

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

## 2011 年第 43 屆國際化學奧林匹亞競賽—初選筆試

# 題目卷

99 年 12 月 18 日星期六，下午 14:00~16:00

考試時間：120 分鐘

成績滿分：100 分 (100%)

### 注意事項!!!

- 學生證及健保卡或身份證置於桌面右上角備查。考生座位上不得攜帶及使用電子計算機或手機。
- 本試題共有二大部份，總分 100 分，分佈在連同本頁共 6 頁(1-6) 的 A-4 紙上。  
第壹部份：一、單選題 (1-16，共 16 題，每題 2 分，答錯倒扣 1 分，佔 32 分)；  
二、多選題 (1-12，共 12 題，每題 3 分，答錯不倒扣，佔 36 分)  
第貳部份：非選擇題 (共四大題，佔 32 分)  
作答必須分開在 3 頁(7-9) A-4 答案卷上標明題號處作答，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。
- 必須在答案卷上(P7-P9)標明題號處作答，其它地方無效。
- 本試題題目卷只要在首頁寫上編號與姓名，但本試題答案卷的每一頁，都要寫上編號與姓名，試畢連同試題一起繳交監考老師，否則視同考試無效。試題與答案考後將在網頁上公佈。
- 若已攜帶會發聲響與振動而影響考試公平性的呼叫器、行動電話、計時器必須關機或置於試場安全的角落。
- 作答時請用藍、黑色原子筆，可使用立可白塗改，如修改不清楚致評分困難，結果考生自負。
- 考試開始 40 分鐘後始得交卷離場。
- 考試時間共 120 分鐘。
- 參考資料：

#### 一些常數

$\pi$ : 3.1416	$h$ : $6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	$c$ : $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$	$\text{Log}_{10}2 = 0.3010$
----------------	--	---------------------------------------	-----------------------------

#### 原子量

H: 1	He: 4	C: 12	N: 14	O: 16
Na: 23	S: 32	Ca: 40	Cu: 63.5	

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

### 第壹部分：選擇題（共六大題，佔 68 分）

作答必須分開，答案卷第 7 頁標明題號處作答

#### 一、單選題（每題 2 分，答錯倒扣 1 分，1-16，共 16 題，共 32 分）

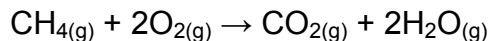
- 用於廚房流理台水管的「通樂」，一般含有下列哪一種最主要的化合物？  
(A) 鹽酸 (B) 硫酸 (C) 硝酸 (D) 食鹽 (E) 氫氧化鈉
- 在  $\text{Na}_2\text{O}_{2(s)} \rightarrow 2\text{Na}_{(s)} + \text{O}_{2(g)}$  的變化中，一個「O」的氧化數改變為下列的哪一個？  
(A) 減小 2 (B) 減小 1 (C) 不變 (D) 增大 1 (E) 增大 2
- 當混合濃度均為 0.2M 各 20mL  $\text{CuSO}_4$  與  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  的兩種溶液時，可觀察到下列哪一現象？  
(A) 沒有產生任何沉澱  
(B) 產生  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  沉澱  
(C) 產生  $\text{BaSO}_4$  沉澱  
(D) 同時產生  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  與  $\text{BaSO}_4$  沉澱  
(E) 產生藍與紅混合的紫色溶液
- 混合  $\text{Fe}_{(aq)}^{3+}$  與  $\text{Cl}_{(aq)}^-$  即產生  $\text{FeCl}_{3(aq)}$ ，但混合  $\text{Fe}_{(aq)}^{3+}$  與  $\text{I}_{(aq)}^-$ ，則不會產生  $\text{FeI}_{3(aq)}$ ，其原因為何？  
(A)  $\text{FeI}_3$  的溶解度太大  
(B)  $\text{I}^-$  在溶液中被氧化了  
(C)  $\text{Fe}^{3+}$  在溶液中的酸性太大  
(D)  $\text{Fe}^{3+}$  在溶液中的還原力太強  
(E)  $\text{Fe}^{3+}$  與  $\text{I}^-$  兩者的離子半徑相差太大
- 若  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  的溶解度為  $3.0 \times 10^{-4} \text{ M}$ ，則其  $K_{sp}$  最接近下列哪一數值？  
(A)  $2.7 \times 10^{-11}$  (B)  $5.4 \times 10^{-11}$  (C)  $1.1 \times 10^{-10}$  (D)  $9.0 \times 10^{-8}$  (E)  $3.0 \times 10^{-4}$
- 濃度為 2.5M 的 NaOH 溶液，其 pH 值為下列的哪一數值？  
(A) -0.6 (B) -0.4 (C) 0.4 (D) 13.6 (E) 14.4
- 固態金屬鈣為立方最緊密堆積或六方最緊密堆積。這兩個結構之間最重要的差異為下列何者？  
(A) 同層鈣原子間的距離  
(B) 鈣原子的全部配位數  
(C) 鈣原子在每一層放置的位置  
(D) 在同層內鈣原子的配位數  
(E) 鈣原子在相鄰兩層間的距離
- 若將 pH 值增加 1.0 個單位，下列半反應中，何者電位會增加最多？  
(A)  $\text{V}_{(aq)}^{2+} \rightarrow \text{V}_{(aq)}^{3+} + \text{e}_{(aq)}^-$   
(B)  $\text{VO}_{3(aq)}^- + 2\text{H}_{(aq)}^+ \rightarrow \text{VO}_{2(aq)}^+ + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
(C)  $\text{VO}_{2(aq)}^{2+} + 2\text{H}_{(aq)}^+ + \text{e}_{(aq)}^- \rightarrow \text{V}_{(aq)}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$   
(D)  $\text{VO}_{2(aq)}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{VO}_{2(aq)}^+ + 2\text{H}_{(aq)}^+ + \text{e}_{(aq)}^-$   
(E)  $\text{V}_{(aq)}^{2+} + 2\text{e}_{(aq)}^- \rightarrow \text{V}_{(s)}$

