

107 年度化學科指定科目考試試卷

總 分

_____年 _____班 學號_____ 姓名_____

參考資料 說明：下列資料，可供回答問題之參考

一、元素週期表（1~36 號元素）

1 H 1.0																	2 He 4.0
3 Li 6.9	4 Be 9.0											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 40.0
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8

二、理想氣體常數 $R = 0.0820 \text{ L atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

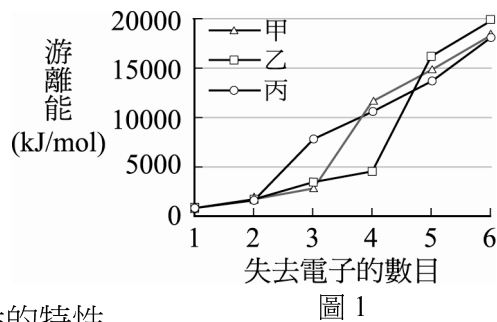
第壹部分：選擇題（占 80 分）

一、單選題（占 60 分）

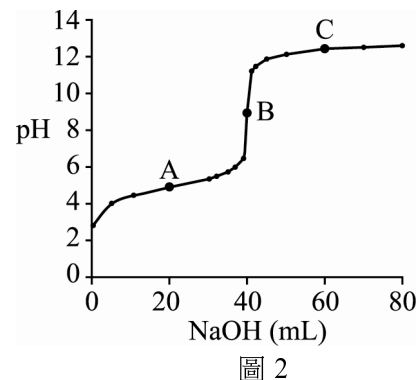
說明：第 1 題至第 20 題，每題有 5 個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在 答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得 3 分；答錯、未作答或畫記多於一個 選項者，該題以零分計算。

- () 1. 根據下列的鍵能數據，試問下列分子中，哪一個具有最容易斷裂的單鍵？
 C-H 413 kJ/mol O-H 467 kJ/mol O-O 146 kJ/mol
 H-H 432 kJ/mol N-H 391 kJ/mol
 (A) 氫氣 (B) 過氧化氫 (C) 水 (D) 氨 (E) 甲烷
- () 2. 相同的溫度下，下列五種物質在水中之酸性強弱順序為 $\text{HClO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN} > \text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$ 。試問下列哪一個反應式的平衡常數最小？
 (A) $\text{HClO}_4(\text{aq}) + \text{CN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCN}(\text{aq}) + \text{ClO}_4^-(\text{aq})$
 (B) $\text{HClO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{ClO}_4^-(\text{aq})$
 (C) $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq})$
 (D) $\text{NH}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$
 (E) $\text{HCN}(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CN}^-(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$

- () 3. 甲、乙、丙為週期表中第三列的三種元素，圖1表示其游離能與失去電子數目的關係。下列有關甲、乙、丙元素的敘述，哪一選項**錯誤**？



- () 4. 以0.1 M的NaOH水溶液滴定某一體積為20 mL、濃度未知的有機單質子酸溶液，其滴定曲線如圖2所示。下列有關此滴定實驗的敘述，哪一選項**正確**？



- (A) 此滴定反應可選擇甲基紅（變色範圍為pH4~6）為指示劑
 (B) 此有機酸的濃度為0.05 M
 (C) 在B點之溶液中H⁺的莫耳數等於OH⁻的莫耳數
 (D) 在C點之溶液為一緩衝溶液
 (E) 此有機酸的解離常數小於 1.0×10^{-4}

5-6題為題組

賈同學在實驗室發現一瓶標籤已脫落的白色粉末狀試藥，為了探究此未知化合物為何，於是依照實驗手冊中[凝固點下降的測定]實驗之步驟做了兩組凝固點測定，以求得此未知物的分子量。

[實驗一] 水的凝固點測定：將純水倒入已置於冷劑（食鹽加冰塊）的試管中（圖3），並立即攪拌，每30秒記錄水的溫度。

[實驗二] 未知化合物溶液的凝固點測定：秤取9.75克的白色粉末，溶於50毫升的純水，攪拌使樣品完全溶解，再如實驗一的步驟將此化合物溶液倒入試管中，每30秒記錄溶液的溫度。

賈同學分別將兩組實驗的數據，以時間（分）為橫軸，溫度（°C）為縱軸作圖，得到如圖4的冷卻曲線。

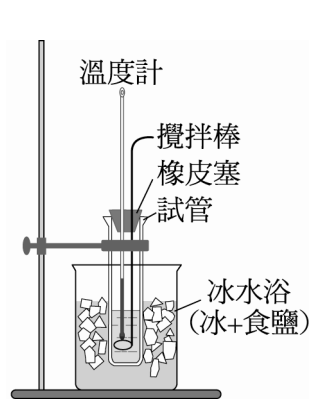


圖3 凝固點測定裝置

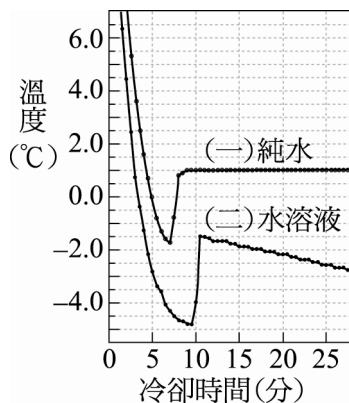


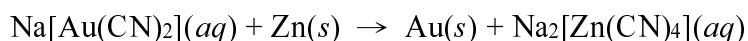
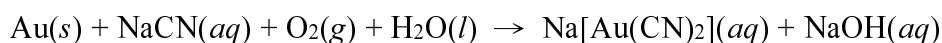
圖4 冷卻曲線圖

- () 5. 試問此化合物的水溶液凝固點下降度數（°C）應最接近下列哪一選項？
 (A) 0.7 (B) 1.4 (C) 2.0 (D) 2.8 (E) 4.8
- () 6. 已知水的凝固點下降常數為 $1.86^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ，則下列哪一選項最可能是此未知化合物的化學式？
 (A) NaCl (B) MgCl₂ (C) CH₄N₂O (D) C₆H₁₂O₆ (E) C₁₂H₂₂O₁₁

- () 7. 早期新北市金瓜石附近除了產金外亦發現銅礦。由銅礦石所得到的粗銅常混著金、銀、鋁、鐵、白金及鋅等金屬。粗銅的純度不高，不適合作為電線、電纜的材料，但可經由電解精煉以提高銅的純度。銅的電解精煉如同實驗室的電解電鍍，精煉時以硫酸銅溶液為電解液，以純銅（精銅）與粗銅分別為兩電極，經通電一段時間後，純銅上的銅增多，同時其中一電極的下方會有金屬泥堆積。下列有關電解精煉銅的敘述，哪一選項正確？
- (A) 金屬泥位於陰極下方
 (B) 金屬泥中含有金
 (C) 金屬泥中含有鐵
 (D) 電解液可以改為硫酸銀溶液
 (E) 以粗銅為陰極，精銅為陽極
- () 8. 1-乙炔基環戊烯分子之碳原子鍵結的混成軌域種類與下列哪一個化合物相同？
- (A) 2,3-戊二烯 (B) 2-丁炔 (C) 1,4-環己二烯
 (D) 甲苯 (E) 丁烯
- () 9. 生物體內含有許多不同種類的脂肪酸，其碳鏈中的碳-碳鍵均為單鍵者稱為飽和脂肪酸，具碳-碳雙鍵者稱為不飽和脂肪酸，不飽和脂肪酸中的碳-碳雙鍵可經由氫化反應形成飽和脂肪酸。若欲使下列1莫耳的不飽和脂肪酸完全氫化為飽和脂肪酸，則哪一選項所需的氫氣莫耳數最多？（括弧內為各脂肪酸的分子式）
- (A) 棉籽油中的軟脂油酸（ $C_{16}H_{30}O_2$ ）
 (B) 向日葵籽油中的亞麻油酸（ $C_{18}H_{32}O_2$ ）
 (C) 豬油中的油酸（ $C_{18}H_{34}O_2$ ）
 (D) 紫蘇油中的次亞麻油酸（ $C_{18}H_{30}O_2$ ）
 (E) 魚油中的DHA（ $C_{22}H_{32}O_2$ ）
- () 10. 有關下列物質的敘述，哪一選項**錯誤**？
- (A) 鑽石與石墨皆為共價網狀固體，但二者的立體結構不同
 (B) NO_2^- 為一彎曲形離子
 (C) NF_3 為一平面三角形分子
 (D) CF_4 雖為非極性分子，但具有極性的共價鍵
 (E) 臭氧分子（ O_3 ）為極性分子，並具有共振結構

