

2012 年第 44 屆國際化學奧林匹亞競賽

初選筆試試題一題目卷

100 年 12 月 17 日（星期六） 下午 14:00~16:00

答 題 注 意 事 項

- 學生證及健保卡或身分證置於桌面右上角備查。
- 請先核對答案卷首頁右上角之編號是否正確無誤，再於答案卷每一頁的右上角(p.1~p.3)均寫上編號
- 請於題目卷首頁的右上角寫上姓名及編號
- 本試題連同本頁共計 8 頁，總分 119 分。
 - 一、單選題（1~21，每題選出一個最適當的選項，標示在答案卷的單選題答案區。每題答對得 2 分，答錯不倒扣，未作答者，不給分亦不扣分，共計 42 分）
 - 二、多選題（1~15，每題各有 5 個選項，其中至少有一個是正確的。選出正確選項，標示在答案卷的多選題答案區。每題 3 分，全對才給分，答錯不倒扣，未作答者，不給分亦不扣分，共計 45 分）
 - 三、非選擇題（共四大題，答案必須寫在答案卷的非選題答案區，作答時不必抄題。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。每題題分標於題末，共計 32 分）。
- 請將答案寫在答案卷之答案格中，否則不予計分。
- 考生不得攜帶及使用電子計算機與手機，呼叫器、行動電話及計時器必須關機並置於臨時置物區，開震動、無聲，視同作弊違規。
- 作答時請用藍、黑色原子筆（其餘筆作答，不予計分），可使用立可白塗改，如修改不清楚，不予計分。
- 考試完畢題目卷及答案卷一起繳交監考老師，不得攜出場外。
- 考試開始 40 分鐘後才可以交卷。
- 考試時間共 120 分鐘。
- 試題與答案考後將公佈於網頁上。
- 參考資料： $\log 2=0.301$ ； $\log 3=0.477$

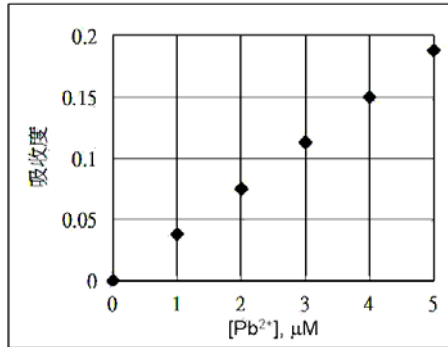
一、單選題(每題 2 分，共 21 題，占 42 分)

1. 有一分子量為 84 的碳氫化合物，元素分析發現其含碳量為 85.63%，氫為 14.37%。分析該化合物的氫譜及碳譜分別只有一種訊號(或吸收)，試問此化合物最可能為
(A) 己烯 (B) 2-己烯 (C) 1,1-二甲基環丁烷 (D) 1,3-二甲基環丁烷 (E) 環己烷
2. 分子式為 C_7H_7Cl 的鹵苯含有幾種異構物?
(A) 3 (B) 4 (C) 5 (D) 6 (E) 7
3. 假設甲酸 $HCOOH$ 的 $pK_a = a$ 、乙酸 CH_3COOH 為 b 、 $ClCH_2COOH$ 為 c 、 $Cl_2CHCOOH$ 為 d 以及 Cl_3CCOOH 為 e 。有關 a 、 b 、 c 、 d 、 e 的大小排序為何?
(A) $a > b > c > d > e$ (B) $e > d > c > b > a$ (C) $b > a > c > d > e$ (D) $e > d > c > a > b$ (E) $c > d > e > a > b$
4. 下列化合物何者具有分子間氫鍵?
(A) 乙烷 (B) 乙醚 (C) 苯酚 (D) 石蠟 (E) 丙酮
5. 下列哪兩種化合物可利用調整水溶液成為酸性或鹼性的方式將其分離?
(A) 苯胺與苯甲酸 (B) 乙醇與苯胺 (C) 乙醇與苯甲酸 (D) 乙醇與乙酸
(E) 乙醇與乙酸乙酯
6. 下列有關 H_2O , ROH , $RC \equiv CH$, RCH_3 的酸性由強至弱 (或遞減) 的排序何者正確?
(A) $H_2O > ROH > RC \equiv CH > RCH_3$ (B) $H_2O > ROH > RCH_3 > RC \equiv CH$
(C) $ROH > H_2O > RC \equiv CH > RCH_3$ (D) $ROH > H_2O > RCH_3 > RC \equiv CH$
(E) $RCH_3 > ROH > RC \equiv CH > H_2O$
7. 在含有 Cu^{2+} 與 Zn^{2+} 的水溶液中，下列哪一種試劑，即使加了過量，也只能使 Cu^{2+} 或 Zn^{2+} 中的一種離子沉澱?
(A) 鹽酸 (B) 硫酸 (C) 硝酸 (D) 氨水 (E) 氫氧化鈉
8. 在下列哪一種水溶液中，加了硫化鈉溶液後，會產生白色沉澱?
(A) $AgNO_3$ (B) $BaCl_2$ (C) $Fe(NO_3)_2$ (D) $Pb(NO_3)_2$ (E) $Zn(NO_3)_2$
9. 用焰色反應來檢驗金屬離子時，已知 Na^+ (黃色)、 K^+ (淡紫色)，試問下列哪一種離子，在焰色反應時，會呈現綠色?
(A) Ca^{2+} (B) Cu^{2+} (C) Li^+ (D) Mg^{2+} (E) Sr^{2+}
10. 在濃度為 xM 的鹽酸 10.0mL 中，加入 0.200M 的氫氧化鈉溶液 20.0mL 後滴入酚酞指示劑數滴，溶液呈現粉紅色。若要中和該粉紅色溶液需要 0.100M 的鹽酸 15.0mL，則 x 的濃度最接近下列哪一數值?
(A) 0.15 (B) 2.0 (C) 0.25 (D) 0.30 (E) 0.35