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

9. 若游離鉀離子所需的能量是  $419 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。那麼可引發此游離之最長波長的光為何？  
(A) 107 nm (B) 143 nm (C) 200 nm (D) 216 nm (E) 285 nm

10. 利用右表所提供的鍵能，估算甲烷的燃燒熱(kJ/mol)。



- (A) -540  
(B) 540  
(C) -668  
(D) 668  
(E) -1336

鍵能：kJ/mol			
C-C	350	C-O	350
C-H	410	C=O	732
O-H	460	O-O	180
		O=O	498

11. 當使用吸量管轉移液體時，通常會有少量的液體殘留在吸量管尖端。若要得到所需的液體體積，要學如何處理這留在吸量管尖端之液體？

- (A) 將它留在吸量管上。  
(B) 用安全吸球將它壓出。  
(C) 甩動吸量管，使它滴下。  
(D) 一開始用吸量管取液體時，就取略多於刻度，以補償留在吸量管上的量。  
(E) 將吸量管貼在玻璃上，使之流出。

12. 如果  $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$  且  $\text{pKa} = -\log\text{Ka}$ ，有一濃度為 1M 的某單質子酸的水溶液，其中  $[\text{H}^+] = 4.24 \times 10^{-3} \text{ M}$ ，則此溶液的pH值及此酸的pKa分別約為下列何者？

- (A)  $\text{pH} = 2.37$ ， $\text{pKa} = 3.37$   
(B)  $\text{pH} = 3.37$ ， $\text{pKa} = 4.74$   
(C)  $\text{pH} = 2.37$ ， $\text{pKa} = 4.74$   
(D)  $\text{pH} = 11.63$ ， $\text{pKa} = 3.37$   
(E)  $\text{pH} = 11.63$ ， $\text{pKa} = 5.37$

13. 當2-丁炔和 $\text{BH}_3$ -THF (硼氫烷溶於四氫呋喃的溶液)完全反應時，所形成的產物為下列何者？

- (A) 反式- $\text{H}(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{H}$   
(B) 順式- $\text{H}(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{H}$   
(C) 反式- $(\text{H}(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3))_3\text{B}$   
(D) 順式- $(\text{H}(\text{CH}_3)\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3))_3\text{B}$   
(E)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

