

2016 年第 48 屆國際化學奧林匹亞競賽

國內初選筆試－題目卷

答題注意事項

- 學生證及身分證置於桌面右上角備查。
- 筆試時間：**10:00 ~ 12:00**（共 **120** 分鐘）
- 請用 **2B** 軟性鉛筆畫記答案卡。
- 非選擇題作答請用藍色或黑色原子筆（以其餘筆作答，不予計分），可使用立可白塗改，如修改不清楚，不予計分。
- 答案卡須寫上姓名，並確認答案卡編號與考生編號一致。
- 非選擇題答案卷第一頁的上方，需寫上姓名及編號。
- 本題目卷連同本頁共計 11 頁，總分 200 分，包含下列三類試題。
 - 一、單選題
共 24 題，題號 1~24，每題選出一個最適當的選項，依題號標示在答案卡上。每題答對得 3 分，答錯不倒扣，未作答者，不給分亦不扣分，共計 **72** 分。
 - 二、多選題
共 17 題，題號 25~41，每題有 5 個選項，其中至少有 1 個是正確的選項，依題號標示在答案卡上。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得 4 分；答錯 1 個選項者，得 2.4 分，答錯 2 個選項者，得 0.8 分，所有選項均未作答或答錯多於 2 個選項者，該題以零分計算。共計 **68** 分。
 - 三、非選擇題
共 4 題，每題 15 分。答案必須寫在非選擇題答案卷之相對應區域，否則不予計分。作答時不必抄題，計算題必須寫出計算過程。小題配分標於題目，共計 **60** 分。
- 考生不得攜帶及使用電子計算機，呼叫器、行動電話及計時器等所有電子產品，在考試期間務必關機並置於臨時置物區。震動或響鈴，視同作弊違規。
- 計算所需之原子量，需使用下頁週期表之數值。
- 考試完畢題目卷、答案卡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。
- 考試題目及答案將公布於化學奧林匹亞網站 <http://www.twicho.tw/>。

週期表

1 H 1																2 He 4	
3 Li 7	4 Be 9											5 B 11	6 C 12	7 N 14	8 O 16	9 F 19	10 Ne 20
11 Na 23	12 Mg 24											13 Al 27	14 Si 28	15 P 31	16 S 32	17 Cl 35.5	18 Ar 40
19 K 39	20 Ca 40	21 Sc 45	22 Ti 48	23 V 51	24 Cr 52	25 Mn 55	26 Fe 56	27 Co 59	28 Ni 59	29 Cu 63.5	30 Zn 65	31 Ga 70	32 Ge 73	33 As 75	34 Se 79	35 Br 80	36 Kr 84
37 Rb 85.5	38 Sr 88	39 Y 89	40 Zr 91	41 Nb 93	42 Mo 96	43 Tc 96	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106.5	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 128	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57 La 139	72 Hf 178	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 196	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113					

58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm	62 Sm 150	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 163	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173	71 Lu 175
90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

常數及公式

理想氣體常數

$$R = 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$$

$$= 0.082 \text{ L}\cdot\text{atm/mol}\cdot\text{K}$$

亞佛加厥常數

$$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

浦朗克常數

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

氫原子光譜常數:

