

- ◆ 以下題目共 九 大題，每題配分標示於後，總分為 100 分。請將答案書寫於答案本中，並於答案本中標上題號。

一、關於高三實驗課程阿斯匹靈的製備與檢驗，回答下面問題：(共 16 分)

- (1) 寫出乙酐與柳酸的反應式。(2 分)
- (2) 一般高中實驗的設計以哪一藥品為限量試劑？(2 分)
- (3) 反應進行時為何要加入濃硫酸？(2 分)
- (4) 試管為何需保持乾燥？(2 分)
- (5) 乙酐與柳酸反應產生的阿斯匹靈溶於有機溶劑中，如何使阿斯匹靈粗產物沈澱析出並除去另一個產物乙酸？(2 分)
- (6) 將粗產物加入飽和小蘇打水溶液的目的為何？(2 分)
- (7) 不溶於飽和小蘇打水溶液可能產生的副產物為何（實驗可觀察到類似橡皮質感的物質）？(2 分)
- (8) 如何檢驗實驗合成的阿斯匹靈純度？(2 分)

二、一般課本敘述電解食鹽水時，約略有一些說法：電解濃食鹽水陽極可產生氯氣，陰極可產生氫氣及氫氧化鈉；但電解稀薄食鹽水則相當於電解水，陽極產生氧氣，陰極產生氫氣。第 50 屆全國科展化學組有一件作品的實驗結果發現，電解食鹽水的陽極產物可因氯化物種類、外加電壓、電解液濃度改變，陽極產物為氧氣及氯氣的競爭產物。步驟如下：

- (a) 以白金絲為電極的電解槽裝入 480 mL 0.1 M  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ ，通入電壓 6.0 V 電解，以排水集氣法收集陰陽兩極的氣體，並將陽極收集到的氣體與水溶液充分混合，儘量使產生的氯氣溶於水中，收集到的氣體是氧氣。
- (b) 紀錄當時大氣壓為 760 mm-Hg，溫度 25°C (此溫度的水的飽和蒸汽壓為 24 mm-Hg)，收集到氣體體積 30 mL。
- (c) 將電解後的電解液於冰浴下慢慢酸化至 pH 略小於 7，測得總體積是 500 mL，取其中的 50 mL 置入錐形瓶中，加入 0.5 g  $\text{KI}_{(\text{s})}$ 、1 mL 1 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

- (d) 滴定管中加入標準硫代硫酸鈉溶液 (0.01 M)，滴定步驟 (c) 中的錐形瓶溶液，待溶液顏色變淡時，加入澱粉指示劑，當硫代硫酸鈉加至 32 mL 時達當量點。

回答下列問題。(共 14 分)

- (1) 寫出電解濃食鹽水陰極產生氫氣的半反應 (2 分)
- (2) 計算步驟 (b) 中產生氧氣的毫莫耳數 (取至小數下一位) (2 分)
- (3) 寫出步驟 (c) 酸化後，加入 KI、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  所進行的化學反應式 (2 分)
- (4) 解釋為何步驟 (c) 的溶液必須調整至酸性溶液 (2 分)
- (5) 寫出步驟 (d) 的氧化還原反應 (2 分)
- (6) 計算電解產生 30 mL 的氧氣時，同時產生多少毫莫耳的氯氣 (取至小數下一位) (2 分)
- (7) 需以 4 安培的電流，電解多少分鐘才可於陰極電解得到 0.04 克的氫氣 (2 分)

三、回答下列問題 (請以 > 回答) (共 5 分)

- (1) 比較原子之第一游離能大小：K、Na、Mg、Al、P、S、Cl (1 分)
- (2) 比較熔點大小：食鹽、石墨、水、二氧化碳、葡萄糖 (1 分)
- (3) 比較濃度均為 0.1 M 的水溶液的 pH 值大小： (1 分)



- (4) 比較沸點大小：乙醇、乙酸、乙醯胺、乙烷、乙醛 (1 分)
- (5) 比較各分子具有的未鍵結電子對數目：CO、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{NH}_3$  (1 分)

四、已知某溫度時  $\text{AgCl}$  的  $K_{\text{sp}}=2\times 10^{-10}$ ， $\text{NH}_3$  的  $K_{\text{b}}=1.6\times 10^{-5}$ ， $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$  的  $K_{\text{f}}=2\times 10^8$ ，

