

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

2009.12.30 閱卷委員會會議與諮商後公佈(包括參考答案與評分標準釋疑)

## 第四十二屆國際化學奧林匹亞(42<sup>nd</sup> IChO 2010)

### 選訓營初選試題卷

98 年 12 月 26 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 90 分(75%)，單選題(每題 2 分)有四~五個選目與多選題(每題 3 分)有五個選目，各 18 題。單選題答錯倒扣 1 分；多選題選目全對才給分，答錯不倒扣。  
第貳部份：非選擇題共 30 分(25%)。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 2 頁(9-10) 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	R: 0.082 dm <sup>3</sup> atm K <sup>-1</sup> T <sup>-1</sup>	π: 3.1416
對數	log 2=0.3010	
原子量	H: 1.00      He: 4.00      C: 12.0      N: 14.0      O: 16.0	
	Mg: 24.31      Cl: 35.45      Kr: 83.80      Ba:137.34	

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

第壹部份：選擇題有四～五個選目，共 90 分(75%)，  
單選題(每題 2 分)與多選題(每題 3 分)各 18 題。

一、單選題(1-18 共 18 題，每題 2 分，有四～五個選目，答錯倒扣 1 分，佔 36 分)

- 下列化合物的水溶液，哪一個能和過量的氫氧化鈉溶液反應，生成白色沉澱？  
(A)  $\text{AlCl}_3$                       (B)  $\text{FeCl}_3$                       (C)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                       (D)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- 在過氧化氫中加入二氧化錳粉末，會促使過氧化氫分解，產生氣體。試問產生的氣體的體積與下列的哪一項成正比？  
(A) 反應的速度                      (B) 反應溶液的溫度  
(C) 過氧化氫分解的量                      (D) 溶液中過氧化氫的含量
- 下列何者常用來製備緩衝溶液？  
(A)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  與  $\text{CH}_3\text{COONa}$                       (B)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  與  $\text{HF}$   
(C)  $\text{NaOH}$  與  $\text{NaCl}$                       (D)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  與  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 依下列反應式生產甲醇：  
 $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(g)} + \text{energy}$   
試問下列哪一反應條件，可提高產率？  
(A) 低溫低壓                      (B) 低溫高壓                      (C) 高溫低壓                      (D) 高溫高壓
- 在  $\text{Fe}_{(aq)}^{3+}$  中加入  $\text{Cl}_{(aq)}^-$  可得  $\text{FeCl}_{3(aq)}$ ，但在  $\text{Fe}_{(aq)}^{3+}$  中加入  $\text{I}_{(aq)}^-$ ，並不能得到  $\text{FeI}_{3(aq)}$ 。  
下列哪一敘述可以說明為何不能得到  $\text{FeI}_{3(aq)}$ ？  
(A)  $\text{FeI}_3$  是可溶於水的                      (B)  $\text{I}^-$  在溶液中被氧化了  
(C)  $\text{Fe}^{3+}$  導致溶液成酸性                      (D)  $\text{Fe}^{3+}$  是太強的還原劑
- 漂白粉溶於水的反應式如下：  
 $\text{CaCl}(\text{ClO})_{(s)} + 2\text{H}_{(aq)}^+ \rightarrow \text{Ca}_{(aq)}^{2+} + \text{Cl}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
下列哪一個還原半反應式是正確的？  
(A)  $2\text{Cl}_{(aq)}^- \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2\text{e}^-$   
(B)  $2\text{Cl}_{(aq)}^- + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_{2(g)}$   
(C)  $2\text{ClO}_{(aq)}^- + 4\text{H}_{(aq)}^+ \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 2\text{e}^-$   
(D)  $2\text{ClO}_{(aq)}^- + 4\text{H}_{(aq)}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_{2(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$
- 氮氣與氫氣反應生成氨。在  $200^\circ\text{C}$  時，於一密閉容器中置入 1.40 大氣壓氮氣，2.60 大氣壓氫氣。達到平衡時總壓力為 2.40 大氣壓，平衡時氫氣的分壓應為下列何者？  
(A) 2.00 atm                      (B) 1.80 atm                      (C) 0.70 atm                      (D) 0.60 atm                      (E) 0.20 atm
- 一  $\text{MgCl}_2$  與  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  的混合物，其中 Mg 的重量百分比是 21.25%，在混合物中  $\text{MgCl}_2$  的重量百分比應為多少？  
(A) 48%                      (B) 51%                      (C) 53%                      (D) 56%                      (E) 58%