$$E_n = -2.18 \times 10^{-18} \text{ J}/n^2$$

法拉第常數

$$F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s/mol}$$

光速

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

能量轉換

$$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

阿瑞尼斯方程式

$$k = Ae^{-E_a/RT}$$

一、單選題

1. 真實氣體在下列何種條件下表現最接近理想氣體？
(A) 高溫、低壓 (B) 高溫、高壓 (C) 高壓、低分子量
(D) 低溫、高分子量 (E) 高溫、高分子量
2. 室溫下偵測到二氧化碳分子擴散速度為 410 m/s，在同溫下甲烷分子擴散速度為何？
(A) 247 m/s (B) 410 m/s (C) 680 m/s (D) 1000 m/s (E) 1130 m/s
3. 下列何種混合溶液最符合拉午爾定律之描述？
(A) 乙醇+苯 (B) 水+乙醇 (C) 水+氯化氫 (D) 乙醇+乙酸 (E) 苯+甲苯
4. 下列哪個核反應需吸收一個 α 粒子，並會釋放一個質子？
(A) ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th}$
(B) ${}_{7}^{14}\text{N} \rightarrow {}_{8}^{17}\text{O}$
(C) ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa}$
(D) ${}_{13}^{27}\text{Al} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P}$
(E) ${}_{1}^2\text{H} \rightarrow {}_{1}^1\text{H}$
5. 下列有關電解食鹽水溶液之敘述，何者錯誤？
(A) 涉及氧化還原反應
(B) 產物氫氣是由水所生成
(C) 氫氣和氯氣生成的比例為 1:1
(D) 反應最終生成鈉金屬
(E) 所生成之產物能量較反應物更高
6. 氫原子光譜之萊曼系列中最長波長之譜線位於 121.57 nm。氦正一價離子的放射光譜中，萊曼系列波長最長光譜譜線位於何處？
(A) 30.39 nm (B) 60.79 nm (C) 121.57 nm (D) 243.14 nm (E) 486.28 nm
7. 已知化學反應 $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$ 之反應焓為正值。假設此反應焓不隨溫度而變化，下列敘述何者正確？
(A) 在系統中添加 C(s)，則 CO(g) 之產率提高
(B) 當溫度升高，CO(g) 之產率提高
(C) 當 CO₂(g) 之初始分壓增加兩倍，則 CO(g) 的產率提高四倍
(D) 當 CO₂(g) 之初始分壓增加兩倍，則 CO(g) 的產率提高兩倍
(E) 當系統總壓增加時，CO(g) 之產率提高

8. 下列何者不是共軛酸鹼對？
 (A) $\text{NH}_3, \text{NH}_4^+$ (B) $\text{H}^+, \text{H}_2\text{O}$ (C) $\text{H}_2\text{O}, \text{OH}^-$
 (D) $\text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{HPO}_4^{2-}$ (E) $\text{H}_2\text{CO}_3, \text{CO}_3^{2-}$
9. 等濃度等體積的兩溶液混合，下列何者溶液中所剩下的帶電粒子總數最高？
 (A) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{OH}$ (B) $\text{BaCl}_2 + \text{CuSO}_4$ (C) $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl}$
 (D) $\text{NaOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$ (E) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH}$
10. 以下哪兩分子間的主要引力是分散力？
 (A) 兩個 NH_3 分子
 (B) 一個 CO 分子與 NO_2 分子
 (C) 兩個 SO_2 分子
 (D) 一個 C_6H_6 分子與 C_6H_{14} 分子
 (E) 一個 H_2O 分子與 C_6H_6 分子
11. 將 24 克乙醇溶於 60 克的四氯化碳中，所形成溶液的密度為 1.2 (克/毫升)，而乙醇之比重為 0.8，假設兩液體混合時總體積不變，則四氯化碳之密度為多少？
 (A) 1.7 (B) 1.6 (C) 1.5 (D) 1.4 (E) 1.3 (克/毫升)
12. 某化合物分析結果知含氧的重量百分比為 20%，則該化合物分子量可能為？
 (A) 32 (B) 78 (C) 124 (D) 160 (E) 182
13. 某酒廠因管理不善，某化學藥品被大量酒精濺到而釀成火災。下列何者最有可能為此化學藥品？
 (A) KMnO_4 (B) NaCl (C) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (D) CH_3COOH (E) NaOH
14. 標準狀況下，x 克的 A 氣體與 y 克 B 氣體分子數目相等。下列相關敘述何者錯誤？
 (A) 標準狀況下，同體積的 A 氣體與 B 氣體的質量比為 x : y
 (B) 25 °C 時，1 公斤 A 氣體與 1 公斤 B 氣體的分子數之比為 y : x
 (C) 同溫同壓下，A 氣體與 B 氣體的密度比為 x : y
 (D) 標準狀況下，等重的 A 與 B 的體積比為 x : y
 (E) 同溫同壓下，A 氣體與 B 氣體在真空中的相對擴散速率比為 $\sqrt{y} : \sqrt{x}$
15. 下列有關 NaCl 的敘述何者正確？
 (A) 1.0 莫耳 NaCl 中有 6.02×10^{23} 個 NaCl 分子
 (B) 1.0 莫耳 NaCl 中， Na^+ 的最外主殼層內電子總數為 $8 \times 6.02 \times 10^{23}$
 (C) 某生取 58.5 克的 NaCl 溶於 1.00 L 水中，配製成 1.00 M 的 NaCl 水溶液
 (D) 電解 58.5 克熔融態的 NaCl 可收集 22.4 L (標準狀況) 之氣體和 23.0 克的金屬鈉
 (E) NaCl 溶於水中可導電，所以 NaCl 是離子化合物

