DSE 化學練習卷：化學計量、酸鹼與電化學

中六（S6）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部 化學計量與氣體摩爾體積（第 1 – 4 題，32 分）

每題 8 分；須寫出化學方程式或摩爾關係、列出算式並標明單位，最後答案取三位有效數字。

1. 一塊 25.0 g 純碳酸鈣（$CaCO_3$，Mr = 100.0）在充足空氣中強熱至完全分解：$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$。(a) 計算 $CaCO_3$ 的物質的量。(b) 求生成 CO_2 在室溫常壓（摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）下的體積。(c) 求剩餘固體的質量，並以原子守恆說明答案合理。

答案：(a) $n(CaCO_3) = 25.0 \div 100.0 = 0.250$ mol。(b) 由方程式，$n(CO_2) = n(CaCO_3) = 0.250$ mol，故 $V = 0.250 \times 24.0 = 6.00$ dm³。(c) $n(CaO) = 0.250$ mol，質量 $= 0.250 \times 56.0 = 14.0$ g；驗算：14.0 g CaO 含鈣 0.250 mol，與反應物中 0.250 mol 鈣相同，故原子守恆成立。（評分要點：物質的量 3 分；氣體體積 3 分，須寫出摩爾體積 24.0；固體質量與驗算 2 分。）

2. 25.0 cm³ 0.100 M 氫氧化鈉溶液需用 0.0500 M 硫酸中和：$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$。(a) 求 NaOH 的物質的量。(b) 求所需硫酸的體積（cm³）。(c) 求所用硫酸的質量（H_2SO_4 的 Mr = 98.0）。

答案：(a) $n(NaOH) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol。(b) 由方程式 $n(H_2SO_4) = n(NaOH) \div 2 = 1.25 \times 10^{-3}$ mol，故 $V = 1.25 \times 10^{-3} \div 0.0500 = 0.0250$ dm³ $= 25.0$ cm³。(c) 質量 $= 1.25 \times 10^{-3} \times 98.0 = 0.123$ g。（評分要點：NaOH 物質的量 2 分；硫酸物質的量與體積 3 分；質量 3 分。）

3. 4.60 g 只含碳、氫、氧的化合物完全燃燒，生成 8.80 g 二氧化碳與 5.40 g 水。(a) 求化合物中碳與氫的質量。(b) 求氧的質量，並寫出碳、氫、氧三者的物質的量比。(c) 寫出實驗式；若該化合物的摩爾質量為 46.0 g mol⁻¹，寫出分子式並命名該化合物。

答案：(a) $n(CO_2) = 8.80 \div 44.0 = 0.200$ mol，故碳的質量 $= 0.200 \times 12.0 = 2.40$ g；$n(H_2O) = 5.40 \div 18.0 = 0.300$ mol，故氫的質量 $= 0.600 \times 1.0 = 0.600$ g。(b) 氧的質量 $= 4.60 - 2.40 - 0.600 = 1.60$ g，$n(O) = 0.100$ mol，故 $n(C) : n(H) : n(O) = 0.200 : 0.600 : 0.100 = 2 : 6 : 1$。(c) 實驗式為 C_2H_6O，式量 46.0，與題給摩爾質量相同，故分子式為 C_2H_6O，該化合物為乙醇。（評分要點：碳與氫的質量 3 分；氧的質量與比例 3 分；實驗式、分子式與命名 2 分。）

4. 某氣體 X 在室溫常壓下 240 cm³ 的質量為 0.320 g（摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹，亞佛加德羅常數 6.02×10^{23} mol⁻¹）。(a) 求 X 的物質的量。(b) 求 X 的摩爾質量，並推斷 X 為哪一種單質氣體。(c) 求 X 在此條件下的密度（g dm⁻³）及 240 cm³ 中所含的分子數目。

答案：(a) $n(X) = 0.240 \div 24.0 = 0.0100$ mol。(b) Mr $= 0.320 \div 0.0100 = 32.0$，摩爾質量 32.0 g mol⁻¹ 的單質氣體為氧氣 O_2。(c) 密度 $= 0.320 \div 0.240 = 1.33$ g dm⁻³；分子數目 $= 0.0100 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.02 \times 10^{21}$。（評分要點：物質的量 2 分；摩爾質量與推斷 3 分；密度與分子數目 3 分。）