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

- 9、一 200 升的氣體容器裝有 He 與 Kr 兩種氣體其質量比為 57%:43%。其壓力為 1.38 大氣壓溫度為 20.0°C 容器內的 He 應該有幾克？  
(A)25.6 g (B)64.3 g (C)44.4 g (D)52.0 g (E)35.7 g
- 10、假設在一特定溫度下，液態物質 A 的蒸氣壓是 m，另一液態物質 B 的蒸氣壓是 n。某一含此兩液態物質 A 與 B 的混合物，在此溫度下形成理想溶液，其蒸氣含有 45% 的 A，則液態混合物中，B 的莫耳分率應為下列何者？  
(A)  $0.50m/(0.55m + 0.45n)$  (B)  $0.45n/(0.55m + 0.45n)$  (C)  $0.45n/(0.55n + 0.45m)$   
(D)  $0.55m/(0.55n + 0.45m)$  (E)  $0.55m/(0.55m + 0.45n)$
- 11、已知 HX 為一弱酸，酸解離常數  $K_a = 6.20 \times 10^{-10}$  若用 0.10M 的 NaOH 溶液滴定 100.00 mL, 0.10M 的 HX 溶液，在分別滴入 50.00 mL 與 100.00 mL 的 NaOH 溶液時，其  $[H^+]$  濃度應分別為何？  
(A)  $6.20 \times 10^{-10}$ ;  $1.10 \times 10^{-11}$  (B)  $6.20 \times 10^{-10}$ ;  $5.50 \times 10^{-12}$  (C)  $1.24 \times 10^{-9}$ ;  $1.10 \times 10^{-11}$   
(D)  $1.24 \times 10^{-9}$ ;  $5.50 \times 10^{-12}$  (E)  $7.94 \times 10^{-10}$ ;  $1.10 \times 10^{-11}$
- 12、鐵銹一般可以用化學式  $Fe_3O_4$  表示，這是因為樣品中有  $Fe_2O_3$  與  $FeO$ ，然而一般鐵氧化物的樣品中，二價鐵離子與三價鐵離子的比值不一定是 1:1。若一樣品的化學式被定為  $Fe_{0.91}O_{1.00}$  則樣品中， $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  的比值應為多少？  
(A) 0.09 (B) 0.15 (C) 0.20 (D) 0.25 (E) 0.37
- 13、水分子在 25°C 時的 PH 值為 7，試問在此條件下水的  $PK_a$  值為何？  
(A) 17.7 (B) 16.7 (C) 15.7 (D) 14.7
- 14、下列化合物何者屬於有機化合物？  
(A)  $CO_2$  (B) HCN (C)  $C_{60}$  (碳 60 或 fullerene 富勒烯) (D)  $CaCO_3$
- 15、下列分子何者不具有芳香性(芳香族化合物)且形狀亦不屬於平面分子？  
(A) 環丙烯陽離子 ( $C_3H_3^+$ ) (B) 1,3-環戊二烯陰離子 ( $C_5H_5^-$ )  
(C) 苯分子 ( $C_6H_6$ ) (D) 1,3,5,7-環辛四烯 ( $C_8H_8$ )
- 16、下列哪一個是  $CH_3COOCH_2CH_3$  和過量的  $CH_3CH_2MgBr$  反應並經稀酸的水溶液處理後的產物？  
(A)  $CH_3COC_2H_5$  (B)  $CH_3CHOHCH_2CH_3$   
(C)  $CH_3COH(CH_2CH_3)_2$  (D)  $CH_3CH(CH_2CH_3)_2$
- 17、將下列四種化合物：丙酮( $CH_3COCH_3$ )、硝基甲烷( $CH_3NO_2$ )、水( $H_2O$ ) 及甲烷( $CH_4$ ) 根據其  $pK_a$  值由小到大排列順序，下列何者正確？  
(A)  $CH_3NO_2 > H_2O > CH_3COCH_3 > CH_4$  (B)  $H_2O > CH_3COCH_3 > CH_4 > CH_3NO_2$   
(C)  $CH_4 > CH_3COCH_3 > H_2O > CH_3NO_2$  (D)  $CH_3COCH_3 > CH_3NO_2 > H_2O > CH_4$
- 18、將(1)  $RCON_3$  加熱 或將(2)  $RCOOH + HN_3 + H_2SO_4$  或將(3)  $RC(O)NHOH$  和鹼反應時，皆可產生一個相同(或相似)的中間產物，此中間產物為下列何者？  
(A)  $RCONH_2$  (B)  $RNCO$  (C)  $ROC_N$  (D)  $RCNO$

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

二、多選題 (1-18 共 18 題，有四~五個選目，每題 3 分，選目全對才給分，  
答錯不倒扣，佔 54 分)

1、下列哪些組的離子，在溶液中能大量共存？

- (A)  $K^+$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$
- (B)  $K^+$ 、 $Al^{3+}$ 、 $AlO_2^-$ 、 $NO_3^-$
- (C)  $Ca^{2+}$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $Cl^-$
- (D)  $H^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $NO_3^-$ 、 $Cl^-$
- (E)  $Ca^{2+}$ 、 $Na^+$ 、 $H_2PO_4^-$ 、 $OH^-$