16. 實驗室中常利用加熱 MnO_2 與濃鹽酸的混合物來製備氯氣。某生將 8.7 克 MnO_2 粉末與含有 14.6 克 HCl 的濃鹽酸共熱完全反應後可得多少升的氯氣 (標準狀況下且不考慮鹽酸的揮發)?

- (A) 4.48 升 (B) 2.24 升 (C) 介於 2.24 和 4.48 升之間
(D) 少於 2.24 升 (E) 多於 4.48 升

17. 短週期金屬元素甲~戊在元素週期表中的相對位置如下表所示。下列有關它們的性質的判斷何者正確?

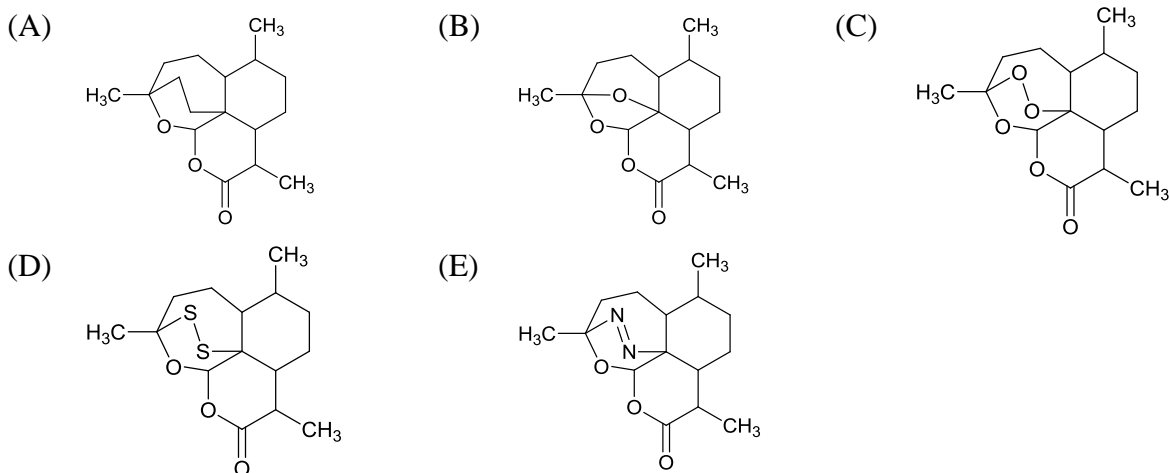
甲	乙	
丙	丁	戊

- (A) 原子半徑：丙 < 丁 < 戊
(B) 金屬性：甲 > 丙
(C) 氫氧化物的鹼性：丙 > 丁 > 戊
(D) 最外層電子數：甲 > 乙
(E) 電負度：丙 > 丁 > 戊

18. 下列何種物種與 N_3^- 形狀相同?

- (A) O_3^- (B) NO_2 (C) NO_2^- (D) SO_2 (E) OCN^-

19. 中國藥學家屠呦呦為 2015 年諾貝爾生理或醫學獎的得主之一，表彰她致力於治療瘧疾的研究，特別是開發以中藥成份 - 青蒿素，作為治療瘧疾的藥物。下列何者是青蒿素的結構?