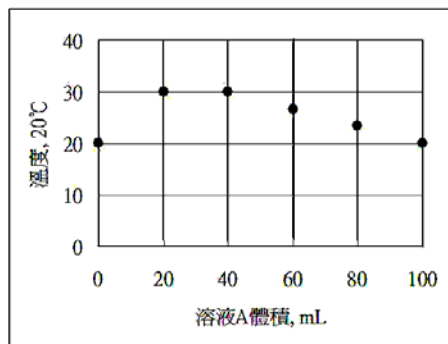
11. 某混合氣體 X 由乙烷、丙烷、丁烷所組成。已知 X 的平均分子量為 44，而丁烷佔總體積的 20%，則下列哪一選項是 X 中三種氣體的莫耳數比（乙烷：丙烷：丁烷）？
(A) 1:2:1 (B) 1:3:1 (C) 1:2:3 (D) 2:1:2 (E) 3:2:1
12. 在 0°C 1atm 下，量取一氧化碳 1L，使其完全燃燒，測得產生熱量 3.0 kcal，因此其熱化學反應式可以寫成：
$$\text{CO}_{(g)} + \frac{1}{2}\text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{CO}_{2(g)} + x \text{ kcal}$$

則 x 最接近下列哪一數值？
(A) 13.2 (B) 34.2 (C) 45.2 (D) 56.2 (E) 67.2
13. 影響化學反應速率的因素有三：反應物的濃度、反應溫度、觸媒。若單就溫度而言，溫度每升高 10K，反應速率增大 2 至 3 倍。若溫度升高 50K，則反應速率最大約可增為幾倍？
(A) 50 (B) 75 (C) 100 (D) 200 (E) 300
14. 將 1.00mol 的 HI_(g) 放入密閉的容器後，置於恆溫箱中，碘化氫則分解為 H_{2(g)} 與 I_{2(g)}。當達到平衡時氫的濃度為 0.25mol，則碘化氫解離的濃度平衡常數(Kc)，最接近下列哪一數值？
(A) 0.25 (B) 0.35 (C) 0.50 (D) 1.0 (E) 4.0
15. 下列哪一個物質不具有π-鍵？
(A) 石墨 (B) 石英 (C) 碳-60 (D) 聚乙炔 (E) 蛋白質
16. 下列何者為平面分子？
(A) PF₃ (B) ClF₃ (C) XeF₄ (D) SF₄ (E) CF₄
17. 一容器內含有氦(He)和甲烷(CH₄)的混合氣體，若每秒自同一個小孔逸出之氦原子的總數是甲烷原子總數 1.6 倍，則混合氣體中所含氦氣的莫耳分率為多少？(原子量：He = 4.0, C = 12.0, H = 1.0)
(A) 0.1 (B) 0.2 (C) 0.4 (D) 0.6 (E) 0.8
18. 下列哪一個實驗無法得到氫氣？
(A) 將氫化鈣溶於水中
(B) 將鐵片放入稀鹽酸中
(C) 將鈣金屬放入熱水中
(D) 電解氫氧化鈉水溶液
(E) 以二氧化錳催化過氧化氫的分解

