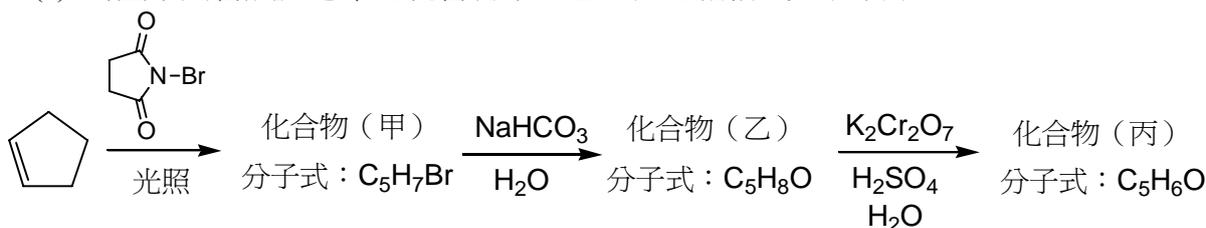


已知在室溫,  $0.100\text{M CH}_3\text{COOH}$  溶液中的氫離子濃度為  $1.32 \times 10^{-3} \text{ M}$ 。

- (a) 試求  $\text{CH}_3\text{COOH}$  在室溫的解離平衡常數  $K_a$ 。  
 (b) 試求混合溶液中的氫離子濃度。(已知該混合溶液含有  $0.100\text{M CH}_3\text{COOH}$  與  $0.0500\text{M}$  的  $\text{CH}_3\text{COONa}$ )

3. (17 分)有機化學簡答題

- (a) 寫出下列合成反應中之化合物甲、乙、丙之結構式。(6 分)



- (b) 有三種未知物 **P**、**Q**、**R**, 其分子式均為  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ 。以下是 **P**、**Q**、**R** 的特性:

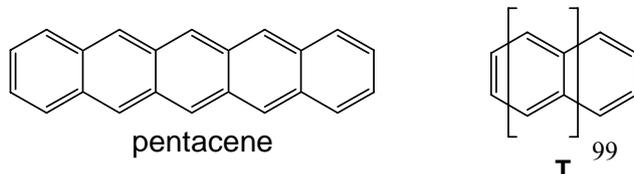
**P** 能使溴退色, 當用金屬鈉處理時並未觀察到氫氣的釋放, 且 **P** 可被水解, 放出含乙醇之產物。

**Q** 可以被還原成醇類, 產物的分子式為  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ 。而 **Q** 亦可由此醇類產物, 經  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的酸性水溶液氧化而得到, 但當 **Q** 與多倫試劑混合, 並不引銀鏡反應。

**R** 與溴、金屬鈉、多倫試劑均無明顯反應, 但水解後可得一產物, 其分子式為  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$ 。此水解產物可被  $\text{KMnO}_4$  氧化, 氧化產物的分子式為  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$ 。

寫出 **P**、**Q**、**R** 的結構式。(每個結構 2 分, 共 6 分)

- (c) ABS 工程塑膠由  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$  按一定比例共聚而得到。現有 ABS 工程塑膠樣品，經由元素分析得知，其成分比例為  $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}$ 。計算 ABS 樣品中  $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2$  三者的最簡比例(最簡整數比)。(2分)
- (d) Pentacene 為有機半導體分子材料，其結構如下，問 Pentacene 及同系物 **T** 有幾個  $\pi$ -共振結構？(2分)



4. (18分)地球上的元素可以以週期表排列的方式，來呈現其規律性。此規律性以電子按順序填入四個量子數  $n, l, m_l, m_s$  規範，所形成的軌域來推導。例如  $n = 2$  時，則有一個  $2s$  ( $l = 0, m_l = 0$ )軌域，三個  $2p$  ( $l = 1, m_l = -1, 0, 1$ )軌域，總共四個軌域。當元素的質子數增加時，電子則順序填入適當軌域，藉此可以得到鋰至氖等第二週期之八個元素。若另一宇宙之元素所形成的週期表，仍可以以四個量子數  $n, l, m_l, m_s$  來推導，但受另一不同之規律的規範，四個量子數  $n, l, m_l, m_s$  彼此關係為： $n$  為大於 0 的正整數 ( $0 < n$ )， $l$  為小於或等於  $n$  但大於 0 的正整數 ( $0 < l \leq n$ )， $m_l$  必須是奇數(0 不是奇數)，它可以是正整數或負整數，但若是正整數，則  $l \leq m_l \leq 2l$ ，若是負整數，則  $-2l \leq m_l \leq -l$ 。 $m_s = 1/2$  或  $-1/2$  的關係仍然維持。電子會依下列順序填入軌域，(i)  $n, l, m_l, m_s$  由小而大順序填入，(ii)  $n=1$  填滿後，再填  $n=2$  等，其餘量子數亦同。依據此規範，回答下列(a)與(b):
- (a) 若將價電子相同的元素，也置同一族的垂直位置，建立並繪出一個  $n = 1$  至 3 的元素週期表，並在表中標示出  $l$  的值。以 A1, A2 ... 等元素符號填入  $n = 1$  的週期，以 B1, B2 ... 等元素符號填入  $n = 2$  的週期，以 C1, C2 ... 等元素符號填入  $n = 3$  的週期。(12分)
- (b) 計算週期表上， $n = 4$  的元素總共有幾個？(6分)