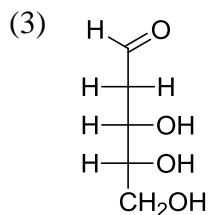
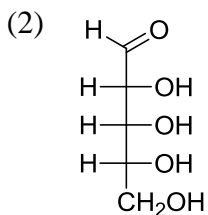
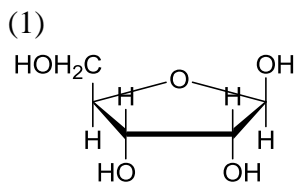
20. 下列四個化合物具有相近的分子量，但沸點有顯著不同：

- I. 乙酸甲酯 II. 2-丁醇
III. 2-甲基丁烷 IV. 丙酸

這些化合物的沸點由低到高排列為何?

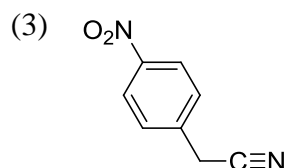
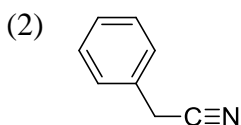
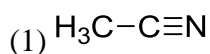
- (A) II < III < I < IV (B) III < I < II < IV (C) III < IV < II < I
(D) II < I < III < IV (E) III < II < I < IV

21. 下列三個化合物分別具有幾個掌性中心 (chirality center) (或稱立體中心, stereo center) ?



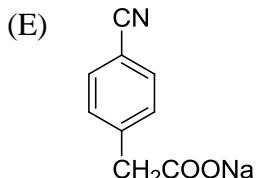
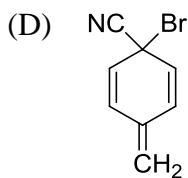
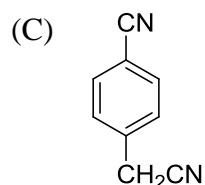
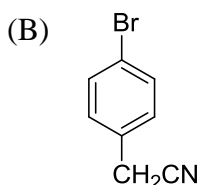
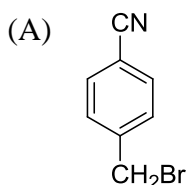
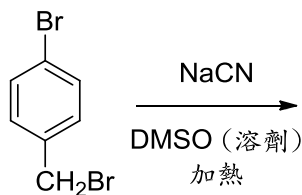
- (A) 4, 3, 2 (B) 4, 3, 3 (C) 3, 3, 3 (D) 3, 3, 2 (E) 5, 4, 3

22. 將下列三個化合物的 pK_a 由大至小排列選項何者正確?



- (A) (2) > (1) > (3) (B) (3) > (1) > (2) (C) (3) > (2) > (1)
 (D) (2) > (3) > (1) (E) (1) > (2) > (3)

23. 下式反應的產物為何?



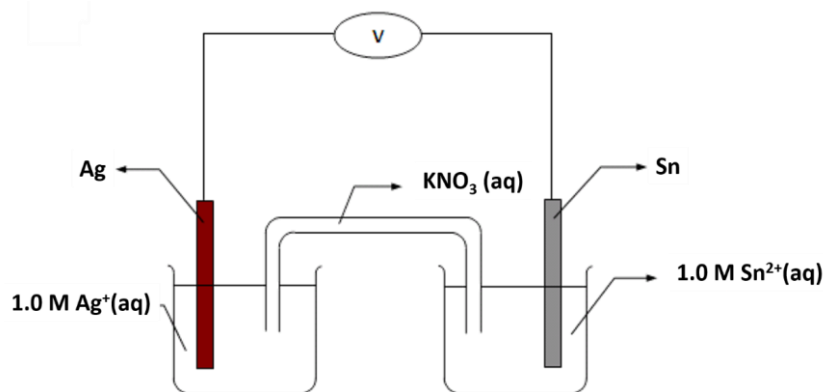
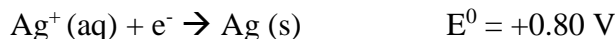
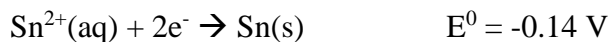
24. 溴與 2-甲基-2-己烯進行反應的主要產物為何?