於該溫度時回答下面問題：(共 10 分)

- (1) 計算  $\text{AgCl}$  的溶解度是多少 ppm ( $\text{AgCl}$  式量 = 143.5) (2 分)
- (2) 計算 0.05 M  $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$  中  $\text{AgCl}$  的溶解度 (以體積莫耳濃度回答) (2 分)
- (3) 寫出  $\text{AgCl}_{(\text{s})}$  溶於氨水中的反應式 (2 分)
- (4) 並計算上列 (3) 反應式的平衡常數 (2 分)
- (5) 計算 6 M 氨水中  $\text{AgCl}$  的溶解度 (以體積莫耳濃度回答) (2 分)

五、填充題(共 5 分)

- (1) 乙烯與弱鹼性過錳酸鉀水溶液反應可產生  $\text{MnO}_2$  及\_\_ (1) \_\_ (中文名稱)，此物質並可作為纖維或塑膠的原料 (1 分)
- (2) 0.01M 莫耳  $\text{CrCl}_3(\text{NH}_3)_5$  水溶液 100 mL，加入足量硝酸銀溶液，可產生\_\_\_\_ (2) \_\_  
\_\_莫耳  $\text{AgCl}$  沈澱 (1 分)
- (3) 於  $25^\circ\text{C}$  時，某雙質子酸 (以  $\text{H}_2\text{A}$  表示)  $K_{a1}$  及  $K_{a2}$  分別是  $10^{-6}$  及  $2 \times 10^{-9}$ ，則其酸式鹽溶於水中屬於\_\_ (3) \_\_性物質 (酸、鹼、中，三擇一) (1 分)
- (4) 氫原子光譜中，來曼系能量最小的譜線與巴耳麥系波長最小的譜線，兩者的波長比為\_\_ (4) \_\_ (1 分)
- (5) 相同溫度、壓力時，氫氣與氧氣的擴散速率比是\_\_ (5) \_\_ (1 分)

六、下列此大題為配位化學部分(錯離子)：(共 6 分)

- (1) 下列有關錯離子中心原子之配位數，下列敘述何者正確？(多重題)(1 分)
- (A) 鋅離子在氨水溶液中  $\text{Zn}$  之配位數通常為 4  
(B)  $\text{Cr}(\text{OH})_4^-$  在鹼性水溶液中  $\text{Cr}$  之配位數為 4  
(C) 在  $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$  中  $\text{Fe}$  之配位數為 3  
(D) 在  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  中  $\text{Ni}$  之配位數為 4  
(E)  $\text{Co}^{2+}$  在水溶液中配位數為 6
- (2) 下列何者為直線型分子或離子？(多重題) (1 分)
- (A)  $\text{SO}_2$             (B)  $\text{SCN}^-$             (C)  $\text{NO}_2$             (D)  $\text{N}_2\text{O}$             (E)  $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$
- (3) 下列何者有順反異構物？(多重題) (1 分)
- (A)  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$             (B)  $\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$             (C)  $\text{N}_2\text{F}_2$   
(D)  $\text{HOOC}-\text{CH}=\text{CH}_2$             (E)  $\text{Cr}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_3$
- (4) 下列何者會產生共振效應？(多重題) (1 分)
- (A)  $\text{N}_2\text{O}_4$             (B)  $\text{SO}_3^{2-}$             (C)  $\text{ClO}_3^-$             (D)  $\text{CO}_3^{2-}$             (E)  $\text{SO}_3$

(5) 請寫出下列化學式 (每格 1 分)

黃血鹽\_\_\_\_\_ 普魯士藍\_\_\_\_\_

七、寫出下列反應的平衡方程式 (須完整平衡係數): (每小題 2 分, 共 4 分)

(1) 勒克朗舍乾電池全反應。

(2) 金溶於王水中。

八、計算與問答題(共 30 分)

1. 一般在實驗室中常常會利用葡萄糖來進行銀鏡實驗

(1) 請寫出葡萄糖與多倫試劑之反應方程式 (2 分)