第三十九屆國際化學奧林匹亞選訓營  
初選試題答案卷參考解答與配分  
(95.1.6 星期六 14:00~16:00)

第壹部分：選擇題（佔 70 分）

一、 單選題（每題答對得 2 分，答錯倒扣 1 分，共 28 分）

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
答案	e	d	d	e	b	d	c	c	a	b	a	d	c	e

二、 多選題（每題答對得 3 分，不完全對或答錯不給分也不倒扣，共 42 分）

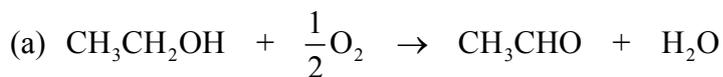
題號	1	2	3	4	5	6	7
答案	ad	bce	cde	ab	d	acd	ad
題號	8	9	10	11	12	13	14
答案	ac	abcd	cde	ac	ad	abc	de

第貳部份：非選擇題（共四大題，佔 50 分）

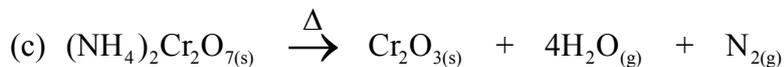
（作答必須分開在下面第 10-12 頁標明題號處作答，題目提供必要之常數與資訊，  
考生不得使用電子計算機，共 50 分）

## (第 1、2 大題) 15 分

### 1、解: (6 分)

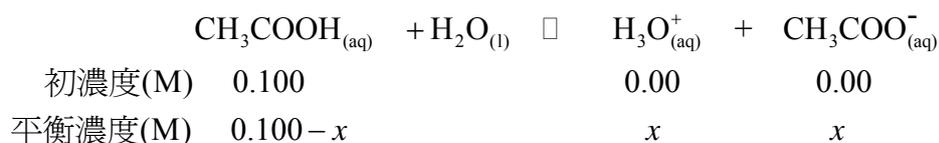


(b) 沒反應



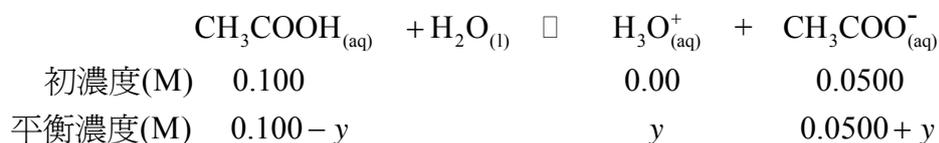
### 2、解: (9 分); (a) (4 分); (b) (5 分)

(a)



$$\begin{aligned} \text{Ka} &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{\text{CH}_3\text{COOH}} \\ &= \frac{x^2}{0.100 - x} = \frac{(1.32 \times 10^{-3})^2}{0.100 - (1.32 \times 10^{-3})} \\ &= \frac{(1.32 \times 10^{-3})^2}{0.100} = 1.74 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

(b)



$$\begin{aligned} \text{Ka} &= \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{\text{CH}_3\text{COOH}} \\ 1.74 \times 10^{-5} &= \frac{y(0.0500 + y)}{0.100 - y} \end{aligned}$$