2、下列的操作所產生的反應中，哪些屬於氧化還原反應？

- (A) 在鐵釘中倒入稀硫酸
- (B) 在氫氧化鈉的溶液中，倒入食醋
- (C) 在大理石的粉末中，倒入稀鹽酸
- (D) 在食鹽中倒入濃鹽酸後加熱產生氯化氫
- (E) 在二鉻酸鉀的粉末中倒入一點酒精後點火 (演示實驗：火山爆發)

3、X 與 Y 是短週期元素，兩者能組成化合物  $X_2Y_3$ 。已知 X 的原子序為  $n$ ，則

下列哪些選項，有可能為 Y 的原子序？

- (A)  $n+11$
- (B)  $n-6$
- (C)  $n+3$
- (D)  $n+4$
- (E)  $n-5$

4、下列哪些平衡的離子反應式是正確的？

- (A) 鈉加入水中： $2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2Na^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} + H_{2(g)}$
- (B) 碳酸鈣溶液加鹽酸： $CO_3^{2-}_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$
- (C) 氫氧化鋇加稀硫酸： $Ba^{2+}_{(aq)} + OH^-_{(aq)} + SO_4^{2-}_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightarrow BaSO_{4(s)} + H_2O_{(l)}$
- (D) 磷酸二氫鈉溶液中，加入氫氧化鋇溶液：  
 $2H_2PO_4^-_{(aq)} + 3Ba^{2+}_{(aq)} + 4OH^-_{(aq)} \rightarrow Ba_3(PO_4)_{2(s)} + 4H_2O_{(l)}$
- (E) 醋酸鈉與鹼石灰共熱製備甲烷： $CH_3COO^-_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow CO_3^{2-}_{(aq)} + CH_{4(g)}$

5、下列哪些鈉鹽的陰離子，不會因加入適量的任何鹼溶液或稀酸溶液後，

因反應而改變其陰離子濃度？

- (A)  $Cl^-$
- (B)  $NO_3^-$
- (C)  $SO_4^{2-}$
- (D)  $S_2O_3^{2-}$
- (E)  $HPO_4^{2-}$

6、用高中化學實驗可做的的方法，檢驗未知無機鹽溶液中所含的離子。根據實驗所觀察的事實，所作的下列判斷哪些正確？表中各項的內容說明如下：

例如：(A)用試管取少量的未知溶液後，加入氨水與環己烷，蓋緊試管並搖動試管，靜置後有機層呈現紫色。據此實驗的結果是否可以判斷未知溶液中含有  $I^-$ ？表中的其他各項說明，依此類推。

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

選項	操作	觀察到的現象	判斷
(A)	加入氯水與環己烷，蓋緊試管後搖動試管	靜置後有機層呈現紫色	含有 $I^-$
(B)	加入 NaOH 後加熱	產生的氣體使紅色的濕石蕊試紙變藍	含有 $NH_4^+$
(C)	加入 $BaCl_2$ 溶液	產生白色沉澱	含有 $SO_4^{2-}$
(D)	加入 HCl 溶液	產生的氣體能使澄清的 $Ca(OH)_2$ 溶液變混濁	含有 $CO_3^{2-}$
(E)	加稀硝酸使溶液呈酸性後再加入 $AgNO_3$ 溶液	產生白色沉澱	含有 $Cl^-$

7、下列關於八面體錯合物離子的敘述哪些正確？

- (A) 錯合物離子  $Fe(en)_2Cl_2^+$  ( $en = NH_2CH_2CH_2NH_2$  是一雙芽配位基) 包含 Fe(II)
- (B) 錯合物離子  $Fe(en)_2Cl_2^+$  可能有順式及反式兩種幾何異構物
- (C) 錯合物離子  $Fe(en)_2Cl_2^+$  具有光學異構物
- (D) 因  $en$  是造成強場的配位基，所以錯合物離子  $Fe(en)_2Cl_2^+$  是沒有磁性的
- (E)  $Pt(CN)_2(H_2O)_2Br_2$  錯合物離子總共有 6 種各種類的異構物