- (A) 1,2-二溴-2-甲基己烷 (B) 2,2-二溴-2-甲基己烷
 (C) 2,3-二溴-2-甲基己烷 (D) 3,3-二溴-2-甲基己烷
 (E) 2,4-二溴-2-甲基己烷

二、多選題

25. 下列哪些液體之物理性質顯示其分子間作用力很弱？
(A) 高汽化熱 (B) 高熔化熱 (C) 高蒸氣壓 (D) 低沸點 (E) 高臨界溫度

26. 某電池設置如下圖。所牽涉到之標準還原電位為



有關此電池的描述何者正確？

- (A) 銀為陽極 (B) 錫為負極 (C) 電流從銀電極經電線流向錫電極
(D) 鉀離子流向銀半電池 (E) 此電池之標準電位為 0.52 V

27. 在鉀金屬之光電效應實驗中，照射頻率為 f 之入射光會產生速度為 v_e 之電子束。有關此現象下列敘述何者為真？

- (A) f 的範圍最可能落在紅外光。
(B) 此現象最適合說明電子之波性。
(C) 此現象最適合說明光之粒子性。
(D) 照射頻率為 $2f$ 的光，會產生速度為 $2v_e$ 之電子束。
(E) 使用波長更短的光可產生速度更快的電子束。

28. 將一瓶無色透明的溶液分成 4 等份，分別作了以下測試：

- (i) 加入食鹽水，產生白色沉澱，
(ii) 加入硫酸溶液，產生白色沉澱，
(iii) 吹入二氧化碳，沒有反應，
(iv) 加入碘離子，產生黃色沉澱，
則該溶液可能是下面哪一種組合？

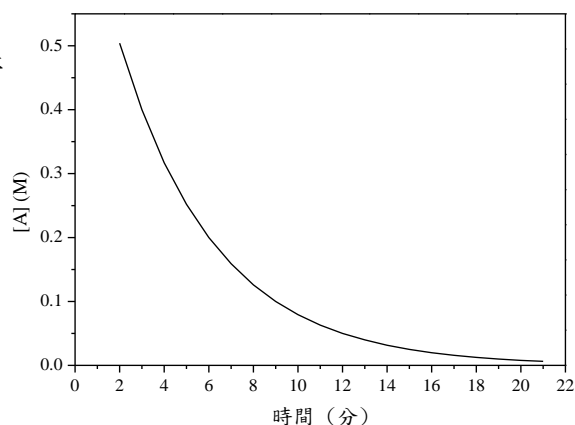
- (A) $\text{Ag}^{+}, \text{Pb}^{2+}$ (B) $\text{Ba}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$ (C) $\text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$ (D) $\text{Ag}^{+}, \text{Ca}^{2+}$ (E) $\text{Ba}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$

29. 在矽晶體中，添加少量下列哪些元素，可以形成 p-型半導體？

- (A) 銻 (B) 鋁 (C) 硼 (D) 銻 (E) 砷

30. 以下何種配製方法(皆在水溶液中)可得到緩衝溶液：
- (A) 相同莫耳的碳酸加碳酸鈉
 (B) 相同莫耳的鹽酸加其鹽類 NaCl
 (C) 1 莫耳的鹽酸加 1/2 莫耳的氫氧化鈉
 (D) 1/2 莫耳的氫氧化鈉加入 1 莫耳的醋酸
 (E) 以 1.5 莫耳的鹽酸混合 1 莫耳的草酸鈉($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$)後加水
31. 硫代硫酸鈉可與水中溶解的氯進行氧化還原反應，其反應式如下：
- $$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \underline{\text{甲}} \text{Cl}_2 + \underline{\text{乙}} \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaHSO}_4 + \underline{\text{丙}} \text{HCl}$$
- 以下敘述何者正確？
- (A) 丙一定是甲的 2 倍
 (B) H_2O 之係數乙是 4
 (C) Cl_2 是被氧化的物種
 (D) S 的氧化數由 +2 變成 +6
 (E) 硫代硫酸鈉也可以與 I_3^- 進行反應
32. 已知下列化學反應成立：
- $$\text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Sn}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Pb}_{(\text{s})} + \text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})}$$
- $$\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Ni}_{(\text{s})} + \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$$
- $$\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Ni}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Sn}_{(\text{s})} + \text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$$
- 下列何者正確？
- (A) $\text{Sn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Fe}_{(\text{s})} \rightarrow$ 無反應
 (B) $\text{Pb}_{(\text{s})} + \text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Pb}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Ni}_{(\text{s})}$
 (C) 氧化力 $\text{Pb}^{2+} > \text{Sn}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$
 (D) $\text{Fe}_{(\text{s})}$ 與 $\text{Pb}_{(\text{s})}$ 均可被 1M 之 $\text{Ni}^{2+}_{(\text{aq})}$ 溶解
 (E) $\text{Fe}_{(\text{s})}$ 的還原能力居四者之冠
33. 下列那些物質混合可產生氫氣？
- (A) 稀硫酸 + 鋅粒 (B) 稀硫酸 + 銅 (C) 稀鹽酸 + 大理石顆粒
 (D) 水 + 鈉 (E) 氫氧化鈉 + 鹽酸
34. 鉛蓄電池的放電反應： $\text{Pb}_{(\text{s})} + \text{PbO}_{2(\text{s})} + \text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{HSO}_4^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{PbSO}_{4(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ (係數未平衡)，下列對放電反應的敘述何者正確？
- (A) 負極產生 H^+ 離子
 (B) 正、負極的重量皆減少
 (C) 電池內電解質溶液的比重變小
 (D) 各項係數為最小整數的平衡反應式，其總和為 12
 (E) 正極的半反應式： $\text{PbO}_{2(\text{s})} + 3\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{HSO}_4^-_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_{4(\text{s})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$