乙部 酸鹼、氧化還原、電解與焓變（第 5 – 8 題，36 分）

每題 9 分；電子轉移數目與法拉第常數須正確使用，正負號與單位須與題目要求一致。

5. 25.0 cm³ 0.100 M 鹽酸與 15.0 cm³ 0.100 M 氫氧化鈉溶液混合，假設混合後體積可加。(a) 求混合前 H^+ 與 OH^- 各自的物質的量。(b) 判斷混合液呈酸性、鹼性或中性，並求過量離子的濃度。(c) 求混合液的 pH（已知 $\log 2.5 = 0.40$）。

答案：(a) $n(H^+) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol；$n(OH^-) = 0.100 \times 0.0150 = 1.50 \times 10^{-3}$ mol。(b) H^+ 過量 1.00×10^{-3} mol，故混合液呈酸性；總體積 40.0 cm³，$[H^+] = 1.00 \times 10^{-3} \div 0.0400 = 0.0250$ M。(c) $\text{pH} = -\log(0.0250) = 2 - 0.40 = 1.60$。（評分要點：兩者的物質的量 3 分；酸鹼判斷與過量濃度 3 分；pH 3 分。）

6. 在酸性條件下，用 0.0200 M 高錳酸鉀溶液滴定 25.0 cm³ 硫酸亞鐵溶液，終點時用去 20.0 cm³。$MnO_4^- + 8H^+ + 5Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$。(a) 求所用 MnO_4^- 的物質的量。(b) 求該硫酸亞鐵溶液中 Fe^{2+} 的濃度。(c) 求 250 cm³ 該溶液中所含鐵的質量（Fe = 55.8）。

答案：(a) $n(MnO_4^-) = 0.0200 \times 0.0200 = 4.00 \times 10^{-4}$ mol。(b) 由方程式 $n(Fe^{2+}) = 5 \times 4.00 \times 10^{-4} = 2.00 \times 10^{-3}$ mol，故 $[Fe^{2+}] = 2.00 \times 10^{-3} \div 0.0250 = 0.0800$ M。(c) 250 cm³ 中 $n(Fe^{2+}) = 0.0800 \times 0.250 = 0.0200$ mol，鐵的質量 $= 0.0200 \times 55.8 = 1.12$ g。（評分要點：MnO_4^- 物質的量 3 分；Fe^{2+} 濃度 3 分，須用 1：5 關係；鐵的質量 3 分。）

7. 以 2.00 A 的電流通電 30.0 分鐘，電解硫酸銅溶液（法拉第常數 96500 C mol⁻¹，Cu = 63.5）。(a) 求通過的電量。(b) 求陰極析出銅的質量。(c) 求陽極放出氧的物質的量，以及在室溫常壓（24.0 dm³ mol⁻¹）下的體積。

答案：(a) $Q = I \times t = 2.00 \times 1800 = 3600$ C。(b) $n(e^-) = 3600 \div 96500 = 0.0373$ mol，$n(Cu) = 0.0373 \div 2 = 0.0187$ mol，質量 $= 0.0187 \times 63.5 = 1.18$ g。(c) 陽極反應 $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$，故 $n(O_2) = 0.0373 \div 4 = 9.33 \times 10^{-3}$ mol，體積 $= 9.33 \times 10^{-3} \times 24.0 = 0.224$ dm³，即 224 cm³。（評分要點：電量 2 分；銅的質量 4 分；氧的物質的量與體積 3 分。）

8. 燃燒 0.500 g 甲醇（CH_3OH，Mr = 32.0）令 200 g 水由 20.0 °C 升至 47.0 °C（水的比熱容量 4.2 J g⁻¹ K⁻¹）。(a) 求水吸收的熱量（kJ）。(b) 求所燃燒甲醇的物質的量。(c) 求每摩爾甲醇燃燒的焓變（kJ mol⁻¹，須標明正負號），並提出一個令實驗值與文獻值出現差異的原因。

答案：(a) 熱量 $= 200 \times 4.2 \times 27.0 = 22680$ J $= 22.68$ kJ。(b) $n(CH_3OH) = 0.500 \div 32.0 = 0.0156$ mol。(c) $\Delta H = -22.68 \div 0.015625 = -1452$ kJ mol⁻¹，即每摩爾甲醇燃燒放出約 1452 kJ。差異原因：部分熱量散失到周圍空氣及容器，或甲醇未完全燃燒生成一氧化碳。（評分要點：熱量 3 分；物質的量 3 分；焓變與原因 3 分，須標明負號。）