19. 欲分析 25.0 mL 廢水樣品中之 Pb^{2+} 離子，首先將此溶液蒸發至乾，再用 2.0 mL 的水溶解，並加入 2.0 mL 的緩衝溶液和 2.0 mL 的顯色劑，最後稀釋至 10.0 mL 溶液。下圖為 Pb^{2+} 離子和顯色劑結合成的錯離子之吸收度標準檢量線，若最終溶液的吸光度為 0.13，則此廢水中 Pb^{2+} 離子的濃度為多少 ppm？(Pb: 207)
- (A) 0.29 (B) 0.72 (C) 1.8 (D) 2.9 (E) 3.6



20. 化合物 A 和 B 可進行一放熱反應。由等濃度的 A 和 B 溶液，取不同體積混合但最終總體積均為 100 mL。反應起始溫度均為 20°C，溶液 A 的體積和反應後的溫度作圖如下。根據此圖，A 和 B 的反應之莫耳數比為何？
- (A) 4:1 (B) 2:3 (C) 3:1 (D) 1:2 (E) 1:3



21. 在 1 M 的水溶液中，下列何者是最弱的氧化劑？
- (A) $\text{Ag}^+(\text{aq})$ (B) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ (C) $\text{H}^+(\text{aq})$ (D) $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ (E) $\text{Au}^{3+}(\text{aq})$

二、多選題(每題 3 分，共 15 題，占 45 分)

- 下列哪些化合物屬於羧酸或是羧酸的衍生物？
(A) 水楊酸 (B) 乙醯氯 (C) 乙酸乙酯 (D) 草酸 (E) 苯胺
- 下列敘述何者正確？
(A) 葡萄糖、果糖、半乳糖屬於單醣
(B) 蔗糖、麥芽糖、乳糖屬於雙醣
(C) 澱粉、纖維素、糊精屬於多醣
(D) 葡萄糖是一種酮醣而果糖則是一種醛醣
(E) 單醣可和熱的本氏液或斐林試液反應產生紅色的 CuO