11-12題為題組

氰化鈉（ $NaCN$ ）是毒化物，與水反應易生成毒性極強的氰化氫（ HCN ）。人體在短時間內，若吸入高濃度的氰化氫，會導致呼吸停止而死亡。然而，氰化鈉可以提煉黃金，首先將含金的礦物與氰化鈉、氧及水混合反應，生成水溶性的 $Na[Au(CN)_2]$ 與 $NaOH$ 。其次是將生成的混合物過濾，將其濾液中和後，再與鋅反應，可得到金。此二反應式（係數未平衡）如下：



- () 11. 試問 $Na[Au(CN)_2]$ 與 $Na_2[Zn(CN)_4]$ 中的 Au、Zn 的氧化數分別為何？
- (A) +1、+2 (B) +2、+1 (C) +2、+2 (D) +3、+1 (E) +3、+2
- () 12. 下列相關敘述，哪一選項正確？
- (A) 氰化氫分子中沒有孤電子對
 (B) 氰化氫中碳和氮之間是以雙鍵的形式鍵結
 (C) 欲得1莫耳的金，理論上需用4莫耳的氰化鈉
 (D) 欲得1莫耳的金，理論上需用0.5莫耳的鋅

(E)將1莫耳的 $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ 溶於水，會產生7莫耳的離子

- ()13. 石油氣的主要成分是丙烷 (C_3H_8) 和丁烷 (C_4H_{10})，今取少量丙烷和丁烷的混合氣體在充足的氧氣下完全燃燒，將所得的產物，先經過含無水過氯酸鎂的吸收管，再經過含氫氧化鈉的吸收管，兩管的質量分別增加5.58克及10.56克。試問此混合氣體中，丙烷的莫耳分率應為下列哪一選項？

(A) $\frac{2}{3}$ (B) $\frac{3}{4}$ (C) $\frac{2}{5}$ (D) $\frac{3}{5}$ (E) $\frac{4}{7}$

- ()14. 在 25°C 時，下列三個半反應的標準還原電位如下：



則在標準狀態下，下列何者為最強的還原劑？

(A) $\text{Al}^{3+}(\text{aq})$ (B) $\text{Al}(\text{s})$ (C) $\text{I}_2(\text{s})$ (D) $\text{I}^-(\text{aq})$ (E) $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$

- ()15. 氟化鉛 (PbF_2) 為難溶於水的化合物，其溶度積 (K_{sp}) 為 3.2×10^{-8} ，而氫氟酸 (HF) 是弱酸，其酸解離常數 K_{a} 為 6.8×10^{-4} 。若取過量的 PbF_2 固體，加入水中形成飽和溶液，並有剩餘未溶解的 PbF_2 固體。試問加入下列哪一物質於此溶液中，最能增加 PbF_2 的溶解度？

(A) $\text{HNO}_3(\text{aq})$ (B) $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ (C) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ (D) $\text{NaF}(\text{aq})$ (E) $\text{PbF}_2(\text{s})$ 晶體

16-17題為題組

去年八月，某一水圳森林公園的湖水有一段時間常出現死魚，經家畜疾病防治所採取該湖水樣品化驗，發現常見危害環境的化學物質含量並未超過法規標準，死魚樣體送驗也未驗出任何病毒。

- ()16. 下列有關該湖水水質的敘述，何者正確？

(A) 公園湖水若未被污染，則湖內除了水外不含有任何化合物

(B) 此地風大時，湖上的空氣會迅速被風帶走，依勒沙特列原理，此時湖水中的溶氧量會降低

(C) 夏季高溫可使該湖水中溶氧量減少，致使魚群死亡

(D) 若遊客餵食湖內的魚類，使有機物堆積於湖底，有助於水質優養化，可減少湖內魚類的死亡

(E) 若湖水樣品中的二氧化碳濃度下降，則其pH值會略為下降

- ()17. 在 25°C 時，湖水樣品化驗結果顯示湖水之pH值為7.98，假設此數值完全受湖水中某鹼性化合物甲的影響，而當時化合物甲的濃度為0.01 M，則其鹼解離常數應最接近下列哪一數值？

(A) 10^{-4} (B) 10^{-6} (C) 10^{-8} (D) 10^{-10} (E) 10^{-12}

18-19題為題組

林同學欲探究實驗室內一瓶陳舊氯酸鉀 (KClO_3) 試藥的純度，由上課所學得知：氯酸鉀在高溫下可完全分解產生氯化鉀和氧氣，於是取此氯酸鉀試樣 1.50 g，將其加熱分解，以排水集氣法收集氧氣，直到不再有氧氣產生，共收集 250 mL 的氧氣。若實驗時，水的溫度為 32°C 、大氣壓力為 736 mmHg。依上述實驗數據，試回答下列問題。(已知 32°C 時水的飽和蒸氣壓為 36 mmHg，且氧氣的溶解度極小，可忽略不計)

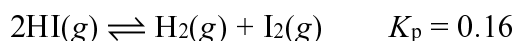
- ()18. 此實驗共收集多少莫耳的氧氣？

(A) 1.6×10^{-3} (B) 4.1×10^{-3} (C) 9.2×10^{-3} (D) 8.8×10^{-2} (E) 7.3×10^{-2}

- ()19. 此氯酸鉀試藥的純度，最接近下列哪一數值 (%)？

(A) 32 (B) 50 (C) 75 (D) 89 (E) 95

() 20. 將1.92克HI氣體注入1.0公升的真空容器內，在732K下進行下列反應：



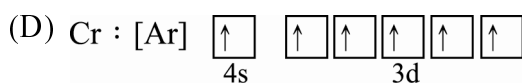
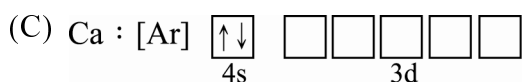
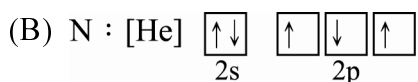
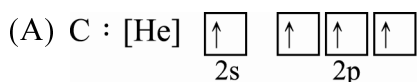
當反應達平衡時，容器內總壓為0.90大氣壓，則此時 HI(g) 的分壓為多少大氣壓？(HI，分子量 = 128)

- (A) 0.20 (B) 0.25 (C) 0.40 (D) 0.50 (E) 0.80

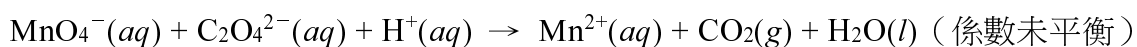
二、多選題 (占 20 分)