因  $y$  的濃度與 0.100 以及 0.0500 相比，相對的小，故可用下列的近似值：

$$0.100 - y = 0.100, 0.0500 + y = 0.0500$$

$$\therefore 1.74 \times 10^{-5} = \frac{y(0.0500)}{0.100}$$

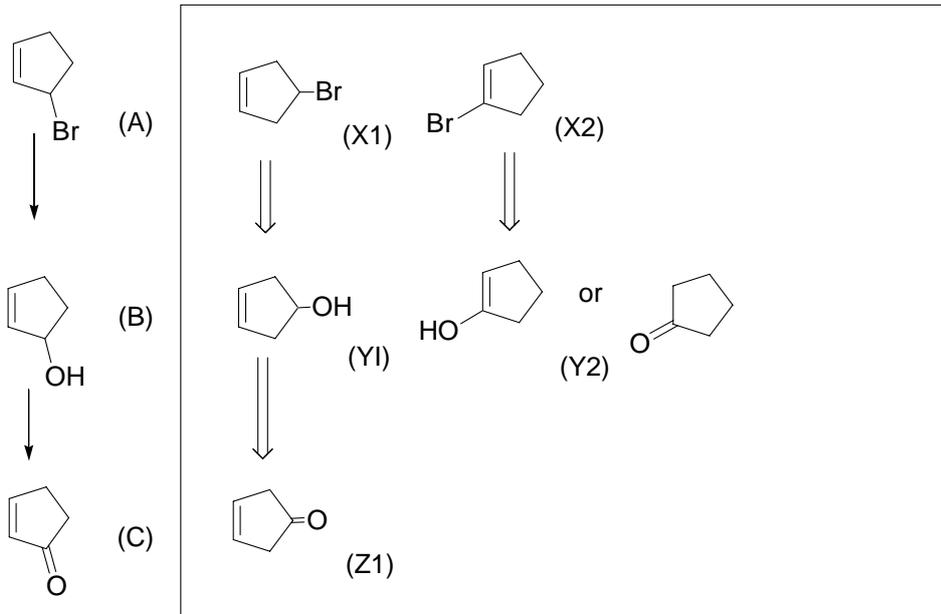
$$y = 1.74 \times 10^{-5} \times \frac{0.100}{0.0500} = 3.48 \times 10^{-5} (\text{M}) = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

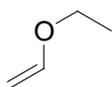
### (第3大題) 17分

- (a1) 第1反應為自由基溴化反應，產物為 (A) (2分)。其他方格中溴化產物 (X1、X2) (0分)。
- (a2) 第2反應為水解反應，產物為 (B) (2分)。基於一錯不兩罰比賽原則，由 (X1、X2) 水解衍生而寫下 (Y1、Y2) 者則同樣2分。
- (a3) 第3反應為氧化反應，產物為 (C) (2分)。基於一錯不兩罰比賽原則，由 (Y1) 氧化衍生而寫下 (Z1) 者則同樣2分。

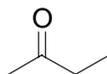


- (b) 建議答案為 b1, b2, 和 b3, 答案每個 2 分。

(b1)



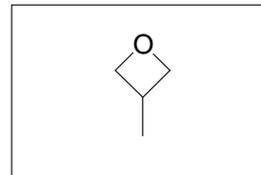
(b2)



(b3)



or



- (c) 計算題 (3分)

答案及算式全對，(3分)；算式對但計算錯誤 (2分)；漏算式答案對 (2分)。

- (d) 答案每個 1 分。

## (第 4 大題) 18 分

### 4、解:

(A)

$n = 1$  時,

$l = 0, m_l = 0$ , 因  $m_l$  必須是奇數  $m_s = +1/2, -1/2$  不能存在.

$n = 1, l = 1, m_l = -1, 1, m_s$  分別等於  $+1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

$n = 2$  時,

$l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2, -1/2$  不能存在.

$l = 1, m_l = -1, 1, m_s$  分別等於  $+1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

$l = 2, m_l = -3, 3, m_s$  分別等於  $+1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

共有八個元素

$n = 3$  時,

$l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2, -1/2$  不能存在.

$l = 1, m_l = -1, 1, m_s$  分別等於  $+1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

$l = 2, m_l = -3, 3, m_s$  分別等於  $+1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

$l = 3, m_l = -5, -3, 3, 5, m_s$  分別等於  $+1/2, -1/2$ : 因此共有八個元素。

共有十六個元素

A1	A2	A3	A4												
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8								
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C8	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16

Or

A1	A2											A3	A4		
B1	B2	B3	B4					B5	B6	B7	B8				
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C8	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16

or

								A1	A2	A3	A4				
				B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8				
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C8	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16

計分方式： 共 12 分

A 的個數 (4) 正確 2 分，畫出週期表 2 分。B 的個數 (8) 正確 2 分，畫出週期表 2 分。

C 的個數 (16) 正確 2 分，畫出週期表 2 分。週期表以上列三者的任一形式表示，均可以給分。(未定義能量高低)。

(B)

$n = 4$  時,

$l = 0, m_l = 0, m_s = +1/2, -1/2$  不能存在.

$l = 1, m_l = -1, 1, m_s = +1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

$l = 2, m_l = -3, 3, m_s = +1/2, -1/2$ : 因此共有四個元素。

$l = 3, m_l = -5, -3, 3, 5, m_s = +1/2, -1/2$ : 因此共有八個元素。

$l = 4, m_l = -7, -5, 5, 7, m_s = +1/2, -1/2$ : 因此共有八個元素。

因此總共有二十四個元素。

計分方式： 共 6 分

元素個數 (24) 正確 6 分，正確列出部分或全部  $m_l$  或  $m_s$  值，給部分分數。