

CAIE A-Level 化學 9701 Paper 2 結構題模擬卷 | 10 題 · 60 分 · 1 小時 15 分

中六 (A-Level AS) 化學 | 時限：75 分鐘 | 總分：60 分 | 共 10 題

甲部：結構題 (36 分)

結構題：須列出計算步驟，答案須附正確單位及有效數字；所有小題均須作答。全卷 60 分。

1. (滴定) 25.0 cm^3 的氫氧化鈉溶液以 $0.150 \text{ mol dm}^{-3}$ 鹽酸滴定，達終點時用去 20.0 cm^3 鹽酸。(a) 計算所用鹽酸的物質的量 (mol)。(b) 計算氫氧化鈉溶液的濃度 (mol dm^{-3})。(6 分)

答案：答案：(a) $n(\text{HCl}) = 0.150 \times 20.0 \div 1000 = 0.00300 \text{ mol}$ ，取 3 位有效數字為 $3.00 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 。(b) NaOH 與 HCl 按 1:1 反應，故 $n(\text{NaOH}) = 0.00300 \text{ mol}$ ； $c = 0.00300 \div 0.0250 = 0.120 \text{ mol dm}^{-3}$ 。(6 分)

2. (實驗式) 某有機化合物含碳 40.0%、氫 6.7%、氧 53.3% (質量百分比)。求該化合物的實驗式，並說明由實驗式求分子式時仍需要甚麼額外資料。(6 分)

答案：答案：各元素的物質的量比為 $\text{C}:\text{H}:\text{O} = 40.0 \div 12.0 : 6.7 \div 1.0 : 53.3 \div 16.0 = 3.33 : 6.70 : 3.33$ ，同除以最小值 3.33 得 1:2.01:1，取整數得實驗式 CH_2O ($M_r = 30.0$)。由實驗式求分子式須另知相對分子質量，再以 $M_r \div 30.0$ 得倍數。(6 分)

3. (氣體摩爾體積) 0.243 g 鎂與過量稀鹽酸反應，在室溫及常壓下生成氫氣。摩爾氣體體積取 $24 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$ ， $A_r(\text{Mg}) = 24.3$ 。(a) 計算鎂的物質的量。(b) 計算生成氫氣的體積 (cm^3)。(6 分)

答案：答案：(a) $n(\text{Mg}) = 0.243 \div 24.3 = 0.010 \text{ mol}$ 。(b) 由 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$ 可知 $n(\text{H}_2) = n(\text{Mg}) = 0.010 \text{ mol}$ ； $V = 0.010 \times 24 = 0.240 \text{ dm}^3 = 240 \text{ cm}^3$ 。(6 分)

4. (Hess 定律) 已知標準生成焓 ΔH_f 為 $\text{CH}_4(\text{g}) = -75$ 、 $\text{CO}_2(\text{g}) = -394$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -286 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。以 Hess 定律計算 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的標準反應焓變，並指出該反應為放熱或吸熱。(6 分)

答案：答案： $\Delta H = \sum \Delta H_f(\text{生成物}) - \sum \Delta H_f(\text{反應物}) = [-394 + 2 \times (-286)] - (-75) = -891 \text{ kJ mol}^{-1}$ 。 ΔH 為負值，反應放熱。(6 分)

5. (產率) 4.86 g 鎂在氧氣中完全燃燒，理論上可得氧化鎂 8.06 g ($M_r(\text{MgO}) = 40.3$)，實驗實際只得到 6.85 g 。(a) 計算產率 (%)。(b) 列出兩個令產率低於 100% 的原因。(6 分)

答案：答案：(a) $n(\text{Mg}) = 4.86 \div 24.3 = 0.200 \text{ mol}$ ， $n(\text{MgO})$ 相同， $m = 0.200 \times 40.3 = 8.06 \text{ g}$ ；產率 $= 6.85 \div 8.06 \times 100\% = 85\%$ 。(b) 部分氧化鎂以煙霧形式散失；鎂與空氣中的氮氣反應生成氮化鎂；轉移過程有少量樣品殘留在容器內。(6 分)

6. (原子經濟) 碳酸鈣受熱分解： $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ ， $M_r(\text{CaCO}_3) = 100.1$ 、 $M_r(\text{CaO}) = 56.1$ 。(a) 計算生成 CaO 的原子經濟 (%)。(b) 說明原子經濟高為何不代表實際產率高。(6 分)

答案：答案：(a) 原子經濟 $= 56.1 \div 100.1 \times 100\% = 56.0\%$ 。(b) 原子經濟只比較方程式中的理論質量，屬反應設計的性質；實際產率受反應不完全、副反應、物質流失與分離損失影響，兩者互相獨立。(6 分)

乙部：延伸題 (24 分)

結構題：須列出計算步驟，答案須附正確單位及有效數字；所有小題均須作答。全卷 60 分。

7. (鍵結與結構) 氧化鎂的熔點為 2852°C ，二氧化碳在常溫下為氣體。以鍵結與結構解釋兩者熔、沸點的巨大差異。(6 分)

答案：答案： MgO 由 Mg^{2+} 與 O^{2-} 以離子鍵構成巨型離子晶格，熔化須克服大量強靜電引力，故熔點極高； CO_2 為簡單分子物質，分子之間只有微弱的范德華力（倫敦色散力），沸點低，常溫下為氣體；分子內的 $\text{C}=\text{O}$ 共價鍵雖然強，但熔化或沸騰不須斷裂共價鍵。(6 分)

8. (反應速率) 解釋溫度升高如何影響反應速率（須提及粒子能量分佈），並說明催化劑如何提高反應速率。(6 分)

答案：答案：溫度升高令分子的平均動能增加，Maxwell – Boltzmann 分佈曲線向右移並變得平坦；能量大於活化能的分子比例大幅上升，故單位時間內有效碰撞增加、速率加快。催化劑提供另一條活化能較低的反應途徑，令更多碰撞成為有效碰撞，速率提高而反應焓變不變。(6 分)

9. (平衡常數) 在 2.00 dm^3 容器中， $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$ 於 700 K 達平衡時含 H_2 0.20 mol 、 I_2 0.20 mol 、 HI 1.60 mol 。(a) 計算各物質的濃度。(b) 計算 K_c ，並指出其單位。(6 分)

答案：答案：(a) $[\text{H}_2] = 0.20 \div 2.00 = 0.10\text{ mol dm}^{-3}$ ； $[\text{I}_2] = 0.20 \div 2.00 = 0.10\text{ mol dm}^{-3}$ ； $[\text{HI}] = 1.60 \div 2.00 = 0.80\text{ mol dm}^{-3}$ 。(b) $K_c = [\text{HI}]^2 \div ([\text{H}_2][\text{I}_2]) = 0.80^2 \div (0.10 \times 0.10) = 64.0$ ；因為分子與分母的濃度次方總和相同， K_c 沒有單位。(6 分)

10. (有機反應) 丙烯與溴化氫反應，生成兩種產物。(a) 寫出反應名稱與主要產物的結構。(b) 解釋主要產物產量較多的原因，並指出反應的中間體。(6 分)

答案：答案：(a) 親電加成反應；主要產物為 2-溴丙烷 $\text{CH}_3\text{CHBrCH}_3$ 。(b) 反應經碳正離子中間體進行， H^+ 先加到雙鍵末端碳上，生成較穩定的二級碳正離子 ($\text{CH}_3\text{C}^+\text{HCH}_3$)，而非一級碳正離子；二級碳正離子受兩個烷基的誘導效應與超共軛穩定，形成較快、壽命較長，故 2-溴丙烷較多。(6 分)