說明：第 21 題至第 25 題，每題有 5 個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。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；答錯多於 2 個選項或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

() 21. 電子組態是原子或離子中之電子在軌域的排列狀態，下列原子或離子的基態電子組態，哪些正確？



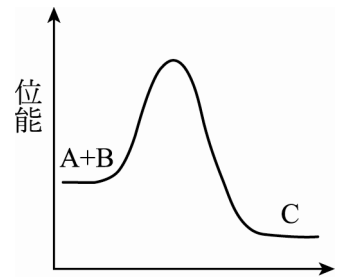
() 22. 室溫時，小明進行草酸鎂的溶度積 (K_{sp}) 測定實驗，將1.12 g草酸鎂固體 (MgC_2O_4 ，式量 = 112) 置於燒杯中，加入100.0 mL純水，並充分攪拌以達溶解平衡，過濾去除未溶解之草酸鎂固體後，得到飽和草酸鎂溶液。精確量取25.0 mL飽和草酸鎂溶液至錐形瓶中，並加入適量的1.0 M $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$ 溶液後，以0.010 M過錳酸鉀溶液進行滴定，共用了10.0 mL始達滴定終點。此滴定的反應式為：



下列有關此實驗的敘述，哪些正確？

- (A) 此滴定反應中，草酸根 ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) 為氧化劑
(B) 此滴定反應不需外加指示劑，僅由溶液本身的顏色變化，即可判斷是否達到滴定終點
(C) 當溶液呈現 Mn^{2+} 紫色，且維持30秒以上時，即表示達到滴定終點
(D) 此滴定必須於酸性溶液中進行，以避免生成其他產物
(E) 此實驗所測得的草酸鎂溶度積應接近 1.0×10^{-4}

() 23. 圖5為反應式 $A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons C(aq)$ 之反應過程的能量變化。下列有關此反應的敘述，哪些正確？



反應過程
圖 5

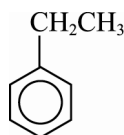
- (A) 該反應為放熱反應
(B) 反應溫度升高時，反應平衡常數會下降
(C) 反應溫度升高時，正向與逆向反應的速率常數皆增加
(D) 反應達平衡時，正向反應速率大於逆向反應速率
(E) 反應達平衡時，正向與逆向反應具有相同的速率常數
- () 24. 在麵包的製作過程中，常以小蘇打 (NaHCO_3) 做為膨鬆劑，然而在使用小蘇打之前，碳酸氫銨 (NH_4HCO_3) 亦曾是這類食品的膨鬆劑。使用碳酸氫銨時，於麵包烘焙過程中 (約 190 至 230°C) 會釋出甲、乙與丙三種氣體，其中甲有刺鼻味，而乙與丙均沒有味道。若於同溫度範圍內使用小蘇打烘焙麵包時，則會產生兩種氣體及碳酸鈉 (Na_2CO_3)。下列有關此兩種烘焙過程的敘述，哪些正確？
- (A) 每1莫耳的碳酸氫銨會產生4莫耳的氣體
(B) 每1莫耳的小蘇打會產生3莫耳的氣體
(C) 使用小蘇打時，不會產生甲
(D) 使用小蘇打時，會產生乙與丙
(E) 使用碳酸氫銨時，所產生的甲是尿素 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$)
- () 25. 下列有關1-丁炔與2-丁炔的敘述，哪些正確？
- (A) 1-丁炔可與2莫耳的溴化氫進行加成反應產生二溴丁烷
(B) 2-丁炔可與2莫耳的溴進行取代反應產生四溴丁烷
(C) 在硫酸與硫酸汞的催化下，1-丁炔可與水反應生成丁醛
(D) 在硫酸與硫酸汞的催化下，2-丁炔可與水反應生成丁酮
(E) 1-丁炔與2-丁炔互為幾何異構物

第貳部分：非選擇題 (占 20 分)

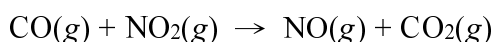
說明：本部分共有三大題，答案必須寫在「答案卷」上，並於題號欄標明大題號 (一、二、三) 與子題號 (1、2、……)，作答時不必抄題，若因字跡潦草、未標示題號、標錯題號等原因，致評閱人員無法清楚辨識，其後果由考生自行承擔。計算題必須寫出計算過程，最後答案應連同單位劃線標出。作答務必使用筆尖較粗之黑色墨水的筆書寫，且不得使用鉛筆。每一子題配分標於題末。

一、化合物甲、乙、丙、丁、戊皆為苯的衍生物且互為同分異構物，分子式為 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ 。其中，化合物甲可經數步驟的化學反應合成止痛劑阿司匹靈。化合物乙與過錳酸鉀溶液在鹼性條件下共熱，再經酸處理可得苯甲酸。已知五個化合物中，化合物丙的沸點最低。化合物乙可與乙酸在硫酸的催化下反應，脫水生成化合物己。試寫出化合物甲、乙、丙、己的結構式。(每一結構式2分，共8分)

範例：乙基苯的結構式可書寫如右：



二、洪同學在實驗室測量下列反應的反應速率：



反應物的初濃度及所得的初速率如下表所示：

$[\text{CO}]_{\text{初}} (\text{M})$	$[\text{NO}_2]_{\text{初}} (\text{M})$	初速率 (M/s)
0.10	0.10	0.0020
0.10	0.20	0.0080
0.20	0.20	0.0080

此反應的反應速率定律式可書寫為：速率 = $k[\text{CO}]^m[\text{NO}_2]^n$

試列出計算式，並求出下列數值。(每一子題 2 分，共 6 分)

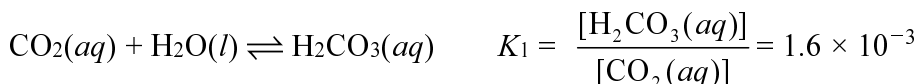
1. 速率定律式中的 m 與 n 值。(2 分)
2. 速率定律式中的速率常數 k 。(2 分)
3. 當 $[\text{CO}]_{\text{初}} = 0.40 \text{ M}$ ， $[\text{NO}_2]_{\text{初}} = 0.10 \text{ M}$ 時，此反應的初速率。(2 分)

三、瓶裝汽水是一種碳酸飲料，其製備是利用亨利定律的原理，將數個大氣壓力的 $\text{CO}_2(g)$ 壓入含糖及調味料飲用水的玻璃瓶中後，再加以密封。依據亨利定律，低溶解度的氣體在溶劑中的溶解度 (S) 與液面上該氣體的分壓 (p) 成正比，其比例常數稱為亨利定律常數 (k_H)，關係式可表示如下：

$$S = k_H \times p$$

式中的 S 與 p 的單位分別為體積莫耳濃度 (M) 與大氣壓力 (atm)，而 CO_2 的 k_H 與溫度的關係如圖 6 所示。 $\text{CO}_2(g)$

溶入水中生成 $\text{CO}_2(aq)$ 後，小部分溶入水中的 $\text{CO}_2(aq)$ 會與水反應形成 $\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$ ，在 25°C 時，其平衡反應式與平衡常數如下：



而 $\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$ 在水中會解離成 $\text{H}^+(aq)$ 與 $\text{HCO}_3^-(aq)$ ，其平衡反應式與平衡常數如下：