3. 在四支試管中分別裝有分子式皆為 $C_4H_{10}O$ 的四個化合物甲、乙、丙及丁，當(i)分別加入少量的金屬鈉於試管中時，甲化合物無變化，而化合物乙、丙及丁產生氣體 (ii) 分別加入酸系重鉻酸根溶液於試管中時，化合物乙可產生示性式為 $CH_3CH_2COCH_3$ 的產物 (iii) 分別加入酸系過錳酸根溶液於試管中時，化合物丙可產生示性式為 $CH_3CH_2CH_2COOH$ 的產物 (iv) 分別加入含 $ZnCl_2/HCl$ 溶液於試管中時，化合物丁的反應速率最快，下列敘述何者正確？
- (A) 化合物甲可能為 $CH_3CH_2OCH_2CH_3$ 或 $CH_3CH_2CH_2OCH_3$
 (B) 化合物乙、丙及丁可能為醇類
 (C) 化合物乙可能為 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$
 (D) 化合物丙可能為 $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$
 (E) 化合物丁可能為 $(CH_3)_3COH$
4. 環境荷爾蒙是一種體外的化學物質，當它進入人們體內時，會讓人體內的內分泌系統誤認為是荷爾蒙，而加以吸收並佔據人體細胞中正常荷爾蒙的位置，而干擾人體的內分泌系統，造成對人體器官或各種發育的障礙，下列哪些化學物質屬於環境荷爾蒙？
- (A) 戴奧辛 (B) DDT (C) 多氯聯苯 (D) 雙酚甲烷 A
 (E) 重金屬如鉛、汞、有機錫等
5. 在 $25^\circ C$ 的水溶液中，苯甲酸的 $pK_a = 4.17$ 。在相同條件下，下列那些有關苯甲酸系列物的 pK_a 值屬於正確的敘述？
- (A) $4-O_2NC_6H_4COOH$ 的 $pK_a = 3.40$
 (B) $3-O_2NC_6H_4COOH$ 的 $pK_a = 4.46$
 (C) $2-O_2NC_6H_4COOH$ 的 $pK_a = 2.21$
 (D) $4-ClC_6H_4COOH$ 的 $pK_a = 4.55$
 (E) $4-H_3CC_6H_4COOH$ 的 $pK_a = 4.35$
6. 當 1-丁炔和下列試劑反應時，何者敘述正確？
- (A) 1-丁炔和一當量的 HBr 反應時的產物為 $CH_3CH_2CBr=CH_2$
 (B) 1-丁炔和一當量的 HBr 在有過氧化物的條件下反應時的產物為 $CH_3CH_2CBr=CH_2$
 (C) 1-丁炔和兩當量的 HBr 反應時的產物為 $CH_3CH_2CHBrCH_2Br$
 (D) 1-丁炔和兩當量的 HBr 在有過氧化的條件下反應時的產物為 $CH_3CH_2CH_2CHBr_2$
 (E) 1-丁炔和兩當量的 Br_2 反應時的產物為 $CH_3CH_2CBr_2CHBr_2$
7. 當烷類化合物和溴分子經由自由基反應機構產生不同種類的溴化合物時，分析實驗結果發現一級氫 (1°): 二級氫 (2°): 三級氫 (3°) 和溴原子的反應活性比為 1: 82: 1600。下列敘述何者正確？
- (A) 丙烷和溴分子反應可產生 1-溴丙烷和 2-溴丙烷
 (B) 1-溴丙烷和 2-溴丙烷的含量分別為 25% 及 75%
 (C) 1-溴丙烷和 2-溴丙烷的含量分別為 3.5% 及 96.5%
 (D) 2-甲基丙烷和溴分子反應可產生 1-溴-2-甲基丙烷和 2-溴-2-甲基丙烷

(E) 1-溴-2-甲基丙烷和 2-溴-2-甲基丙烷的含量分別為 2.0% 及 98.0%

8. 下列有關銅(Cu, 原子序 29)原子或離子之敘述, 哪些正確?

- (A) 基態 Cu(I)離子具順磁性
- (B) 基態 Cu(I)離子之電子組態為 $[\text{Ar}]3d^94s^1$
- (C) 基態銅原子中, 有 10 個電子具有角動量子數 $l=2$
- (D) 基態銅原子中, 有 13 個電子具有磁量子數 $m_l=0$
- (E) 基態 Cu(I)離子中, 有 14 個電子具有自旋量子數 $m_s=-1/2$

9. 將 1 莫耳 N_2O_5 氣體置於體積固定之容器中, 於定溫的條件下進行 $\text{N}_2\text{O}_5(\text{g})$ 分解為 $\text{NO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 之反應。下列有關此反應之敘述, 哪些正確?

- (A) 在 N_2O_5 分子中, N 使用 sp^2 混成
- (B) 在 N_2O_5 分子中, 所有之 N-O 鍵均相同
- (C) NO_2 之形成速率為 O_2 之 4 倍
- (D) 分解過程中, 氣體總壓力持續增加
- (E) 分解達一半時, 產物之總莫耳數為 1.25 莫耳

10. 下列有關磷之三種含氧酸(H_3PO_2 、 H_3PO_3 、 H_3PO_4)的敘述, 哪些正確?

- (A) 都是三質子酸
- (B) 磷都使用 sp^3 混成
- (C) 磷之氧化數都相同
- (D) 所有的氫都具有氫鍵的能力
- (E) 酸性強弱之順序為: $\text{H}_3\text{PO}_2 > \text{H}_3\text{PO}_3 > \text{H}_3\text{PO}_4$

11. 光電效應是指入射光照射在金屬表面而將電子游離出來的現象, 游離出來的電子稱為光電子。下列有關光電效應的敘述, 哪些正確?

- (A) 光電子的動能與入射光之強度無關
- (B) 光電子的動能與金屬表面的材質無關
- (C) 光電子的動能與入射光之能量成正比
- (D) 光電子的數目與入射光之強度成正比
- (E) 光電效應說明了光波具有粒子性

12. 超氧化鉀(KO_2)和 CO_2 反應會產生碳酸鉀及氧氣, 可作為氧氣罩之用。下列有關此反應的敘述, 哪些正確?

