HKDSE 化學 Paper 1B 結構題模擬卷

中四至中六（HKDSE）　化學　｜　時限：150 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 10 題

甲部（50 分）— 第 1 至 5 題

結構題：須寫出完整步驟、代入過程及單位；化學方程式須配平並標示狀態符號。

1. (a) 將 25.0 g 碳酸鈣（$CaCO_3$，Mr = 100.1）放入坩堝強熱至完全分解。寫出配平的反應式（連狀態符號），並求生成氧化鈣的摩爾數。

(b) 求生成的氧化鈣質量，以及在標準室溫常壓（摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）下釋出的二氧化碳體積。

(c) 若實驗實際只得到 12.0 g 氧化鈣，求百分產率，並提出一個令產率偏低的原因。

答案：(a) $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$。$n(CaCO_3) = 25.0 \div 100.1 = 0.2498$ mol，故 $n(CaO) = 0.2498$ mol。〔2 分：方程式 1、摩爾數 1〕

(b) $m(CaO) = 0.2498 \times 56.1 = 14.01$ g；$V(CO_2) = 0.2498 \times 24.0 = 5.99$ dm³。〔3 分〕

(c) 百分產率 $= 12.0 \div 14.01 \times 100\% = 85.6\%$。原因：加熱不足令部分 $CaCO_3$ 未分解 / 粉末轉移時散失 / 坩堝未加蓋令部分 CaO 隨氣流逸出。〔3 分〕

2. (a) 25.0 cm³ 未知濃度的氫氧化鈉溶液以 0.0500 M 硫酸滴定，達終點時用去 20.0 cm³。寫出配平離子方程式，並求 NaOH 的摩爾數。

(b) 求該氫氧化鈉溶液的濃度（mol dm⁻³）。

(c) 若該批溶液共 250.0 cm³，求其中 NaOH 的質量；並求改用 0.100 M 鹽酸滴定 25.0 cm³ 該溶液時所需的體積。

答案：(a) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$（或 $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$）。$n(H_2SO_4) = 0.0500 \times 0.0200 = 1.00\text{e-}03$ mol，$n(NaOH) = 2 \times 1.00\text{e-}03 = 2.00\text{e-}03$ mol。〔3 分〕

(b) $c(NaOH) = 2.00\text{e-}03 \div 0.0250 = 0.0800$ mol dm⁻³。〔3 分〕

(c) $m(NaOH) = 0.0800 \times 0.2500 \times 40.0 = 0.800$ g；$V(HCl) = 2.00\text{e-}03 \div 0.100 = 0.0200$ dm³ = 20.0 cm³。〔4 分〕

3. (a) 0.0600 g 鎂條加入過量稀鹽酸，40 秒內收集到 56.0 cm³ 氫氣（標準室溫常壓，摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）。寫出配平方程式，並求鎂的摩爾數。

(b) 求理論上可得的氫氣體積（cm³）及百分產率。

(c) 求這 40 秒內氫氣的平均生成速率（cm³ s⁻¹），並解釋為何反應後期速率下降。

答案：(a) $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$。$n(Mg) = 0.0600 \div 24.3 = 2.4691\text{e-}03$ mol。〔3 分〕

(b) $n(H_2) = 2.4691\text{e-}03$ mol；$V = 2.4691\text{e-}03 \times 24.0 \times 1000 = 59.3$ cm³；百分產率 $= 56.0 \div 59.3 \times 100\% = 94.5\%$。〔4 分〕

(c) 平均速率 $= 56.0 \div 40.0 = 1.40$ cm³ s⁻¹。後期鹽酸濃度下降、鎂的表面積減少（被 $MgCl_2$ 覆蓋），有效碰撞頻率下降，故速率減慢。〔3 分〕