今有一未開罐的汽水瓶，於 25°C 時，瓶內上方的 $\text{CO}_2(g)$ 壓力為 2.5 大氣壓，若其性質遵守亨利定律，試列出計算式，並求出下列數值。(每一子題 2 分，共 6 分)

1. 汽水中 $\text{CO}_2(aq)$ 的濃度 (M)。(2 分)
 2. 下列平衡反應式的平衡常數。(2 分)
- $$\text{CO}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}^+(aq) + \text{HCO}_3^-(aq)$$
3. 汽水中氫離子濃度 $[\text{H}^+(aq)]$ (M)。(2 分)

$$(\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73)$$

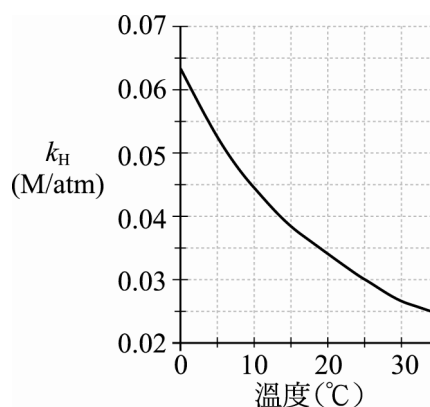


圖 6

試題大剖析

新店高中／林虹均

答案

第壹部分：選擇題

一、單選題

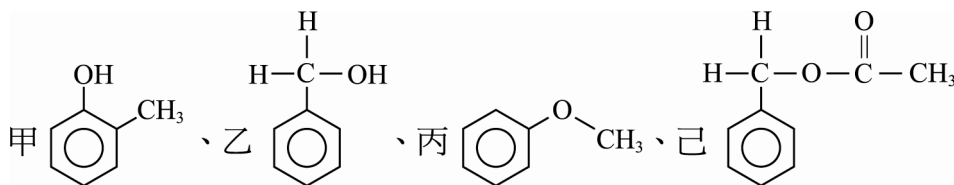
1. B 2. E 3. D 4. E 5. C 6. D 7. B 8. A 9. E 10. C
 11. A 12. D 13. E 14. B 15. A 16. C 17. D 18. C 19. B 20. D

二、多選題

21. CDE 22. BDE 23. ABC 24. CD 25. AD

第貳部分：非選擇題

一、



二、① $m = 0, n = 2$ ② $k = 0.20(\text{M}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$ ③ $r = 2.0 \times 10^{-3}(\text{M/s})$

三、① 0.075M ② $K = 4.0 \times 10^{-7}$ ③ $[\text{H}^+] = 1.7 \times 10^{-4}(\text{M})$

解析

第壹部分：選擇題

一、單選題

1. 出處：基化（二）2-3.1

解析：鍵能愈小，共價鍵愈容易斷裂

(A) H_2 , $\text{H}-\text{H}$, $\text{H}-\text{H}$ 鍵能 = 432 kJ/mol

(B) H_2O_2 , $\text{H}-\ddot{\text{O}}-\ddot{\text{O}}-\text{H}$, $\text{O}-\text{O}$ 鍵能 = $146 \text{ kJ/mol} \Rightarrow$ 具有最小鍵能的 $\text{O}-\text{O}$ 單鍵。

(C) H_2O , $\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}-\text{H}$, $\text{O}-\text{H}$ 鍵能 = 467 kJ/mol

(D) NH_3 , $\begin{array}{c} \ddot{\text{N}} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, $\text{N}-\text{H}$ 鍵能 = 391 kJ/mol

(E) CH_4 , $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{C} \\ | \\ \text{H} \end{array}$, $\text{C}-\text{H}$ 鍵能 = 413 kJ/mol

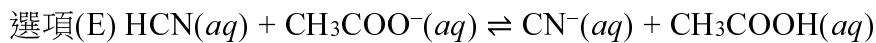
2. 出處：選化（上）5-2.1

解析：

酸	HClO_4	CH_3COOH	HCN	H_2O	NH_3
共軛鹼	ClO_4^-	CH_3COO^-	CN^-	OH^-	NH_2^-

已知酸強度： $\text{HClO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{HCN} > \text{H}_2\text{O} > \text{NH}_3$

故共軛鹼強度： $\text{NH}_2^- > \text{OH}^- > \text{CN}^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{ClO}_4^-$



其中酸性 $\text{HCN} < \text{CH}_3\text{COOH}$

共軛鹼之鹼性 $\text{CH}_3\text{COO}^- < \text{CN}^-$

可知向左反應趨勢較大。

3. 出處：選化（上）1-5.1、1-5.2、1-5.3 選化（下）6-1.5、6-2.1

解析：某元素的 $IE_{n+1} \gg IE_n$ 時，表示元素有 n 個價電子。

（ IE 表示游離能）

由圖 1 可知：

① 甲的 $IE_4 \gg IE_3$ ，故甲有三個價電子，甲為 Al（3A 族）

② 乙的 $IE_5 \gg IE_4$ ，故乙有四個價電子，乙為 Si（4A 族）

③ 丙的 $IE_3 \gg IE_2$ ，故丙有二個價電子，丙為 Mg（2A 族）

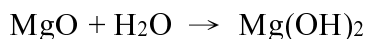
(A) 原子半徑：丙 > 甲 > 乙。同週期元素，愈往右半徑愈小。

(B) 電負度：乙 > 甲 > 丙。同週期元素，愈往右電負度愈大。

(C) Al 為二性元素，可溶於強酸，亦可溶於強鹼。

(D) Si 和 C 可形成 SiC，SiC（碳化矽）為共價網狀固體，高熔、沸點，但不具延展性。

(E) 金屬氧化物若可溶於水，呈鹼性。氧化鎂(MgO)微溶於水，反應式如下：



4. 出處：選化（上）5-2.2、5-4.1、5-5.1、5-5.2

解析：(A) 由圖可知當量點（B 點）的 pH 值大於 8.3 接近 9，但甲基紅變色範圍為 pH 4~6，當量點的 pH 值應落在指示劑的變色範圍內，故不可使用甲基紅。

(B) 滴定至當量點（B 點）消耗 NaOH 40 ml

$$\Rightarrow \frac{\text{酸所解離出的 } \text{H}^+ \text{ 莫耳數} = \text{鹼所解離出的 } \text{OH}^- \text{ 莫耳數}}{\text{假設有機單質子酸的濃度為 } x(\text{M})}$$

$$x \times \frac{20}{1000} \times 1 = 0.1 \times \frac{40}{1000} \times 1$$

$$x = 0.2 (\text{M})$$

(C) B 點的 pH 約為 9（大於 7 甚多），

故溶液呈鹼性 $\Rightarrow [\text{OH}^-] > [\text{H}^+]$ ，

同乘以該點的溶液體積 V

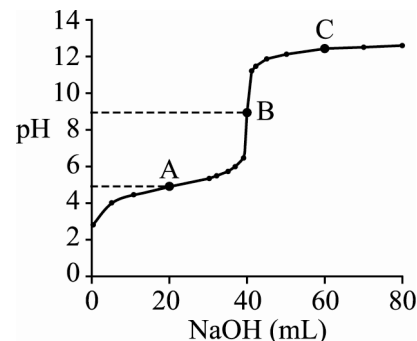
$$\Rightarrow [\text{OH}^-] \times V > [\text{H}^+] \times V$$

$$\Rightarrow \text{OH}^- \text{ mol 數} > \text{H}^+ \text{ mol 數}。$$

(D) C 點已超過當量點。緩衝溶液應為弱酸與弱酸鹽或弱鹼與弱鹼鹽所形成的溶液，應為圖中的 A 點。

(E) $[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$ ，在 A 點（半當量點）時， $\frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]} = 1$ ，即 $K_a = [\text{H}^+]$ 。