- (A) KO_2 為氧化劑
- (B) CO_2 為還原劑
- (C) 在 KO_2 中, O 之氧化數 $-1/2$
- (D) 每升 CO_2 若完全反應, 可產生同溫、同壓之氧氣 1.5 升
- (E) 若在恆溫之密閉容器中進行反應, 則反應過程中總壓力持續降低

13. 下列離子對中何者形狀相同？

- (A) CO_3^{2-} and NO_3^- (B) CO_3^{2-} and SO_3^{2-} (C) NO_3^- and ClO_3^-
(D) CO_3^{2-} and ClO^- (E) SO_3^{2-} and ClO_3^-

14. 下列氧化物中何者可以個別分子的形式存在？

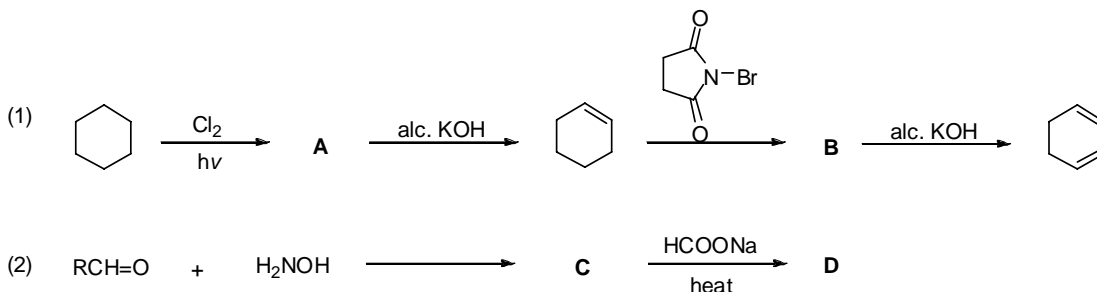
- (A) MgO (B) Al_2O_3 (C) SiO_2 (D) P_4O_{10} (E) SeO_2

15. 下列何者是依第二電離能逐漸增加之順序排列？

- (A) Li, Na, K (B) Cl, F, O (C) Mg, Al, Na (D) F, Ne, Na (E) He, Ne, Ar

三、非選擇題(共 4 大題，占 32 分)

1、寫出或畫出下列反應的中間產物或最終產物 A-D 的結構。(12 分)



2、在室溫取碳酸氫鈉與銅粉的混合粉末 A 克，置於容器後在空氣中用酒精燈加熱至混合物不再有任何改變為止。等到溫度降至室溫，再秤容器內的混合物，仍然得 A 克。由此可知加熱前後混合物的質量沒有改變，但混合物中的生成物完全不同於反應物。已知碳酸氫鈉與銅之間不會有任何反應，但在加熱的過程中，碳酸氫鈉會分解，而銅會氧化。

(原子量 H=1；C=12；O=16；Na=23；Cu=64)

(A) 分別寫出加熱過程中，碳酸氫鈉的分解反應式與銅被氧化的反應式。(4 分)

(B) 算出銅在混合物中的質量百分率(%)。(2 分)

3、在水的三相圖中，若固-液共存時之壓力(P，單位 atm)與溫度(T，單位 $^{\circ}\text{C}$)的關係可表示為：
 $P = 1.00 - 133 \times T$ ，試回答下列各題。

(A) 將 -1°C 之冰塊加壓至多少 atm 時，冰塊會開始融化？(2 分)

(B) 水在 20 atm 及 -0.10°C 時之狀態是什麼？(2 分)

(C) 已知冰塊在三相點之飽和蒸汽壓為 6.0×10^{-3} atm，試問水之三相點的溫度為多少 $^{\circ}\text{C}$ ？(2 分)

(D) 試問水在三相點之飽和蒸汽壓為多少 atm？(2 分)

4、用半反應的方法，寫出下列化學反應：

在鹼性溶液中，三氧化二鉍粉末與次氯酸離子溶液反應，產生 BiO_3^- 與氯離子。

(A) 寫出氧化半反應式？(2分)

(B) 寫出還原半反應式？(2分)

(C) 寫出全反應式？(2分)

～ 感謝您的參與 敬祝考試順利 佳節愉快 ～