8、下列關於原子與分子構造的敘述哪些正確？

- (A) 氮族元素與氫形成  $NH_3$ 、 $PH_3$ 、 $AsH_3$ 、 $SbH_3$  等化合物，其 HXH 鍵角的大小順序為  $N < P < As < Sb$
- (B)  $Ba^{2+}$ 、 $Cs^+$ 、 $I^-$ 、 $Te^{2-}$  四種離子與 Xe 電子組態相同，其離子半徑的大小順序為  $Ba^{2+} < Cs^+ < I^- < Te^{2-}$
- (C) 三個三原子的分子  $SF_2$ 、 $KrF_2$  與  $SO_2$  均沒有極性
- (D)  $PF_5$  可以合成，但  $NF_5$  卻無法製備。這是因為 N 較小而且沒有靠近價軌域的 d 軌域，擴充八偶體的電子結構
- (E) 四個陽離子  $Sc^{3+}$ 、 $V^{2+}$ 、 $Mn^{2+}$ 、 $Cu^{2+}$  中，最容易被還原的陽離子是  $Cu^{2+}$

9、下列關於化學鍵的敘述哪些正確？

- (A)  $CH_4$ 、 $H_2O$ 、 $NH_3$ 、 $HF$  的 H-X 鍵中，HF 鍵最強
- (B)  $O_2^+$  的鍵能比  $O_2$  的鍵能小
- (C)  $N_2^+$  的鍵能比  $N_2$  的鍵能小
- (D)  $F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$  的 X-X 鍵中， $F_2$  鍵最強
- (E)  $N_2$  鍵的能量為 941 kJ/mol， $F_2$  鍵的能量為 154 kJ/mol，二者反應生成  $NF_3(g)$  每莫耳的  $NF_3(g)$  生成熱為  $\Delta H^\circ = -103$  kJ/mol，則 NF 的鍵能為 268 kJ/mol

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

- 10、在 1000°C.化學反應  $P_4(g) \rightleftharpoons 2P_2(g)$  的平衡常數  $K_p = 0.500 \text{ atm}$ 。在一實驗中將  $P_4(g)$ 在該溫度下置入一容器，使反應達成平衡，測得  $P_4(g)$ 與  $P_2(g)$ 總壓力為 6.00 atm，則下列數據哪些正確？
- (A) 原來的  $P_4(g)$ 的壓力大於 6.00 atm
  - (B) 14.3%莫耳分率的  $P_4(g)$ 分解為  $P_2(g)$
  - (C) 平衡時  $P_4(g)$ 的壓力為 4.50 atm
  - (D) 平衡時  $P_2(g)$ 的壓力為 1.40 atm
  - (E) 若減小反應容器的體積平衡會生成更多  $P_2(g)$
- 11、奈米粒子將電子的活動限制於一小的範圍，造成粒子特殊的顏色變化。若將電子限制於一個三維邊長均為  $L = L_x = L_y = L_z$ 的奈米立方體中，形成每一能階最多可填入兩個電子的量子化能階，其各能階的能量可以用右式表示： $E(n_x, n_y, n_z) = h^2(n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)/8mL^2$  下列敘述哪些正確？
- (A) 第二個能階的能量為  $4h^2/8mL^2$
  - (B) 能量為  $9h^2/8mL^2$ 的能階最多可填六個電子
  - (C) 總共有 8 個電子的奈米立方體粒子不是順磁物質，而總共有 10 個電子的奈米立方體粒子會是順磁物質
  - (D) 由最低能階至第五能階其每相近能階之間的時間隔都是  $3h^2/8mL^2$
  - (E) 能量為  $12h^2/8mL^2$ 的能階最多可填六個電子
- 12、一離子化合物 MX，陰離子 X 以體心立方的方式堆積，下列敘述哪些正確？
- (A) 若陽離子 M 填入立方體的邊長的中心點，則此離子化合物的化學式為 MX
  - (B) 若陽離子 M 填入立方體的平面的中心點，則此離子化合物的化學式為  $M_3X_2$
  - (C) 若陽離子 M 填入立方體的邊長的中心點，則陽離子陰比離子的半徑比值為 0.15
  - (D) 若陽離子 M 填入立方體的平面的中心點，則陰陽離子的半徑比為  $M:X = 0.28:0.43$
  - (E) 陽離子 M 無論填入立方體的平面或邊長的中心點，陽離子周圍均有十二個最近且等距的陽離子。
- 13、以 1,3-丁二烯 ( $H_2C=CH-CH=CH_2$ ) 和溴化氫 (HBr) 進行反應時，在低溫 ( $-80^\circ C$ ) 的條件時，可產生 80%的 A 及 20%的產物 B；但在高溫 ( $40^\circ C$ ) 時，則可產生 20%的 A 及 80%的產物 B。下列敘述哪些正確？
- (A) 產物 A 的結構為  $CH_3-CH=CH-CH_2Br$ ；B 為  $CH_3CHBrCH=CH_2$
  - (B) 產物 A 的結構為  $CH_3-CHBr-CH=CH_2$ ；B 為  $CH_3CH=CH-CH_2Br$
  - (C) 產物 A 為動力學控制的產物而 B 為熱力學控制的產物
  - (D) 產物 A 為熱力學控制的產物而 B 為動力學控制的產物