由圖可知，在 A 點時 $\text{pH} > 4$ ，故 $K_a < 10^{-4}$ 。



5. 出處：選化（上）4-3.4、選化實驗

解析：由圖中的冷卻曲線可知實驗有過冷現象。

圖中的（一）純水的凝固點為 1.0°C ，

（二）水溶液的凝固點為 -1.0°C ，

故此化合物的水溶液凝固點下降度數

$$\Delta T_f = 1.0 - (-1.0) = 2.0 (^{\circ}\text{C})$$

6. 出處：選化（上）4-3.4

解析： $\Delta T_f = K_f \cdot C_m \cdot i$

$$2 = 1.86 \times \frac{9.75}{50 \times 10^{-3}} \times i, \quad \frac{M}{i} = 182$$

$$(A) \text{NaCl} : \frac{M}{i} = \frac{58.5}{2}$$

$$(B) \text{MgCl}_2 : \frac{M}{i} = \frac{95.3}{3}$$

(C) $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ 必為分子化合物，可能為尿素 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ，或其他不會解離的有機物，由於是

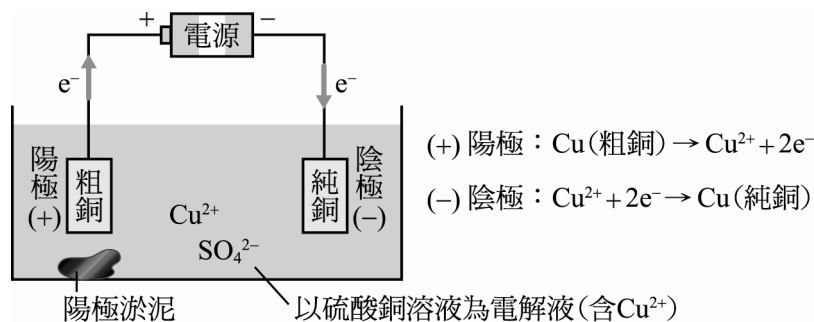
非電解質，故 $\frac{M}{i} = \frac{60}{1}$

$$(D) \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 : \frac{M}{i} = \frac{180}{1}$$

$$(E) \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} : \frac{M}{i} = \frac{342}{1}$$

7. 出處：選化（上）3-4.3 選化（下）6-3.1

解析：電解精煉銅裝置：



(A) 金屬泥應位於陽極下方。

(B) 正確，因金、銀、白金等活性較小故沉積於陽極下方。

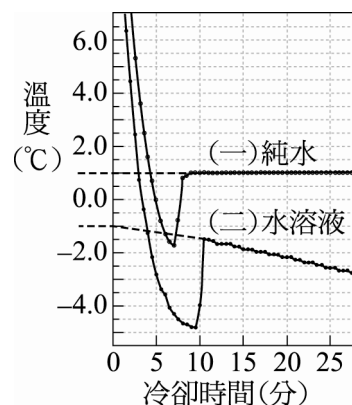
(C) 金屬泥中因鐵的活性大於銅，故電解時鐵亦被氧化為陽離子，陽極淤泥中已不含鐵。

(D) 不可，因硫酸銀 (Ag_2SO_4)

$\text{Ag}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ， Ag^+ 的還原電位高於 Cu^{2+} 還原電位，

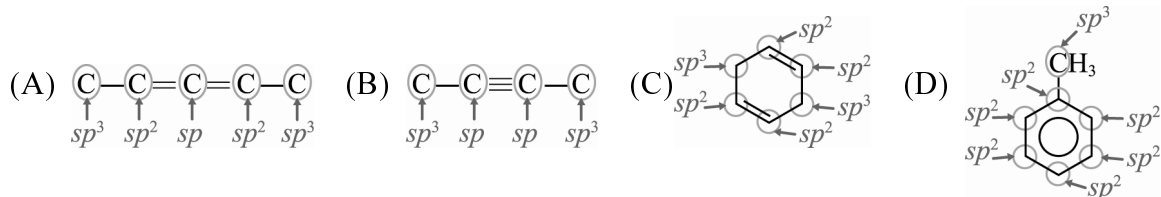
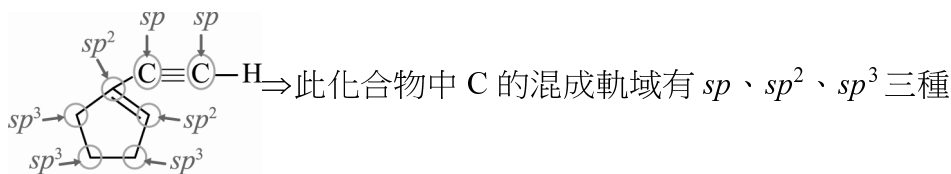
陰： $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ ，如此將無法精煉銅。

(E) 以粗銅為陽 (+) 極，純銅為陰 (-) 極。

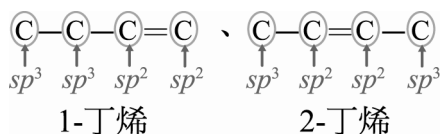


8. 出處：選化（上）2-2.2、2-3.2

解析：1-乙炔基環戊烯：



(E)沒有說明是 1-丁烯或 2-丁烯，雖說不影響答案，但應該要說明。



9. 出處：選化（下）7-1.1、7-1.2、7-6.2

解析：(A) $C_{16}H_{30}O_2=C_{15}H_{29}COOH$ ，15 個 C 其最大 H 數=32，但 1 個 H 被 COOH 取代只剩 31，

故有 1 個雙鍵($\frac{31-29}{2}=1$)，需要 1 mol 的 H_2 。

(B) $C_{18}H_{32}O_2=C_{17}H_{31}COOH$ ，17 個 C 其最大 H 數=36，但 1 個 H 被 COOH 取代只剩 35，

故有 2 個雙鍵($\frac{35-31}{2}=2$)，需要 2 mol 的 H_2 。

(C) $C_{18}H_{34}O_2=C_{17}H_{33}COOH$ ，17 個 C 其最大 H 數=36，但 1 個 H 被 COOH 取代只剩 35，

故有 1 個雙鍵($\frac{35-33}{2}=1$)，需要 1 mol 的 H_2 。

(D) $C_{18}H_{30}O_2=C_{17}H_{29}COOH$ ，17 個 C 其最大 H 數=36，但 1 個 H 被 COOH 取代只剩 35，

故有 3 個雙鍵($\frac{35-29}{2}=3$)，需要 3 mol 的 H_2 。

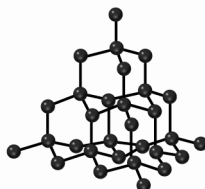
(E) $C_{22}H_{32}O_2=C_{21}H_{31}COOH$ ，21 個 C 其最大 H 數=44，但 1 個 H 被 COOH 取代只剩 43，

故有 6 個雙鍵($\frac{43-31}{2}=6$)，需要 6 mol 的 H_2 。

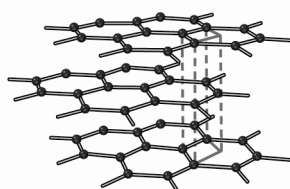
10. 出處：基化（二）2-3.2 選化（上）2-2.2、2-3.2、2-3.3、2-3.4