35. 某生在 25 °C 及 1 大氣壓下，量測反應 $A \rightarrow X + 2Y$ 的反應速率，圖是反應進行中所量測到的反應物 A 的濃度與時間的關係。下列有關該反應的敘述何者正確？



- (A) 此反應為分解反應
- (B) 此反應為二級反應
- (C) 反應物 A 的初始濃度為 0.8 M
- (D) 在反應過程中，反應物 A 分子之間必須互相碰撞，反應才會發生
- (E) 在反應後期，反應物 A 的濃度不再變化，是因為 A 停止反應所造成

36. 已知反應 $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ 。當反應達平衡時，下列哪些措施可促進 COCl_2 的消耗率？

- (A) 加入催化劑
- (B) 升高溫度
- (C) 定壓下通入氮氣
- (D) 定容下通入氫氣
- (E) 壓縮反應的容器體積

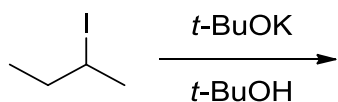
37. 下列有關澱粉、纖維素、蛋白質和去氧核糖核酸的敘述，何者正確？

- (A) 四者皆屬於縮合聚合物
- (B) 會形成螺旋結構的澱粉、蛋白質和去氧核糖核酸皆由氫鍵造成
- (C) 蛋白質和去氧核糖核酸的單體分別為胺基酸和核苷酸，兩者皆屬於羧酸
- (D) 澱粉、纖維素和去氧核糖核酸中的糖基皆屬於六碳糖
- (E) 纖維素、蛋白質和去氧核糖核酸中分別含有醚、醯胺和酯基

38. 下列哪些化合物與酸性過錳酸鉀反應會產生苯甲酸？

- (A) 苯磺酸 (B) 乙基苯 (C) 苯甲醇 (D) 苯甲醛 (E) 甲苯

39. 下式反應可能產生的產物有哪些？



- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

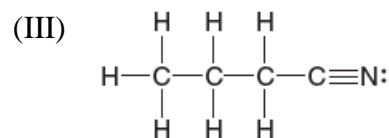
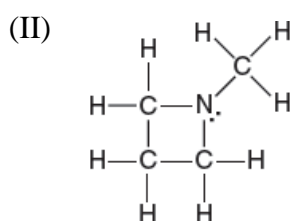
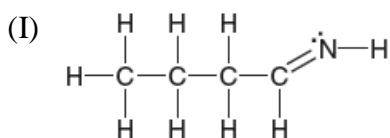
40. 下表中， f^n ， c^n ， b^n 及 i^n 分別代表 碳—氟， 碳—氯， 碳—溴 及 碳—碘 鍵的鍵長 ($C-X$)， 其中 $n = 1 \sim 3$ ， 單位為 Å：