丙部 化學平衡、反應速率、醇與離子化合物（第 9 – 12 題，32 分）

每題 8 分；平衡濃度與速率計算須列出算式，結構式與離子符號須書寫清楚。

9. 在 2.00 dm³ 的容器中，1.00 mol 氫與 1.00 mol 碘蒸氣在恒溫下反應：H₂ (g) + I₂ (g) ⇌ 2HI(g)。平衡時容器內有 1.60 mol HI。(a) 求平衡時各物質的物質的量。(b) 求各物質的平衡濃度。(c) 計算該溫度下的平衡常數 Kc，並寫出 Kc 的表達式。

答案：(a) 反應消耗碘 1.60 ÷ 2 = 0.800 mol，故平衡時 n(H₂) = 0.200 mol、n(I₂) = 0.200 mol、n(HI) = 1.60 mol。(b) 容器體積 2.00 dm³，故 [H₂] = [I₂] = 0.200 ÷ 2.00 = 0.100 M，[HI] = 1.60 ÷ 2.00 = 0.800 M。(c) $K_c = [HI]^2 \div ([H_2][I_2]) = 0.800^2 \div (0.100 \times 0.100) = 0.640 \div 0.0100 = 64.0$。（評分要點：平衡物質的量 3 分；濃度 2 分；Kc 表達式與數值 3 分。）

10. 把 0.500 g 鋅粒加入過量的 1.00 M 鹽酸中：Zn + 2HCl → ZnCl₂ + H₂（Zn = 65.4，摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）。(a) 求鋅的物質的量。(b) 求完全反應後放出氫的體積（cm³）。(c) 首 25.0 s 內收集到 50.0 cm³ 氫，求該段時間的平均速率（cm³ s⁻¹），並解釋速率隨時間下降的原因。

答案：(a) n(Zn) = 0.500 ÷ 65.4 = 7.65 × 10⁻³ mol。(b) 由方程式 n(H₂) = n(Zn)，故 V = 7.65 × 10⁻³ × 24.0 = 0.1835 dm³，即 183.5 cm³。(c) 平均速率 = 50.0 ÷ 25.0 = 2.00 cm³ s⁻¹；隨時間下降的原因為鹽酸濃度降低，同時鋅粒表面積減少，碰撞頻率下降。（評分要點：鋅的物質的量 2 分；氫的體積 3 分；速率與解釋 3 分。）

11. 0.740 g 某飽和一元醇與過量鈉反應，放出 120 cm³ 氫氣（室溫常壓，摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）：2ROH + 2Na → 2RONa + H₂。(a) 求氫的物質的量。(b) 求該醇的物質的量與摩爾質量。(c) 推斷該醇的分子式與結構式。

答案：(a) n(H₂) = 0.120 ÷ 24.0 = 5.00 × 10⁻³ mol。(b) 由方程式 n(ROH) = 2 × 5.00 × 10⁻³ = 0.0100 mol，故 Mr = 0.740 ÷ 0.0100 = 74.0。(c) 飽和一元醇的通式為 CnH2n+2O，14n + 18 = 74.0，得 n = 4，故分子式為 C4H10O，結構式為 CH₃–CH₂–CH₂–CH₂–OH（丁-1-醇）。（評分要點：氫的物質的量 2 分；醇的物質的量與摩爾質量 4 分；分子式與結構式 2 分。）

12. 元素 X 的原子序為 12，能與氧形成離子化合物。(a) 寫出 X 的電子排布及它形成的離子符號。(b) 0.243 g X 與氧完全反應，生成 0.403 g 氧化物，求該氧化物的實驗式（X = 24.3，O = 16.0）。(c) 求該氧化物的摩爾質量，並寫出它與水反應的化學方程式。

答案：(a) X 的電子排布為 2, 8, 2，失去最外層兩個電子形成 X2+ 離子。(b) n(X) = 0.243 ÷ 24.3 = 0.0100 mol；氧的質量 = 0.403 − 0.243 = 0.160 g，n(O) = 0.0100 mol，故 n(X)：n(O) = 1：1，實驗式為 XO。(c) 摩爾質量 = 24.3 + 16.0 = 40.3 g mol⁻¹；XO 為氧化鎂，與水反應：MgO + H₂O → Mg(OH)₂。（評分要點：電子排布與離子符號 3 分；實驗式 3 分；摩爾質量與方程式 2 分。）

TutorZone 中六（S6）化學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。