解析：(A)正確

鑽石



石墨



(B)以 AX_mE_n 判斷分子形狀及混成軌域

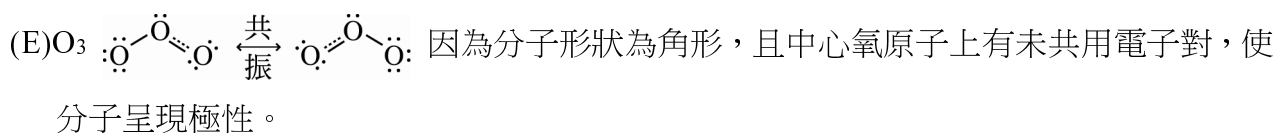
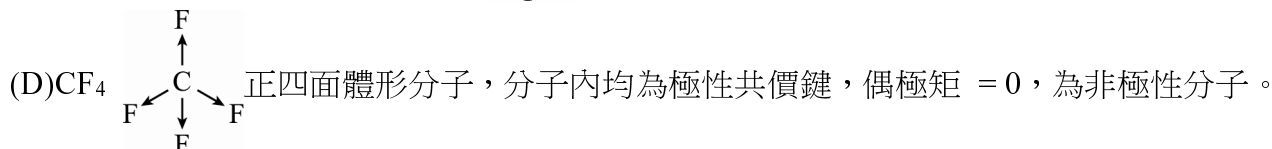
$\left\{ \begin{array}{l} A: \text{中心原子} \\ X: \text{外圍鍵結原子} (m: \text{個數}) \\ E: \text{中心原子旁孤電子對} (n: \text{對數}) \end{array} \right.$

$$\text{NO}_2^- \begin{cases} m = 2 \\ n = \frac{5 - 2 \times 2 + 1}{2} = 1 \end{cases}, m + n = 2 + 1 = 3,$$

NO_2^- 為 sp^2 混成，彎曲形（角形）離子 $\text{O}-\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}=\text{O}$ 。

$$\text{(C)NF}_3 \begin{cases} m = 3 \\ n = \frac{5 - 1 \times 3}{2} = 1 \end{cases}, m + n = 3 + 1 = 4$$

NF_3 為 sp^3 混成，角錐形分子 $\text{F}-\overset{\cdot\cdot}{\text{N}}(\text{F})_2$ 。



11. 出處：選化（下）6-3.3

解析：Na[Au(CN)₂]與 Na₂[Zn(CN)₄]皆為錯合物：

①Au、Zn 為配位中心；② CN⁻ 為單牙配位基；③在化合物中，Na 必為 + 1 價，

故 Na[Au(CN)₂] (+ 1) + x + (- 1) × 2 = 0, x = + 1

+ 1 x (- 1) × 2

Na₂[Zn(CN)₄] (+ 1) × 2 + y + (- 1) × 4 = 0, y = + 2

(+ 1) × 2 y (- 1) × 4

12. 出處：選化（下）6-3.3 基化（二）2-3.1

解析：(A) 氰化氫：HCN, H-C≡N: , N 原子上有一對孤電子對。

(B) H-C≡N: , C 和 N 之間以參鍵相連。

(C) 4Au + 8NaCN + O₂ + 2H₂O → 4Na[Au(CN)₂] + 4NaOH……①

2Na[Au(CN)₂] + Zn → 2Au + Na₂[Zn(CN)₄]……②

由①、②式可知，欲得 1 莫耳的金，需用 2 莫耳的氰化鈉(NaCN)。

(D) 由②式可知，欲得 1 莫耳的金，需用 0.5 莫耳的鋅。

(E) Na₂[Zn(CN)₄](aq) → 2Na⁺(aq) + [Zn(CN)₄]²⁻(aq)，應產生 3 莫耳的離子。

13. 出處：選化（下）7-1.1

解析：設丙烷 C₃H₈ 為 x mol，則其產生 CO₂ 為 3x mol，H₂O 為 4x mol

丁烷 C₄H₁₀ 為 y mol，則其產生 CO₂ 為 4y mol，H₂O 為 5y mol

∴ 混合氣體燃燒產生 H₂O 5.58 克，CO₂ 10.56 克

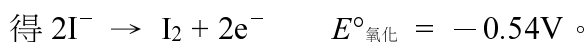
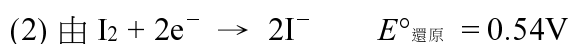
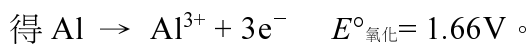
$$\therefore \begin{cases} (4x + 5y) \times 18 = 5.58 \\ (3x + 4y) \times 44 = 10.56 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0.04 \\ y = 0.03 \end{cases}$$

$$\text{故丙烷莫耳分率} = \frac{0.04}{0.04 + 0.03} = \frac{4}{7}$$

14. 出處：選化（上）3-1.2、3-3.1、3-3.2

解析：氧化電位愈高，放出電子的趨勢愈大，為愈強的還原劑。

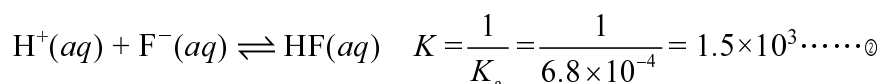
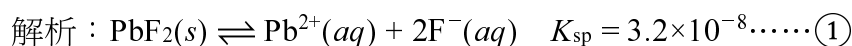
(1) 由 Al³⁺ + 3e⁻ → Al E^o_{還原} = -1.66V



(4) $\because 1.66 > (-0.54) > (-1.51)$

\therefore 還原劑強度： $\text{Al} > \text{I}^- > \text{Mn}^{2+}。$

15. 出處：基化（三）3-4.1、3-4.2



由 $\textcircled{2}$ 式知溶液呈酸性時氫離子與氟離子會結合成 HF。

導致 $\textcircled{1}$ 式 F^- 濃度下降，平衡向右移動， PbF_2 溶解度增加，故選強酸 HNO_3 使溶液呈酸性，可以提高 $\text{PbF}_2(\text{s})$ 的溶解度

16. 出處：基化（一）1-4.3 基化（二）1-4.1，1-4.2

解析：(A)湖水中含有許多可溶於水的礦物質和其他可溶性有機物，以及懸浮物質。

(B)溶氧量為動態平衡，和氣溫、氧氣分壓有關。氧氣溶於水，必須有適當的接觸時間，若風迅速帶走湖上的空氣，是「有可能」會降低溶氧量。但不是依「勒沙特列原理」，應是「亨利定理」。

(C)正確。因溫度愈高氣體的溶解度愈低，有可能因此造成溶氧減少，魚群死亡。

(D)若水質優養化，則溶氧量下降，魚群會死亡。

(E) CO_2 溶於水產生碳酸，pH 值下降；反之，則 pH 值上升。

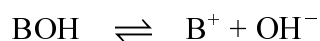
17. 出處：選化（上）5-2.2

解析： $\because \text{pH} + \text{pOH} = 14$ （在 25°C 時）

$\therefore \text{pOH} = 14 - 7.98 = 6.02 \approx 6$

故 $[\text{OH}^-] = 10^{-6}$ ，鹼性化合物甲(BOH)

（註：本題未說明鹼性化合物甲為幾元鹼，先假設為一元鹼。）



$$\frac{0.01 - 10^{-6}}{0.01 - 10^{-6}} \times \frac{10^{-6}}{10^{-6}} = \frac{10^{-6}}{10^{-6}}$$

