DSE 化學練習卷：酸鹼、滴定與電化學

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

甲部（32 分）

酸鹼計算、濃度換算與滴定基本題，須列出公式、代入數值及單位。

1. 0.010 M 的鹽酸（強酸，完全電離）。(a) 求該溶液的 pH。(b) 求同濃度 0.010 M 氫氧化鈉溶液的 pH。(c) 將 10.0 cm³ 該鹽酸加水稀釋至總體積 1.00 dm³，求稀釋後溶液的 pH。

答案：(a) $[H^+] = 0.010$ M，$pH = -\log 0.010 = 2.00$ (b) $[OH^-] = 0.010$ M，$pOH = 2.00$，$pH = 14.00 - 2.00 = 12.00$ (c) 稀釋前莫爾數 $= 0.010 \times 0.0100 = 1.00 \times 10^{-4}$ mol；稀釋後 $[H^+] = 1.00 \times 10^{-4} / 1.00 = 1.00 \times 10^{-4}$ M，pH = 4.00

2. 25.0 cm³ 的 0.100 M 氫氧化鈉溶液以 0.0500 M 硫酸滴定。(a) 求 25.0 cm³ 氫氧化鈉溶液所含的莫爾數。(b) 寫出中和的離子方程式，並求所需硫酸的莫爾數。(c) 求所需硫酸的體積（以 cm³ 表示）。

答案：(a) $n(NaOH) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol (b) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$；每粒 H_2SO_4 提供 2 個 H^+，故 $n(H_2SO_4) = 2.50 \times 10^{-3} / 2 = 1.25 \times 10^{-3}$ mol (c) $V = 1.25 \times 10^{-3} / 0.0500 = 0.0250$ dm³ = 25.0 cm³

3. 將 4.0 g 氫氧化鈉（摩爾質量 40.0 g/mol）溶於水並稀釋至 500 cm³。(a) 求該溶液的摩爾濃度。(b) 取 25.0 cm³ 該溶液稀釋至 250 cm³，求稀釋後的濃度。(c) 求 25.0 cm³ 稀釋後溶液所含氫氧化鈉的莫爾數。

答案：(a) $n = 4.0 / 40.0 = 0.10$ mol，$c = 0.10 / 0.500 = 0.20$ M (b) $c_1V_1 = c_2V_2$：$0.20 \times 25.0 = c_2 \times 250$，$c_2 = 0.020$ M (c) $n = 0.020 \times 0.0250 = 5.0 \times 10^{-4}$ mol

4. 兩個燒杯分別盛有 0.0010 M 鹽酸及 0.0010 M 乙酸（$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$）。(a) 求鹽酸的 pH。(b) 以 $[H^+] \approx \sqrt{(K_a \times c)}$ 求乙酸的 pH。(c) 解釋為何同濃度的乙酸與鎂條反應較慢。

答案：(a) $pH = -\log 0.0010 = 3.00$ (b) $[H^+] = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.0010)} = 1.34 \times 10^{-4}$ M，pH = 3.87 (c) 乙酸只部分電離，$[H^+]$ 遠低於同濃度的鹽酸，與鎂碰撞並反應的頻率較低，故氣泡產生較慢。

乙部（36 分）

電解、電化學電池與氧化還原滴定題，須寫出電極反應及說明原理。

5. 以 0.50 A 的電流電解硫酸銅(II) 溶液，使用銅電極，通電 32 分 10 秒（1930 s）。(a) 求通過的電荷量。(b) 求陰極析出銅的莫爾數（1 mol 電子 = 96500 C；$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$）。(c) 求陰極析出銅的質量（Cu = 63.5）。

答案：(a) $Q = It = 0.50 \times 1930 = 965$ C (b) $n(e^-) = 965 / 96500 = 0.0100$ mol；$n(Cu) = 0.0100 / 2 = 5.0 \times 10^{-3}$ mol (c) $m = 5.0 \times 10^{-3} \times 63.5 = 0.3175$ g ≈ 0.32 g