14. 若 NaCN 和下列鹵化烷

A :  $\text{CH}_3\text{CH}\underline{\text{F}}\text{CH}_2\text{CH}_3$ ，B :  $\text{CH}_3\text{CH}\underline{\text{Cl}}\text{CH}_2\text{CH}_3$ ，C :  $\text{CH}_3\text{CH}\underline{\text{Br}}\text{CH}_2\text{CH}_3$ ，D :  $\text{CH}_3\text{CH}\underline{\text{I}}\text{CH}_2\text{CH}_3$   
在非質子性溶劑的 DMSO( $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ , dimethylsulfoxide)中進行  $\text{S}_\text{N}2$  反應時，下列的哪一個的反應速率關係式正確？

- (A)  $\text{A} = \text{B} = \text{C} = \text{D}$   
(B)  $\text{A} > \text{B} > \text{C} > \text{D}$   
(C)  $\text{A} > \text{D} > \text{C} > \text{B}$   
(D)  $\text{D} > \text{C} > \text{B} > \text{A}$   
(E) 以上皆非

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

15. 某生首先將鎂粉和 1-溴丙烷( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ )在乙醚中攪拌一段時間，待鎂粉消失後，再緩緩通入足量的環氧乙烷 ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  或  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ )的氣體，並繼續攪拌一段時間後，再將此溶液緩緩加入含有碎冰的稀酸水溶液中，最後預期可產生下列何種產物？
- (A)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$   
(B)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$   
(C)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$   
(D)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$   
(E)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
16. 某一樣品在 60 MHz NMR (核磁共振光譜儀)測量時，其中某一氫原子的吸收頻率(相對 TMS)為 180 Hz，請問此氫原子的化學位移 (chemical shift) 為多少 ppm？如果將此樣品置於 500MHz NMR 測量時，則其氫原子的吸收頻率(相對於 TMS)為多少 Hz？
- (A) 1/3 ppm，167 Hz  
(B) 1/3 ppm，180 Hz  
(C) 8.3 ppm，1500 Hz  
(D) 3 ppm，180 Hz  
(E) 3 ppm，1500 Hz

二、多選題 (每題 3 分，全對才給分，其他情形則不給分也不倒扣，1-12，共 12 題，36 分)

1. 下列哪些化合物的水溶液會電導？  
(A)  $\text{H}_2\text{CO}$  (B)  $\text{CO}_2$  (C)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (D)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  (E)  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$
2. 下列哪些鹽的水溶液，可以用來檢驗未知溶液中是否含有  $\text{S}_{(\text{aq})}^{2-}$ ？  
(A)  $\text{H}_2\text{S}$  (B)  $\text{Na}_2\text{S}$  (C)  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  (D)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (E)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
3. 下列哪些非金屬氧化物與水的反應式正確？  
(A)  $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{NO} + \text{O}_2$   
(B)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$   
(C)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$   
(D)  $\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$   
(E)  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
4. 下列哪些混合溶液，可形成緩衝溶液？  
(A) 0.200 M HF 100 mL 和 0.200 M NaF 200 mL  
(B) 0.200 M HCl 100 mL 和 0.200 M NaOH 200 mL  
(C) 0.200 M HCl 100 mL 和 0.100 M NaOH 200 mL  
(D) 0.100 M  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  300 mL和 0.300 M  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$  100 mL  
(E) 0.200 M HCl 200 mL 和 0.400 M  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}$  200 mL
5. 大多數的反應在高溫下都比在低溫下反應更快，這是因為在較高溫時，下列哪些會增加？  
(A) 活化能 (B) 碰撞能量 (C) 低限能 (D) 速率常數 (E) 分子動能

