

IB 化學 SL Paper 2 結構題模擬卷 | 6 題 · 50 分 · 1 小時 15 分

中五至中六 (IB SL) 化學 | 時限：75 分鐘 | 總分：50 分 | 共 6 題

甲部：數據題 (30 分)

結構題：須列出計算步驟，答案須附正確單位；每題所有小題均須作答。全卷 50 分。

1. 在 25°C 下，把大理石碎塊（碳酸鈣）加入 50.0 cm^3 1.00 mol dm^{-3} 鹽酸，量度放出的二氧化碳體積。時間/s：0、20、40、60、80、100；體積/ cm^3 ：0、24、40、50、54、55。(a) 計算最初 20 s 的平均反應速率 ($\text{cm}^3\text{ s}^{-1}$)。(2 分) (b) 計算第 40 s 至第 60 s 的平均反應速率。(1 分) (c) 解釋反應速率隨時間下降的原因。(3 分) (d) 說明如何由數據求初始速率，並指出一項可令初始速率上升的改變及其原因。(2 分)

答案：答案：(a) 最初 20 s 平均速率 = $24\text{ cm}^3 \div 20\text{ s} = 1.2\text{ cm}^3\text{ s}^{-1}$ 。(b) 第 40 s 至第 60 s 速率 = $(50 - 40)\text{ cm}^3 \div 20\text{ s} = 0.5\text{ cm}^3\text{ s}^{-1}$ 。(c) 溶液中氫離子濃度隨反應進行而下降，與碳酸鈣表面碰撞的頻率減少；同時碳酸鈣表面被消耗，可接觸面積減少，碰撞頻率進一步下降，故速率減慢。(d) 以最初一段數據 (0 至 20 s) 的斜率作為初始速率；把鹽酸濃度提高、把大理石磨成粉末或提高溫度，都會增加單位時間內有效碰撞的數目，令初始速率上升。

2. 25.0 cm^3 未知濃度的乙酸溶液以 0.100 mol dm^{-3} 氫氧化鈉溶液滴定，以酚酞作指示劑，三次滴定平均用去 23.60 cm^3 。(a) 計算乙酸溶液的濃度 (mol dm^{-3})。(3 分) (b) 計算 250.0 cm^3 該乙酸溶液所含乙酸的質量 (g； $M_r = 60.05$)。(3 分) (c) 解釋為何選用酚酞而不用甲基橙作指示劑。(2 分)

答案：答案：(a) $n(\text{NaOH}) = 0.100 \times 23.60 \div 1000 = 0.00236\text{ mol}$ ，乙酸與氫氧化鈉以 1:1 反應； $n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0.00236\text{ mol}$ ， $c = 0.00236 \div 25.0 \times 1000 = 0.0944\text{ mol dm}^{-3}$ 。(b) 250.0 cm^3 內 $n = 0.0944 \times 0.2500 = 0.0236\text{ mol}$ ，質量 = $0.0236 \times 60.05 = 1.42\text{ g}$ 。(c) 滴定終點溶液為乙酸鈉，呈弱鹼性 (pH 約 8 至 9)，酚酞的變色範圍 (pH 8.2 至 10.0) 與之相符；甲基橙在 pH 3.1 至 4.4 變色，會在到達等當點前已變色，造成明顯負誤差。

3. 在簡易量熱計中燃燒 1.15 g 乙醇，用以加熱 150 g 水，水溫由 21.3°C 升至 43.7°C 。(水的比熱容量 = $4.18\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ；乙醇 $M_r = 46.07$ ；文獻 $\Delta H_c = -1367\text{ kJ mol}^{-1}$) (a) 計算水吸收的熱能 (kJ)。(2 分) (b) 計算乙醇的實驗摩爾燃燒焓 (kJ mol^{-1})。(3 分) (c) 計算實驗值佔文獻值的百分比，並提出兩個令實驗值偏低的理由。(2 分)

答案：答案：(a) $q = 150 \times 4.18 \times 22.4 = 14045\text{ J} = 14.04\text{ kJ}$ 。(b) $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 1.15 \div 46.07 = 0.0250\text{ mol}$ ； $\Delta H_c = -14.04 \div 0.0250 = -562.6\text{ kJ mol}^{-1}$ 。(c) 百分比 = $562.6 \div 1367 \times 100\% = 41.2\%$ ；偏低原因：部分熱能散失到周圍空氣及量熱計本身、燃燒不完全（產生一氧化碳或碳粒）、以及部分水蒸氣未凝結而帶走汽化熱。