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

- 14、在低溫時，將  $C_6H_6$  和  $DCl$  兩者混合後，可產生一個中間產物  $X$ ，提升溫度後並分析其成分，發現只含有未反應的反應物  $C_6H_6$  和  $DCl$ 。如果在相同的反應系統中加入少量的  $AlCl_3$ ，亦可產生一個中間產物  $Y$ ，提高溫度後並分析其成分則發現有部分的  $C_6H_5D$  及  $HCl$  生成。請問下列敘述哪些正確？
- (A) 中間產物  $X$  及  $Y$  的成分皆為  $C_6H_6DCl$
- (B)  $X$  及  $Y$  的結構相同
- (C) 加入少量的  $AlCl_3$  可作為催化劑並可產生  $AlCl_4^-$  的成分
- (D) 此反應可用  $FeCl_3$  來代替  $AlCl_3$
- 15、將 1-苯基-2 丙醇 ( $PhCH_2CHOHCH_3$ ) 在酸中進行脫水反應時主產物為  $X$ ，而產物  $X$  和  $HBr$  反應可生成主產物  $Y$ ，則下列敘述哪些錯誤？
- (A) 產物  $X$  為  $PhCH=CHCH_3$ ，產物  $Y$  為  $PhCHBrCH_2CH_3$
- (B) 產物  $X$  為  $PhCH=CHCH_3$ ，產物  $Y$  為  $PhCHBrCHOHCH_3$
- (C) 產物  $X$  為  $PhCH_2CH=CH_2$ ，產物  $Y$  為  $PhCH_2CHBrCH_3$
- (D) 產物  $X$  和  $HBr$  在含有過氧化物的狀況下反應時所生成的產物的結構和  $Y$  的結構相同
- 16、當  $RCH=CH_2$  和  $Hg(OCOCH_3)_2$  在  $25^\circ C$  及水溶液中反應完畢後再用  $NaBH_4$  處理後可生成產物  $X$ ，而  $RCH=CH_2$  和  $(BH_3)_2$  反應後再用  $H_2O_2$  及  $NaOH$  的水溶液後處理可生成產物  $Y$ ，則下列敘述哪些正確？
- (A) 產物  $X$  為  $RCH_2CH_2OH$ ，且反應遵守反馬可尼可夫法
- (B) 產物  $X$  為  $RCHOHCH_3$ ，且反應遵守馬可尼可夫法則
- (C) 產物  $Y$  為  $RCH_2CH_2OH$ ，且反應遵守反馬可尼可夫法則
- (D) 產物  $Y$  為  $RCHOHCH_3$ ，且反應遵守馬可尼可夫法則
- 17、當  $CH_3CHBrCH_2CH_3$  和  $(CH_3)_3COK$  反應時可生成產物  $X$ ，產物  $X$  和  $HBr$  及過氧化物 ( $ROOR$ ) 反應後可生成產物  $Y$ ，那麼產物  $X$  和  $Y$  可能為下列哪些？
- (A)  $X$  為  $CH_2=CHCH_2CH_3$
- (B)  $X$  為  $CH_3CH=CHCH_3$
- (C)  $Y$  為  $BrCH_2CH_2CH_2CH_3$
- (D)  $Y$  為  $CH_3CHBrCH_2CH_3$
- 18、下列有機化合物的理化性質敘述，哪些正確？
- (A)  $(R)$ - $CH_3CHClCH_2CH_3$  和  $(S)$ - $CH_3CHClCH_2CH_3$  具有相同的沸點
- (B)  $(Z)$ - $CH_3CH=CHCH_3$  和  $(E)$ - $CH_3CH=CHCH_3$  具有相同的極性
- (C)  $CH_3CHOHCHOHCH_3$  具有四種不同的光學異構物
- (D)  $RCl$  (氯化烷) 可以和  $KI$  在丙酮溶液中反應而生成  $RI$  (碘化烷)