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

6. 下列分子，哪些具有極性？  
(A) SF<sub>2</sub> (B) SF<sub>4</sub> (C) SF<sub>6</sub> (D) XeF<sub>4</sub> (E) SiF<sub>4</sub>
7. 第三週期的元素從鈉到氬，下列哪些性質會逐漸增加？  
(A) 半徑 (B) 密度 (C) 電負度 (D) 游離能 (E) 對價電子之有效核電荷
8. 電解 AlCl<sub>3</sub> 的水溶液會得到哪些產物？  
(A) Al<sub>(s)</sub> (B) Cl<sub>2(g)</sub> (C) H<sub>2(g)</sub> (D) O<sub>2(g)</sub> (E) Al(OH)<sub>3(aq)</sub>
9. 今 2010 年諾貝爾物理學獎授予英國曼徹斯特大學的科學家 **Andre Geim** (安德烈·海姆) 和 **Konstantin Novoselov** (康斯坦丁·諾沃肖洛夫)，以表彰他們在石墨烯材料研究方面的革命性成就，請問石墨烯可能可以應用於下列哪些項目的製造或轉換？  
(A) 矽晶圓半導體  
(B) 石墨  
(C) 巴克球  
(D) 奈米碳管  
(E) 堅硬的奈米材料
10. 今年 2010 年諾貝爾化學獎是由美國德拉瓦大學的 **Richard F. Heck**、美國普渡大學的 **Ei-ichi Negishi**(岸根英一) 以及北海道大學的 **Akira Suzuki**(鈴木章) 三人共同獲得，此三位學者是研究使用金屬鈀(原子序 46) 為催化劑，發現了更新的、更有效的方式來連接碳原子，並藉此來合成複雜的有機分子及藥品(如抗癌、除草劑、類固醇、止痛藥等)的製備，請問下列哪些元素和鈀屬於同一族？  
(A) 鈣 (原子序 20)  
(B) 鎳 (原子序 28)  
(C) 鉑 (原子序 78)  
(D) 金 (原子序 79)  
(E) 鎊 (原子序 110)
11. 有關苯(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)和下列試劑及催化劑進行反應時所產生的產物，哪些正確？  
(A) 試劑為 CH<sub>3</sub>CH=CH<sub>2</sub> (催化劑 HF, 0°C) 時，產物為 PhCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>  
(B) 試劑為 CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>Cl (催化劑 AlCl<sub>3</sub>, 室溫) 時，產物為 PhCH(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
(C) 試劑為 CH<sub>3</sub>CHClCH<sub>3</sub> (催化劑 AlCl<sub>3</sub>, 室溫) 時，產物為 PhCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub>  
(D) 試劑為 CH<sub>2</sub>=CHCH<sub>2</sub>Cl (催化劑 ZnCl<sub>2</sub>, 室溫) 時，產物為 PhCH<sub>2</sub>CH=CH<sub>2</sub>  
(E) 試劑為環己醇 C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>OH (催化劑 BF<sub>3</sub>, 60°C) 時，產物為 PhCH(CH<sub>2</sub>)<sub>5</sub>
12. 下列有關胺基酸的敘述，哪些正確？  
(A) 某一胺基酸用鹼溶液進行酸鹼中和滴定時，發現 pK<sub>a1</sub> = 2.34、pK<sub>a2</sub> = 9.60，則其等電點(pI: isoelectric point)為 5.97  
(B) 將胺基酸的水溶液置於電場中時，如果 pH < pI 時，則水溶液中的胺基酸以呈現帶負電荷的形式存在，並且向正極的方向移動  
(C) 將胺基酸的水溶液至於電場中時，且當 pH = pI 時，則胺基酸的正、負電荷達到平衡而不會移動  
(D) NH<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>C=CHCOO<sup>-</sup> 反應後用濃酸水溶液處理後可產生 <sup>+</sup>H<sub>3</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH  
(E) <sup>+</sup>H<sub>3</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COO<sup>-</sup> 和 SOCl<sub>2</sub> 反應後可產生 <sup>+</sup>H<sub>3</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COCl

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 (共四大題，佔 32 分)

作答必須分開在答案卷第 8-9 頁標明題號處作答，題目首頁提供必要之常數與資訊，考生不得使用電子計算機，共 32 分(空間不夠可使用背面繼續作答，但題號要標示清楚)

1. (4%)三種溶液如下：

1.0M HCl 40.0 mL

1.0M HBr 60.0 mL

0.50M NaOH 100.0 mL

若將上述三種溶液混合在一起，結果如何？

(a) 求混合溶液的氫離子濃度。(2%)

(b) 求混合溶液的 pH 值。(2%)