(2) 若反應過程中產生 1.08 克的銀鍍在玻璃器壁上請問有多少克的葡萄糖參與

反應【Ag=108, H=1, C=12, O=16】 (2 分)

2. 已知目前在許多 PVC 塑膠中常加入許多塑化劑 DEHP(分子式  $C_{24}H_{38}O_4$ ), DEHP 可由 A(分子式  $C_8H_6O_4$ ) 和 B(示性式  $CH_3(CH_2)_3CH(C_2H_5)CH_2OH$ ) 反應製造

(1) 已知 A 含有苯環的結構, 0.5 莫耳的 A 與足量的  $NaHCO_{3(aq)}$  反應, 最多可產生 22.4 升的  $CO_2$  (STP 下), 加入適當的催化劑, A 和溴反應只產生兩種一溴取代物, 請畫出 A 的結構式 (2 分)

(2) 請畫出 DEHP 之結構式 (2 分)

3. 四氧化二氮氣體, 加熱至  $77^\circ C$  後壓力為 1 atm, 密度為 2.4 克/升

(1) 請問此時四氧化二氮之解離百分率為多少? (2 分)

(2) 請寫出解離反應方程式, 並求出平衡常數  $K_p$ ? (2 分)

4. 反應  $CaCO_{3(s)} \rightleftharpoons CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$ , 平衡常數  $K_p = 1.2$  ( $727^\circ C$ ), 試計算將 40 克碳酸鈣置於 10.0 升真空容器中, 加熱至  $727^\circ C$ , 而達平衡時, 未變化之碳酸鈣的百分率? (2 分)

5. 有 0.1M 的硝酸鎂溶液 1000 毫升，欲使其所含  $\text{Mg}^{2+}$  之 80% 產生沉澱，須加 2.0M 碳酸鈉溶液約多少毫升？（2 分）
6. 已知氫氟酸之  $K_a = 6.0 \times 10^{-5}$ ，現取 1.0 升 2.0M 的氫氟酸水溶液與 1.0 升 2.0M 的氫氯酸水溶液混合，求混合後
- (1)  $[\text{H}^+] = ?$ （2 分）
- (2)  $[\text{F}^-] = ?$ （2 分）
7. 莫耳分解熱、莫耳溶解熱、與莫耳解離熱有何差別？
- 請解釋，解釋過程需列出方程式說明（4 分）
8. 未知濃度的  $\text{KMnO}_4$  水溶液 30 毫升於酸性條件下，加入過量的  $\text{KI}$ ，使  $\text{KMnO}_4$  完全還原成  $\text{Mn}^{2+}$ ，再用 0.05 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  滴定所得的  $\text{I}_2$ ，用去 45.0 毫  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 。則原  $\text{KMnO}_4$  的濃度為多少 M？（2 分）
9. 將三氯乙酸 1.635 克溶於 100 克的苯中，得溶液之凝固點為  $5.14^\circ\text{C}$ ，已知三氯乙酸會發生偶合形成二聚物 (dimer)： $2 \text{CCl}_3\text{COOH} \rightarrow (\text{CCl}_3\text{COOH})_2$ ，則其偶合率為多少%？（已知苯的凝固點為  $5.5^\circ\text{C}$ ， $K_f = 5.12^\circ\text{C}/\text{m}$ ； $\text{CCl}_3\text{COOH} = 163.5$ ）（2 分）
10. 市面上最近有一種「等滲透壓」飲料。人體血液中的滲透壓為 7.7 atm，若飲料內只含有葡萄糖與氯化鈉兩種成分，已知該飲料中每 200 毫升含有葡萄糖 9.0 克，則其中還有氯化鈉多少毫克？（ $\text{NaCl} = 58.5$ ）（2 分）

九、下列此大題為高二反應速率教學之問題部分

1. 當進行反應速率之教學時，常會遇到一個問題，學生拿出參考書，參考書內容提及溫度不改變活化能但是卻能改變反應熱，而老師課堂中教師會教到  $\Delta H = E_a(\text{正}) - E_a(\text{逆})$ ，兩者間產生衝突，請問你接下來如何對學生說明？（5 分）
2. (1) 何謂低能障與活化能？此兩者有何不同？（2 分）
- (2) 溫度升高時反應速率會增加之主要原因與次要原因分別為何？請解釋（3 分）