姓名： 編號：  
因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

## 第貳部份：非選擇題（共三大題，佔 30 分）

（作答必須分開在下面第 9-10 頁標明題號處作答，首頁提供必要之常數與參考資料，  
考生不得使用電子計算機，共 30 分）

- 一、碳酸鋇粉末試樣中含有  $x\%$ （重量百分率）的硫酸鋇。取 100 克的試樣使其與過量的鹽酸反應，然後蒸乾溶液，得到固體 105.5 克。（每一小題 3 分，共 15 分）
1. 寫出碳酸鋇與鹽酸的反應式。
  2. 寫出所產生的氣體英文名稱。
  3. 計算在反應過程中，總共產生幾升氣體（標準狀況）？
  4. 所產生的氣體在一大氣壓、 $27^{\circ}\text{C}$  時，為幾升？
  5. 原試樣中含有幾%的硫酸鋇（亦即計算  $x$ ）？
- 二、已知 HX 為一弱酸，酸解離常數  $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]}$ ，若與 MOH 反應可形成 MX 鹽類，其  $K_{sp}$  為  $1.80 \times 10^{-15}$ 。將 MX 鹽，溶於在一濃度為 4.0M 的強酸溶液中，由於強酸中，會造成 HX 生成  $\text{H}^+$  與  $\text{X}^-$  的新平衡，因此其溶解度可達  $2.40 \times 10^{-3} \text{ M}$ ，計算弱酸 HX 的酸解離常數  $K_a$  值。（分三段，2 分、4 分、2 分計分，共 8 分）
- 三、當烷類(RH)和氯氣( $\text{Cl}_2$ )在照光的條件下進行氯化反應時其反應機構(或稱為反應機制)屬於自由基類型的反應，假設一級氫 ( $1^{\circ}\text{H}$  或 primary hydrogen)：二級氫 ( $2^{\circ}\text{H}$  或 secondary hydrogen)：三級氫 ( $3^{\circ}\text{H}$  或 tertiary hydrogen)和氯原子反應時的活性比為 1.0 : 3.8 : 5.0。畫出下列化合物 $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$  和氯氣( $\text{Cl}_2$ ) 在照光的條件下進行單一氯化反應時所產生的產物  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{Cl}$  的可能結構，並詳列計算式指出每一種單一氯化產物的百分比(%)含量(四捨五入至小數點第一位)。(分四段，4 分、1 分、1 分、1 分計分，共 7 分)

姓名： 編號：  
因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

第四十二屆國際化學奧林匹亞選訓營  
初選試題答案卷與配分  
(98.12.26 星期六 14:00~16:00)

第壹部分：選擇題 (佔 90 分)

一、 單選題 (1-18 共 18 題，每題 2 分，有四~五個選目，答錯倒扣 1 分，佔 36 分)

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
答案									
題號	10	11	12	13	14	15	16	17	18
答案									

二、 多選題 (1-18 共 18 題，每題有四~五個選目，每題 3 分，選目全對才給分，答錯不倒扣，佔 54 分)

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
答案									
題號	10	11	12	13	14	15	16	17	18
答案									

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

**第貳部份：非選擇題（共三大題，佔 30 分）**

（作答必須分開在下面第 10 頁標明題號處作答，首頁提供必要之常數與參考資料，  
考生不得使用電子計算機，共 30 分）

**(第一大題) 15 分**

一、

**(第二大題) 8 分**

二、

**(第三大題) 7 分**

三、

姓名： 編號：  
因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

第四十二屆國際化學奧林匹亞選訓營  
初選試題參考答案與評分標準

(98.12.26 星期六 14:00~16:00)  
(試卷空白處都可做為計算用)

第壹部分：選擇題 (佔 90 分)

一、單選題 (1-18 共 18 題，每題 2 分，有四~五個選目，答錯倒扣 1 分，佔 36 分)

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
答案	D	C	A	B	B	D	E	C	C
題號	10	11	12	13	14	15	16	17	18
答案	E	A	D	C	C	D	C	C	B

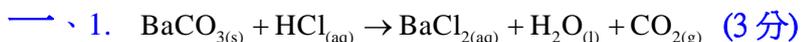
二、多選題 (1-18 共 18 題，有四~五個選目，每題 3 分，選目全對才給分，答錯不倒扣，佔 54 分)

題號	1	2	3	4	5	6	7	8	9
答案	AD	AE	ACE	AD 或 A	AB	ABE	BCE	BDE	ACE
題號	10	11	12	13	14	15	16	17	18
答案	BC	BC	BCD	BC	ACD	BCD	BC	AC	AD

## 第貳部份：非選擇題（共三大題，佔 30 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 30 分）

### (第一大題) 15 分



2. Carbon dioxide (二氧化碳,  $\text{CO}_2$ ) (3 分)

3. 1 mole of  $\text{BaCO}_3$  (197.34 g/mol)  $\rightarrow$  1 mole of  $\text{CO}_2$  (22.4 L/mol, S.T.P)

MW of  $\text{BaCl}_2 = 208.34$

$$\frac{208.34 - 197.34}{105.5 - 100.0} = \frac{22.4}{V_{\text{CO}_2}}, \quad \frac{11.0}{5.5} = \frac{22.4}{V_{\text{CO}_2}}, \quad \therefore V_{\text{CO}_2} = 11.2 \text{ L (S.T.P)} \quad (3 \text{ 分})$$