2. (6%)碘  $I_{2(aq)}$  在鹼性  $OH^-_{(aq)}$  溶液中會自身氧化還原反應，產生碘酸根  $IO_3^-_{(aq)}$  與碘離子。寫出碘自身氧化還原反應的：

(a) 氧化半反應式(2%)

(b) 還原半反應式(2%)

(c) 總反應式(2%)

3. (14%) 將碘化鉀加入含  $Cu^{2+}$  離子之溶液中，溶液的顏色變為黃棕色並產生灰白色沉澱物。

(a) 是什麼化合物使溶液顏色變為黃褐色？灰白色沉澱又是什麼化合物？(4分)

(b) 寫出此反應的平衡反應式。(2分)

無水硫酸銅( $CuSO_4$ )是白色的，硫酸銅的水合物( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ )是藍色的。無水硫酸銅暴露在空氣中，會慢慢吸收水分並轉變為藍色。

現有無水硫酸銅樣本 5.49 g，暴露在空氣中一段時間後，再放入容量瓶中，加入 20 mL 濃硫酸。再將容量瓶加滿水到 100 mL。

取 10 mL 上述溶液，加入 2 g 碘化鉀，再稀釋到約 100 mL，使用硫代硫酸鈉溶液(0.1M)滴定，加入澱粉作為指示劑。達到當量點時，需使用硫代硫酸鈉溶液 29.40 mL。(忽略沉澱)

(c) 寫出此反應的平衡反應式。(2分)

(d) 計算原樣品中的含水量(g)。(3分)

(e) 原樣品中的硫酸銅和水的莫耳數比為何？(3分)

4. (8%)使用不同的原料及試劑進行反應時，下列(a)-(d)四種不同的方法均可製備出相同的產物，任意挑選兩種方法來合成產物  $Me_2CHCH_2COCH_3$  (4% X 2 = 8%)

(a) 醇類 ( $RCHOHR'$ ，R 和 R'代表相同或不同的取代基) 為原料的方法

(b) 醯氯 ( $RCOCl$ ) 為原料的方法

(c) 縮酸 ( $RCOOH$ ) 為原料的方法

(d) 烯酮 ( $RC=CCOR'$ ，R 和 R'代表相同或不同的取代基) 為原料的方法

姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

## 2011 年第 43 屆國際化學奧林匹亞競賽—初選筆試

# 答案卷

99 年 12 月 18 日星期六，下午 14:00~16:00

第壹部分：選擇題（共二大題，佔 68 分）

作答必須分開，答案卷第 7 頁標明題號處作答

一、單選題（每題 2 分，答錯倒扣 1 分，1-16，共 16 題，共 32 分）

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

二、多選題（每題 3 分，全對才給分，其他情形則不給分也不倒扣，1-12，共 12 題，36 分）

題號	1	2	3	4
答案				
題號	5	6	7	8
答案				
題號	9	10	11	12
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 (共四大題，佔 32 分)**

(作答必須分開在下面第 8-9 頁標明題號處作答，題目首頁提供必要之常數與資訊，

考生不得使用電子計算機，共 32 分)(空間不夠可使用背面繼續作答，但題號要標示清楚)

**1. (4%)**

答：

**2. (6%)**

答：



姓名： 編號：

因須彌封，書寫學生名字請靠右上角

3. (14%) (a) 答：(各 2 分、4 分)，(b) 答：(2 分)，(c) 答：(2 分)，(d) 答：(3 分)，  
(e) 答：(3 分)

答：

4. (4% X 2 = 8%)(8%)任意挑選下列 (a)–(d) 四種為原料的方法兩種來合成  
產物  $\text{Me}_2\text{CHCH}_2\text{COCH}_3$

- (a) 醇類 ( $\text{RCHOHR}'$ ，R 和 R' 代表相同或不同的取代基) 為原料
- (b) 醯氯 ( $\text{RCOCl}$ ) 為原料
- (c) 縮酸 ( $\text{RCOOH}$ ) 為原料
- (d) 烯酮 ( $\text{RC}=\text{CCOR}'$ ，R 和 R' 代表相同或不同的取代基) 為原料

答：