≈ 0.01

$K_{\text{b}} = \frac{[\text{B}^+][\text{OH}^-]}{[\text{BOH}]} = \frac{(10^{-6})^2}{0.01} = 10^{-10}。$

18. 出處：基化（三）1-3.1、1-4.1、1-4.2

解析：由 $PV = nRT$

得 $\left(\frac{736 - 36}{760}\right) \times 0.250 = n \times 0.082 \times (273 + 32)$

$n = 9.21 \times 10^{-3} \text{ (mol)}$

19. 出處：基化（一）3-3.1、3-3.2

解析：由上題知 $2\text{KClO}_3(\text{s}) \xrightarrow[\Delta]{\text{MnO}_2} 2\text{KCl}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ 生成 $9.21 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 的 O_2 ，

再由反應式可知每生成 1 mol 的 O_2 ，需消耗 $\frac{2}{3}$ mol 的 $KClO_3$ ，

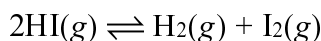
$$\text{故純度} = \frac{9.2 \times 10^{-3} \times \frac{2}{3} \times 122.5}{1.5} \times 100\% \approx 50\%$$

20. 出處：基化（三）1-4.1、3-2.1、3-2.2

解析：依 $PV = nRT$

$$\Rightarrow P \times 1.0 = \left(\frac{1.92}{128}\right) \times 0.082 \times 732$$

$$\Rightarrow P = 0.90 \text{ (atm)}$$



$$\begin{array}{ccc} 0.9 & & \\ -2x & +x & +x \\ \hline 0.9 - 2x & x & x \end{array}$$

$$\text{則 } K = \frac{P_{H_2} \cdot P_{I_2}}{P_{HI}^2} = \frac{x \cdot x}{(0.9 - 2x)^2} = 0.16,$$

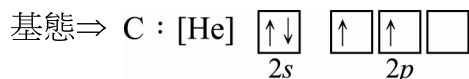
$$x = 0.2, \text{ 故 } P_{HI} = 0.9 - 2 \times 0.2 = 0.5 \text{ (atm)}。$$

二、多選題

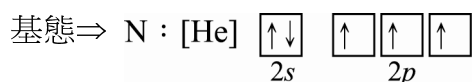
21. 出處：選化上 1-4.1、1-4.2

解析：基態電子組態需滿足遞建原理，包立不相容原理以及洪德定則

(A) 違反遞建原理，



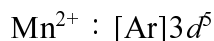
(B) 違反洪德定則，



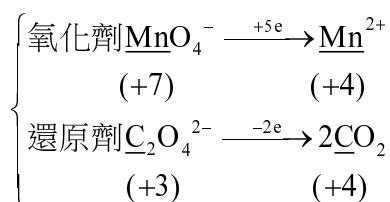
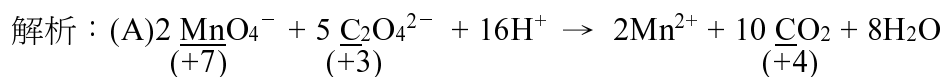
(C) 正確 $\Rightarrow Ca : [\text{Ar}]4s^2$

(D) 正確 $\Rightarrow Cr : [\text{Ar}]3d^5 4s^1$ (d 軌域半填滿時最穩定)

(E) 正確 $\Rightarrow Mn : [\text{Ar}]3d^5 4s^2$

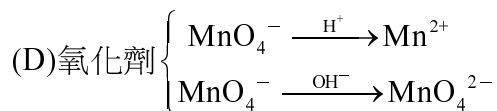


22. 出處：選化上 3-2.1，基化（三）3-4.1，選化實驗



(B) 當 $C_2O_4^{2-}$ 消耗完，多加 1 滴 MnO_4^- 進入錐形瓶，則呈現淡紫色，顏色不褪去，不需外加指示劑

(C) 滴定終點為維持 MnO_4^- 的淡紫色 30 秒以上



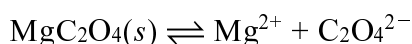
在不同 pH 值溶液中， MnO_4^- 的還原產物不同。

若此實驗控制 pH 值為酸性，則確保 MnO_4^- 還原產物只有 Mn^{2+} 。

(E) MnO_4^- 得到的電子莫耳數 = $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 放出的電子莫耳數

$$0.01 \times 0.01 \times 5 = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \times 0.025 \times 2$$

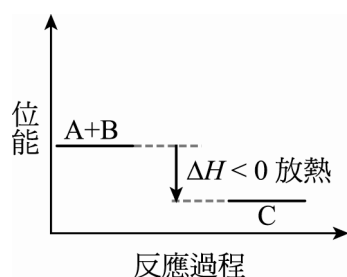
$$\therefore [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 0.01(\text{M})$$



$$\text{MgC}_2\text{O}_4 \text{ 之 } K_{sp} = [\text{Mg}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]^2 = 0.01 \times 0.01 = 1.0 \times 10^{-4}$$

23. 出處：基化（三）2-2.2、2-3.3、3-1.1、3-1.2

解析：(A) 觀察反應位能圖之始末，產物 C 的位能比反應物(A + B)低，故為放熱反應



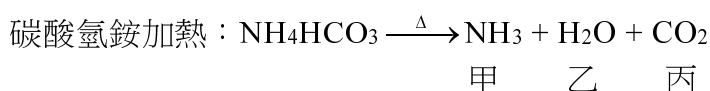
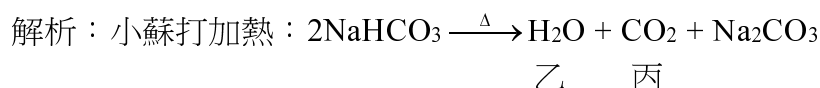
(B) ∵ 放熱反應 ∴ $T \uparrow$ 則平衡向左移動， K 值變小

(C) ∵ $T \uparrow$ ∴ $R_{\text{正}} \uparrow$ ， $R_{\text{逆}} \uparrow$ ，正、逆反應

速率常數皆增加

(D)(E) 平衡時 $R_{\text{正}} = R_{\text{逆}}$ ，但 $k_{\text{正}}$ 不一定等於 $k_{\text{逆}}$

24. 出處：選化（下）6-2.3

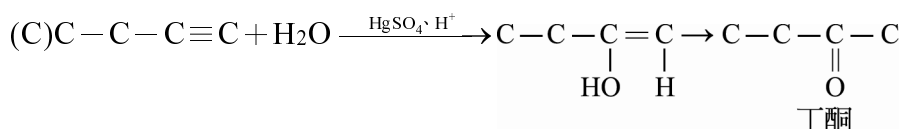
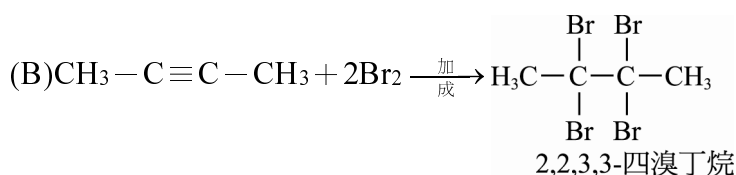
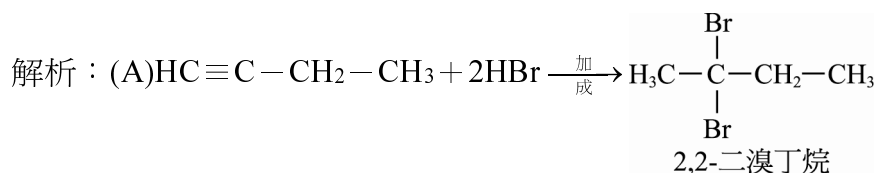