4.  $11.2 \times \frac{300}{273} = 12.3 \text{ (L)} \quad (3 \text{ 分})$

5.  $100 - \frac{197.34}{2} = 100 - 98.67 = 1.33 \text{ (g)} = 1.33 \text{ (\%)} \quad (3 \text{ 分})$

【只要式子對都給分】，Cl 原子量用 35.45 或 35.5 都給分

例如:  $100 - 197.34 \times \frac{105.5 - 100}{208.24 - 197.34} = 0.425 \text{ (g)}$  或  $100 - 197.34 \times \frac{11.3}{22.4} = 0.45 \text{ (g)}$ . OK

(原下面第 5 小題答案的  $\frac{197.34}{2}$ ，原應為  $197.34 \times \frac{5.5}{11.0}$  的意思，

但若因應  $\text{BaCl}_2 = 208.24$  而修正為  $197.34 \times \frac{5.5}{10.9}$  時，此題的答案將變為 0.425g OK)

$$100 - 197.34 \times \frac{5.5}{10.9} = 100 - 99.575 = 0.425\% \quad (\text{OK})$$

### (第二大題) 8 分

二、

$$\text{MX} > \text{M}^+ + \text{X}^- \quad K_{\text{sp}} = [\text{M}^+][\text{X}^-] = 1.80 \times 10^{-15}$$

$$[\text{M}^+] = 2.4 \times 10^{-3} \text{ M} \quad [\text{X}^-] = 1.80 \times 10^{-15} / 2.4 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (2 \text{ 分})$$

$$[\text{X}^-] + [\text{HX}] = 2.4 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{HX}] = 2.4 \times 10^{-3} \text{ M} - [\text{X}^-] \quad [\text{HX}] = 2.4 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{HX} = \text{H}^+ + \text{X}^-$$

$$K_{\text{a}} = [\text{H}^+][\text{X}^-] / [\text{HX}] = 4.0 \times 1.80 \times 10^{-15} / (2.4 \times 10^{-3})^2 = 1.25 \times 10^{-9} \quad (2 \text{ 分})$$

### (第三大題) 7 分

三、

$$1.0 \times 12 (1^\circ\text{H}) + 3.8 \times 4 (2^\circ\text{H}) + 5.0 \times 2 (3^\circ\text{H}) = 37.2 \quad (4 \text{ 分})$$

$$1.0 \times 12 \div 37.2 = 32.3\% \quad (1^\circ\text{H}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$3.8 \times 4 \div 37.2 = 40.9\% \quad (2^\circ\text{H}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$5.0 \times 2 \div 37.2 = 26.9\% \quad (3^\circ\text{H}) \quad (1 \text{ 分})$$

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

## 參考解答與評分標準釋疑

The comments in **red-ink** as follows for your reference:

(紅色 ink 加註處,請卓參)-----

單選 17 :

17、將下列四種化合物：丙酮(CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>)、硝基甲烷(CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>)、水(H<sub>2</sub>O) 及甲烷(CH<sub>4</sub>)  
根據其 pK<sub>a</sub> 值由小到大排列順序，下列何者正確?

- (A) CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> > H<sub>2</sub>O > CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> > CH<sub>4</sub>      (B) H<sub>2</sub>O > CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> > CH<sub>4</sub> > CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>  
(C) CH<sub>4</sub> > CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> > H<sub>2</sub>O > CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>      (D) CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> > CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> > H<sub>2</sub>O > CH<sub>4</sub>

【單選第 17 題

PK<sub>a</sub> : CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> (10.2), H<sub>2</sub>O (15.7), CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> (24.5), CH<sub>4</sub> (50)有機課本 (Organic Chemistry, L. G. Wade, JR. 7th edition) 所以 根據 PK<sub>a</sub> 談論酸度時答案應選 (A); 談論 PK<sub>a</sub> 數值大小應選 (C) 。

多選 14 :

14、在低溫時，將 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 和 DCl 兩者混合後，可產生一個中間產物 X，提升溫度後並分析其成分，發現只含有未反應的反應物 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> 和 DCl。如果在相同的反應系統中加入少量的 AlCl<sub>3</sub>，亦可產生一個中間產物 Y，提高溫度後並分析其成分則發現有部分的 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>D 及 HCl 生成。請問下列敘述哪些正確？

- (A) 中間產物 X 及 Y 的成分皆為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>DCl  
(B) X 及 Y 的結構相同  
(C) 加入少量的 AlCl<sub>3</sub> 可作為催化劑並可產生 AlCl<sub>4</sub><sup>-</sup>的成分  
(D) 此反應可用 FeCl<sub>3</sub> 來代替 AlCl<sub>3</sub>

答案給(A)(C)(D)

此題的中間產物是否應為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>D<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> ?