4. 求下列各溶液的 pH（假設完全電離，25 °C）：

(a) 0.0100 M 鹽酸；

(b) 0.0100 M 氫氧化鈉；

(c) 0.00500 M 硫酸；

(d) 把 (a) 稀釋 1,000 倍後的溶液；

(e) 把 25.0 cm³ 的 (a) 與 25.0 cm³ 的 (b) 混合後的溶液。

答案：(a) $[H^+] = 0.0100\ M$，pH = 2.00。〔2 分〕

(b) $[OH^-] = 0.0100\ M$，pOH = 2.00，pH = 12.00。〔2 分〕

(c) 硫酸為二元強酸，$[H^+] = 2 \times 0.00500 = 0.0100\ M$，pH = 2.00。〔2 分〕

(d) $[H^+] = 1.00 \times 10^{-5}\ M$，pH = 5.00。〔2 分〕

(e) 酸與鹼的摩爾數相等（各 2.50×10^{-4} mol），完全中和，pH = 7.00。〔2 分〕

5. 以酒精燈加熱盛有 200 g 水的鋁杯，燃燒 0.200 g 乙醇（C_2H_5OH，Mr = 46.0），水溫上升 6.0 °C。水的比熱容量為 4.18 J g⁻¹ K⁻¹。

(a) 求水吸收的熱能（J 及 kJ）。

(b) 求乙醇的燃燒焓變 ΔH（kJ mol⁻¹）。

(c) 文獻值為 −1,366 kJ mol⁻¹。求實驗值佔文獻值的百分比，解釋差異，並提出兩項改善方法。

答案：(a) $q = mc\Delta T = 200 \times 4.18 \times 6.0 = 5016\ J = 5.02\ kJ$。〔4 分〕

(b) $n(C_2H_5OH) = 0.200 \div 46.0 = 4.3478e\text{-}03$ mol；$\Delta H = -5.02 \div 4.3478e\text{-}03 = -1154\ kJ\ mol^{-1}$。〔4 分〕

(c) 百分比 = 1154 ÷ 1,366 × 100% = 84.5%。差異源於熱能散失到空氣及鋁杯、乙醇未完全燃燒、部分熱用於加熱容器；改善：加擋風罩、用隔熱量熱計、確保乙醇完全燃燒並減慢加熱速度。〔4 分〕

乙部（50 分）— 第 6 至 10 題

結構題：須寫出完整步驟、代入過程及單位；化學方程式須配平並標示狀態符號。

6. 在 2.00 dm³ 容器中，於 450 °C 把 0.500 mol 氫氣與 0.500 mol 碘蒸氣混合。反應 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 達平衡時，容器內餘下 0.200 mol 氫氣。

(a) 求平衡時各物質的濃度。

(b) 計算 450 °C 下的平衡常數 Kc。

(c) 求氫氣的轉化率，並解釋把容器壓縮至 1.00 dm³ 對 HI 平衡濃度的影響。

答案：(a) $[H_2]_0 = 0.500 \div 2.00 = 0.250\ M$，$[H_2]_{eq} = 0.200 \div 2.00 = 0.100\ M$；變化 $-0.150\ M$，故 $[I_2]_{eq} = 0.100\ M$、$[HI]_{eq} = 0.300\ M$。〔3 分〕

(b) $K_c = [HI]^2 \div ([H_2][I_2]) = 0.300^2 \div (0.100 \times 0.100) = 9.00$。〔4 分〕

(c) 轉化率 = (0.250 − 0.100) ÷ 0.250 × 100% = 60.0%。壓縮至 1.00 dm³ 後各濃度加倍，但反應前後氣體摩爾數相同（$\Delta n = 0$），Kc 不變、平衡位置不移動，HI 的平衡濃度變為原來的兩倍（約 0.6 M）。〔3 分〕

7. 以 2.00 A 的電流電解硫酸銅(II) 溶液 30.0 分鐘（法拉第常數 = 96,500 C mol⁻¹）。

(a) 求通過的電量及電子的摩爾數。

(b) 求陰極析出銅的質量（Ar(Cu) = 63.5）。

(c) 求陽極生成氧氣的摩爾數及標準室溫常壓下的體積，並解釋電解期間溶液 pH 的變化。

答案：(a) Q = 2.00 × 1,800 = 3600 C；n(e⁻) = 3600 ÷ 96,500 = 3.7306e-02 mol。〔3 分〕

(b) $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$，n(Cu) = 3.7306e-02 ÷ 2 = 1.8653e-02 mol，m = 1.8653e-02 × 63.5 = 1.18 g。〔3 分〕