4. 在 25°C 下， 0.100 mol dm^{-3} 乙酸的 $K_a = 1.74 \times 10^{-5}$ 。(a) 寫出 K_a 的表達式。(1 分) (b) 計算平衡時氫離子濃度 (mol dm^{-3})。(2 分) (c) 計算該溶液的 pH。(1 分) (d) 計算乙酸的電離度 (%)。(1 分) (e) 加入少量乙酸鈉固體後，說明 pH 與電離度如何改變並解釋。(2 分)

答案：答案：(a) $K_a = [\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-] \div [\text{CH}_3\text{COOH}]$ 。(b) 設 $[\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = x$ ， $x^2 \div 0.100 = 1.74 \times 10^{-5}$ ， $x = 1.32 \times 10^{-3}\text{ mol dm}^{-3}$ 。(c) $\text{pH} = -\log(1.32 \times 10^{-3}) = 2.88$ 。(d) 電離度 = $1.32 \times 10^{-3} \div 0.100 \times 100\% = 1.3\%$ 。(e) 乙酸根離子濃度上升，平衡向左移動（同離子效應），中和部分氫離子，pH 上升；同時電離度下降，因為電離被抑制。

乙部：延伸題 (20 分)

結構題：須列出計算步驟，答案須附正確單位；每題所有小題均須作答。全卷 50 分。

5. 以 2.50 A 的穩定電流電解硫酸銅(II)溶液 30.0 分鐘，用銅作陰極。(法拉第常數 = $96\,485\text{ C mol}^{-1}$ ；Cu 的相對原子質量 = 63.55) (a) 計算通過的電荷 (C)。(2 分) (b) 計算電子的摩爾數。(1 分)

(c) 計算陰極析出銅的質量 (g)。(3 分) (d) 寫出陽極的反應式，並解釋溶液藍色逐漸變淡的原因。(2 分) (e) 若電流效率只有 92%，實際析出的銅質量是多少？(2 分)

答案：答案：(a) $Q = I \times t = 2.50 \times 1800 = 4500\text{ C}$ 。(b) $n(e^-) = 4500 \div 96\,485 = 0.04664\text{ mol}$ 。(c) $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ ， $n(\text{Cu}) = 0.04664 \div 2 = 0.02332\text{ mol}$ ，質量 = $0.02332 \times 63.55 = 1.48\text{ g}$ 。(d) 陽極： $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2e^-$ ；陽極溶解的銅離子補充了陰極沉澱所消耗的銅離子，但銅離子總量在理想情況下不變，實際因部分銅離子遷移與對流不均，加上電流效率不足，溶液顏色會變淡。(e) 實際質量 = $1.48 \times 0.92 = 1.36\text{ g}$ 。

6. 12.0 g 乙酸與過量乙醇在濃硫酸催化下加熱，得 14.5 g 乙酸乙酯。(Mr：乙酸 60.05；乙醇 46.07；乙酸乙酯 88.11) (a) 計算乙酸的摩爾數。(1 分) (b) 計算乙酸乙酯的理論產量 (g)。(2 分) (c) 計算百分產率 (%)。(2 分) (d) 計算此反應的原子經濟性 (%)。(2 分) (e) 提出三項可提高乙酸乙酯產量的方法，並簡述理由。(3 分)

答案：答案：(a) $n = 12.0 \div 60.05 = 0.2\text{ mol}$ 。(b) 摩爾比 1:1，理論產量 = $0.2 \times 88.11 = 17.6\text{ g}$ 。(c) 百分產率 = $14.5 \div 17.6 \times 100\% = 82.4\%$ 。(d) 原子經濟性 = $88.11 \div (60.05 + 46.07) \times 100\% = 83\%$ 。(e) ①用分水器或蒸餾把生成的水移走，令平衡向右移動；②使用過量乙醇，提高反應物濃度；③把生成的酯蒸餾移出反應體系，避免逆反應（水解）發生。