(A)選項的 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>DCl 有可能被學生誤會為苯的加成產物而導致沒選(A)，

不知(A)選項是否能從寬給分，即(A)(C)(D)或(C)(D)都給分？

C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>DCl 和 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>D<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> 如同 NaCl 和 Na<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> 是一樣, 何況(A)選項已清楚表答中間產物 x 及 Y 的成份皆為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>DCl (charge separation is the highly unstable dynamic transient specie)

(多重選第 14 題: (A) X 的成分為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>DCl, 但結構為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> + DCl pi complex (weakly interaction between benzene with DCl and no D<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> generated);

However, 有 AlCl<sub>3</sub> 時, Y 的成分亦為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>DCl 但結構為 C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>D<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup> sigma complex。兩者結構大不相同。)—

多選 17 :

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

- 17、當  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$  和  $(\text{CH}_3)_3\text{COK}$  反應時可生成產物 X，產物 X 和  $\text{HBr}$  及過氧化物 (ROOR) 反應後可生成產物 Y，那麼產物 X 和 Y 可能為下列哪些？
- (A) X 為  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
  - (B) X 為  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$
  - (C) Y 為  $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
  - (D) Y 為  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$

答案給(A)(C)

雖然  $(\text{CH}_3)_3\text{COK}$  的立體障礙較大  
但是題目沒有說明反應的條件，僅問可能的產物  
所以 X 在不同溫度下有可能產生  
 $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$  (動力學控制產物)  
或  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  (熱力學控制產物)

當 X 是  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$  時，存在過氧化物 ROOR 時和  $\text{HBr}$  反應會得到  $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$   
當 X 是  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  時，存在過氧化物 ROOR 時和  $\text{HBr}$  反應會得到  $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$   
因此答案似乎(A)(B)(C)(D)都有可能

**第 17 題: The major component is terminal alkene (A) which can undergo anti-Markovnikov's orientation product primary alkyl bromide (C) in the presence of peroxide.**

It seems not easy to explain everything clearly for the senior high students. Surely, I appreciate those students who understand organic chemistry so well. However, I would rather to suggest the answers are (A) and (C) but not all. I think it is better to answer all selections (A)-(D) in the oral presentation if the candidates can tell the story (chemistry) clearly. It might be better to use Zaitsev's rule (or better Saytzeff's rule) and Hofmann's rule to explain  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$  (動力學控制產物) 或  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  (熱力學控制產物) rather than  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$  (動力學控制產物) 或  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$  (熱力學控制產物) only.

非選擇題第一大題：

此題中若學生以題本封面所附的原子量  $\text{Cl}=35.45$  來計算，  
則  $\text{MW of BaCl}_2=208.24$  而非解答中所列的 208.34，

**【對答案的影響不大，只要式子對都給分】**

此一小小的差異將導致第 3、4、5 小題的答案不同（尤其第 5 小題差異甚大），  
茲將答案列於下供教授參考：

3.  $V_{\text{CO}_2}$  將變成 11.3 L

4.  $V=12.4\text{L}$

5.  $100-197.34 \times \frac{105.5-100}{208.24-197.34} = 0.425(\text{g})$  或  $100-197.34 \times \frac{11.3}{22.4} = 0.45(\text{g})$

**【只要式子對都給分】**

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

(原下面第 5 小題答案的  $\frac{197.34}{2}$ ，原應為  $197.34 \times \frac{5.5}{11.0}$  的意思，

但若因應  $\text{BaCl}_2 = 208.24$  而修正為  $197.34 \times \frac{5.5}{10.9}$  時，此題的答案將變為 0.425g (OK)

$$100 - 197.34 \times \frac{5.5}{10.9} = 100 - 99.575 = 0.425\% \quad (\text{OK})$$

### (第一大題) 15 分

- 一、1.  $\text{BaCO}_{3(s)} + \text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{BaCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$  (3 分)
2. Carbon dioxide (3 分)
3. 1 mole of  $\text{BaCO}_3$  (197.34 g/mol)  $\rightarrow$  1 mole of  $\text{CO}_2$  (22.4 L/mol, S.T.P)  
MW of  $\text{BaCl}_2 = 208.34$   
 $\frac{208.34 - 197.34}{105.5 - 100.0} = \frac{22.4}{V_{\text{CO}_2}}$  ,  $\frac{11.0}{5.5} = \frac{22.4}{V_{\text{CO}_2}}$  ,  $\therefore V_{\text{CO}_2} = 11.2 \text{ L (S.T.P)}$  (3 分)
4.  $11.2 \times \frac{300}{273} = 12.3 \text{ (L)}$  (3 分)
5.  $100 - \frac{197.34}{2} = 100 - 98.67 = 1.33 \text{ (g)} = 1.33 \text{ (\%)}$  (3 分)