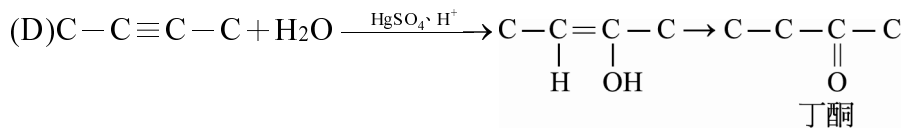
(A) 每 1 mol 的碳酸氫銨加熱會產生 3 mol 氣體： NH_3 1 mol + H_2O 1 mol + CO_2 1 mol

(B) 每 1 mol 的小蘇打加熱會產生 2 mol 氣體： H_2O 1 mol + CO_2 1 mol

(C)(D)(E) NH_3 有刺鼻味，為甲氣體。 H_2O 、 CO_2 皆無味，為乙、丙氣體

25. 出處：選化（下）7-1.2、7-2.2、7-2.3



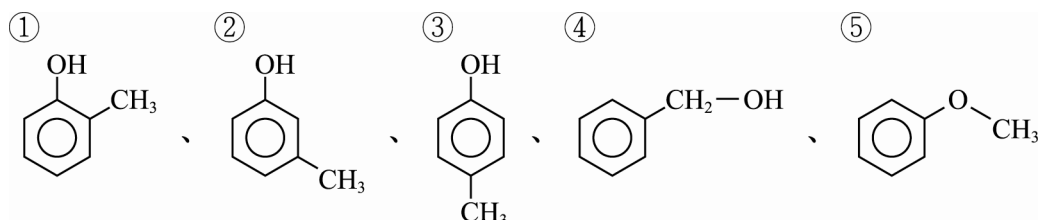


(E) 互為結構異構物之位置異構物。

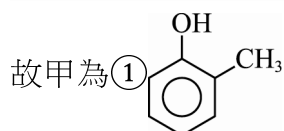
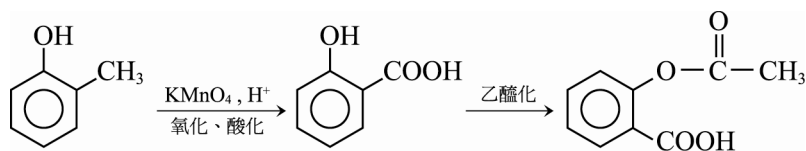
第貳部分：非選擇題

一、出處：選化（下）7-2.4、7-4.1、7-4.3、7-6.1、7-6.2

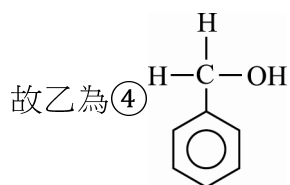
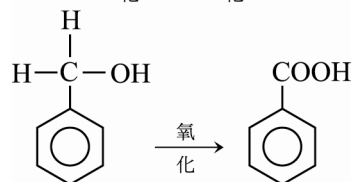
解析： C_7H_8O 為苯的衍生物有以下五種可能：



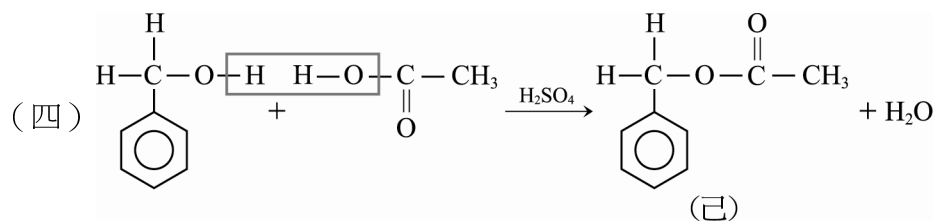
(一) 化合物甲可合成阿司匹靈（乙醯柳酸），乙醯柳酸是由鄰經基苯甲酸經由乙醯化合成的



(二) ④為苯甲醇，為一級醇， $1^\circ \text{醇} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{醛} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{酸}$



(三) 丙沸點最低，應為醚類⑤ 甲（基）苯（基）醚，甲苯醚



二、出處：基化（三）2-1.1，2-1.2，2-1.3

解析：1. 已知速率定律式為 $R = k(\text{CO})^m[\text{NO}_2]^n$

$$\text{則 } \frac{R_1}{R_2} = \frac{k \times 0.10^m \times 0.10^n}{k \times 0.10^m \times 0.20^n} = \frac{0.0020}{0.0080}, \left(\frac{0.10}{0.20}\right)^n = \frac{1}{4}, n = 2$$

$$\frac{R_2}{R_3} = \frac{k \times 0.10^m \times 0.20^n}{k \times 0.20^m \times 0.20^n} = \frac{0.0080}{0.0080}, \left(\frac{0.10}{0.20}\right)^m = 1, m = 0$$

故 $m = 0, n = 2$

$$2. \text{ 由 } R_1 \text{ 得 } k \times 0.10^0 \times 0.10^2 = 0.0020, k = 0.20 \left(\frac{1}{\text{M} \cdot \text{s}}\right)$$

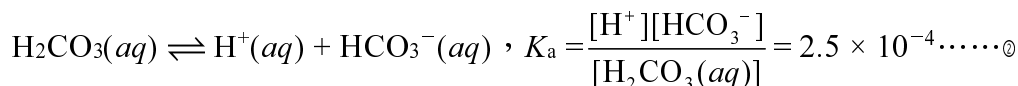
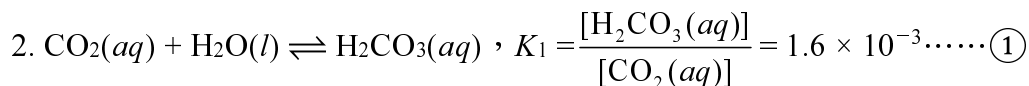
$$3. R = 0.20 \times 0.40^0 \times 0.10^2 = 2.0 \times 10^{-3} \left(\frac{\text{M}}{\text{s}}\right)$$

三、出處：基化（三）1-4.1、3-2.1，選化（上）5-2.2

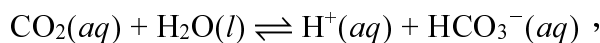
解析：1. 由圖 6 可知，溫度 25°C 時， CO_2 之 $k_{\text{H}} = 0.03(\text{M}/\text{atm})$

根據亨利定律，當 $p_{\text{CO}_2(\text{g})} = 2.5 \text{ atm}$ 時，

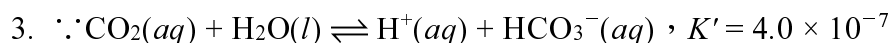
$$S = k_{\text{H}} \times p = 0.03 \times 2.5 = 0.075(\text{M})。$$



$\textcircled{1} + \textcircled{2}$



$$K' = K_1 \cdot K_{\text{a}} = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2(\text{aq})]} = 1.6 \times 10^{-3} \times 2.5 \times 10^{-4} = 4.0 \times 10^{-7}。$$



$$\begin{aligned} \therefore \text{因 } K' \text{ 很小, } \text{CO}_2 \text{ 可視為一元弱酸, } [\text{H}^+] &= \sqrt{C_0 \times K_{\text{a}}} = \sqrt{0.075 \times 4.0 \times 10^{-7}} \\ &\doteq 1.7 \times 10^{-4}(\text{M})。 \end{aligned}$$

（註：此處的 K_{a} 即為 K' ）