	<u>X = F</u>	<u>X = Cl</u>	<u>X = Br</u>	<u>X = I</u>
$\equiv C-X$	f^1	c^1	b^1	i^1
$\begin{array}{c} // \\ C-X \\ \backslash \end{array}$	f^2	c^2	b^2	i^2
$\begin{array}{c} \backslash \\ C-X \\ / \end{array}$	f^3	c^3	b^3	i^3

下列哪些正確？

- (A) $i^3 > b^3$ (B) $i^2 > i^3$ (C) $c^3 > b^3$ (D) $f^3 > f^2$ (E) $f^1 = f^2$

41. 根據以下三個含氮化合物的結構：



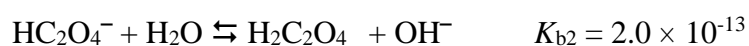
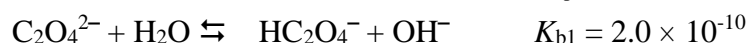
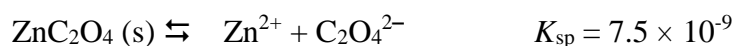
下列敘述哪些正確？

- (A) 化合物 (I) 與 (III) 是組成異構物
 (B) 具有最多 σ -鍵的是化合物 (II)
 (C) 具有最少 σ -鍵的是化合物 (III)
 (D) 具有 π -鍵的是化合物 (I) 與 (II)
 (E) 化合物 (III) 具有 sp -混成軌域的碳原子

三、非選擇題

1. 體積為 10.0 L 之密閉容器內含有 $\text{CS}_2(\text{g})$ 與過量之 $\text{O}_2(\text{g})$ 混合氣體，溫度為 100°C ，壓力為 3.00 atm。當此混合氣體遇到火花即發生爆炸反應，生成兩種原子數相同之氣體，且將 $\text{CS}_2(\text{g})$ 完全耗盡。稍後容器降溫至原 100°C ，容器內氣體壓力總和為 2.40 atm。
- (a) 寫出爆炸時發生的化學反應式。 (5 分)
- (b) 計算爆炸前容器內 $\text{CS}_2(\text{g})$ 所占分壓為何？ (5 分)
- (c) 計算爆炸後容器內 $\text{O}_2(\text{g})$ 所占分壓為何？ (5 分)

2. 在一個 pH 3.00 的緩衝溶液中，已知有以下反應：



- (a) 求出 $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]/[\text{Zn}^{2+}]$ 的比值為何？ (5 分)
- (b) 計算 ZnC_2O_4 的溶解度(M)。 (5 分)
- (c) 問 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的莫耳濃度(M)? (5 分)
3. L、M、Q 和 Z 為週期表中短週期的四個元素，原子序大小順序為 $L < M < Q < Z$ ，且此四元素間有下列的關係：
- (i) 在週期表中，Q 與 M 相鄰，Q 與 Z 也相鄰。
- (ii) M、Q 和 Z 三元素的原子最外層電子數之和為 17。
- 回答下列問題：
- (a) M、Q 和 Z 三種元素在週期表中的相對位置圖。 (3 分)
- (b) M、Q 和 Z 分別代表哪三個元素？ (6 分)
- (c) L、M、Q 和 Z 可以組成一個化合物，其原子個數之比為 8 : 2 : 4 : 1。寫出此化合物的化學式（須以示性式表示）。 (6 分)

4. (a) 異丁烷 (2-甲基丙烷) 與氯反應形成 2-甲基-2-氯丙烷及氯化氫，畫出上述四個化合物的結構並寫出此反應方程式。 (6 分)

(b) 根據下列鍵解離能[‡](bond dissociation energy, 單位為 kJ/mol):

異丁烷的 C-H 鍵	420 及 381	氯	243
2-甲基-2-氯丙烷的 C-Cl 鍵	331	氯化氫	431

計算異丁烷與氯反應的反應熱。 (5 分)

(c) 此反應為吸熱或放熱反應？ (1 分)

(d) 假設由鍵解離能計算所得的反應熱與實際測得的反應熱相當接近，推測此反應的反應機制 (reaction mechanism)。 (3 分)

註：鍵解離能為某特定化學鍵之鍵能，非一般「鍵能」為同類化學鍵之平均值。