(c) $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$，$n(O_2) = 3.7306e\text{-}02 \div 4 = 9.3264e\text{-}03$ mol，V = 9.3264e-03 × 24.0 × 1000 = 224 cm³。陽極不斷產生 H^+，而 Cu^{2+} 在陰極被消耗，故 pH 下降（藍色亦逐漸變淡）。〔4 分〕

8. (a) 某化合物含碳 40.0%、氫 6.70%、氧 53.3%（質量百分比），相對分子質量為 180。求其實驗式與分子式。

(b) 把 0.100 mol 乙醇與過量乙酸加熱迴流，得 6.60 g 酯。寫出反應式、命名產物，並求百分產率（Mr(酯) = 88.0）。

答案：(a) 摩爾比 C : H : O = 40.0/12.0 : 6.70/1.0 : 53.3/16.0 = 3.33 : 6.70 : 3.33 = 1 : 2 : 1，實驗式 CH_2O（Mr = 30.0）。分子式單位數 = 180 ÷ 30.0 = 6，故分子式為 $C_6H_{12}O_6$。〔5 分〕

(b) $CH_3COOH + C_2H_5OH \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5 + H_2O$，產物為乙酸乙酯。理論質量 = 0.100 × 88.0 = 8.80 g，百分產率 = 6.60 ÷ 8.80 × 100% = 75.0%。〔5 分〕

9. 以酸化高錳酸鉀溶液滴定 25.0 cm³ 鐵(II) 溶液，達終點時用去 20.0 cm³ 0.0200 M $KMnO_4$。

(a) 指出錳在 MnO_4^- 及 Mn^{2+} 中的氧化數，並說明每粒 MnO_4^- 所得的電子數。

(b) 求 Fe^{2+} 的摩爾數。

(c) 求該鐵(II) 溶液的濃度，以及 250.0 cm³ 該溶液含鐵的質量（Ar(Fe) = 55.8）。

答案：(a) MnO_4^- 中 Mn 的氧化數為 +7，Mn^{2+} 為 +2，故每粒 MnO_4^- 得 5 個電子（被還原）。〔2 分〕

(b) $n(MnO_4^-) = 0.0200 \times 0.0200 = 4.00\text{e-}04$ mol；$MnO_4^- + 8H^+ + 5Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$，$n(Fe^{2+}) = 5 \times 4.00\text{e-}04 = 2.00\text{e-}03$ mol。〔3 分〕

(c) $c(Fe^{2+}) = 2.00\text{e-}03 \div 0.0250 = 0.0800$ mol dm⁻³；m(Fe) = 0.0800 × 0.2500 × 55.8 = 1.116 g。〔5 分〕

10. 在標準室溫常壓下，3.20 g 某含碳、氫、氧的氣態化合物佔 2.40 dm³（摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）。元素分析顯示其質量百分比為 C 37.5%、H 12.5%、O 50.0%。

(a) 求該氣體的摩爾數及相對分子質量。

(b) 求其實驗式及分子式。

(c) 畫出一個可能的結構式，並解釋它與水完全互溶的原因。

答案：(a) n = 2.40 ÷ 24.0 = 0.100 mol；Mr = 3.20 ÷ 0.100 = 32.0。〔3 分〕

(b) 摩爾比 = 37.5/12.0 : 12.5/1.0 : 50.0/16.0 = 3.125 : 12.5 : 3.125 = 1 : 4 : 1，實驗式 CH_4O（Mr = 32.0），與 Mr 32.0 相同，故分子式亦為 CH_4O。〔4 分〕

(c) 結構式 CH_3—OH（甲醇）；–OH 基可與水分子形成氫鍵，故與水完全互溶。〔3 分〕