6. 以石墨電極電解濃氯化鈉溶液。(a) 寫出陽極反應，並指出生成物。(b) 寫出陰極反應，並指出生成物。(c) 解釋為何溶液中 Na^+ 不在陰極放電，並說明電解後溶液酸鹼性的變化。

答案：(a) 陽極：$2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$，生成氯氣。(b) 陰極：$2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$，生成氫氣。(c) 鈉比水中的氫離子（$H_2O$）活潑，$Na^+$ 較難被還原，故 H_2O 先放電；陰極不斷產生 OH^-，故電解後溶液變鹼性。

7. 一個鋅－銅電池的標準電極電位：$Zn^{2+}/Zn = -0.76$ V，$Cu^{2+}/Cu = +0.34$ V。(a) 求電池的標準電動勢。(b) 指出電子在外電路中的流動方向，並寫出兩極的反應。(c) 解釋鹽橋的作用。

答案：(a) $E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode} = 0.34 - (-0.76) = 1.10$ V (b) 電子由鋅極經外電路流向銅極；陽極（鋅）：$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$；陰極（銅）：$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ (c) 鹽橋中的離子遷移以中和兩半電池積累的電荷，保持溶液電中性，並使電路完整。

8. 在酸性溶液中，以 0.0100 M 高錳酸鉀溶液滴定 25.0 cm³ 的 0.0200 M 硫酸鐵(II) 溶液（$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$）。(a) 求錳的氧化數變化。(b) 寫出配平的全反應離子式。(c) 求所需高錳酸鉀溶液的體積。

答案：(a) 錳由 +7 降至 +2，每粒 MnO_4^- 得 5 個電子，屬還原。(b) $MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H^+ \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$ (c) $n(Fe^{2+}) = 0.0200 \times 0.0250 = 5.00 \times 10^{-4}$ mol；$n(MnO_4^-) = 5.00 \times 10^{-4} / 5 = 1.00 \times 10^{-4}$ mol；$V = 1.00 \times 10^{-4} / 0.0100 = 0.0100$ dm³ $= 10.0$ cm³

丙部（32 分）

指示劑、鹽類水解、反應速率與數據分析題，須清楚解釋推論。

9. 以下三組滴定，請各選一種合適指示劑並解釋。(a) 鹽酸滴定氫氧化鈉。(b) 鹽酸滴定氨水。(c) 乙酸滴定氫氧化鈉。(d) 解釋指示劑的變色範圍為何須與等當點的 pH 急劇變化範圍重疊。

答案：(a) 強酸強鹼，等當點 pH = 7，酚酞或甲基橙均可。(b) 強酸弱鹼，等當點 pH ≈ 5（酸性），選甲基橙（變色範圍 3.1 – 4.4）。(c) 弱酸強鹼，等當點 pH ≈ 9（鹼性），選酚酞（變色範圍 8.3 – 10.0）。(d) 只有當指示劑在 pH 急劇變化段內變色，觀察到的終點才接近等當點，指示劑誤差才小。

10. 0.10 M 乙酸鈉溶液（$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$）。(a) 解釋為何該溶液呈鹼性。(b) 以 $K_b = K_w / K_a$ 求 $K_b(CH_3COO^-)$。(c) 以 $[OH^-] \approx \sqrt{(K_b \times c)}$ 求溶液 pH。

答案：(a) 乙酸根水解：$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$，產生 OH^-，故溶液呈鹼性。(b) $K_b = 1.0 \times 10^{-14} / 1.8 \times 10^{-5} = 5.6 \times 10^{-10}$ (c) $[OH^-] = \sqrt{(5.6 \times 10^{-10} \times 0.10)} = 7.5 \times 10^{-6}$ M；pOH = 5.13，pH = 14.00 – 5.13 = 8.87

11. 將一塊 2.00 g 大理石（碳酸鈣）加入 50.0 cm³ 的 1.0 M 鹽酸，定時量度總質量損失。時間 / s：0、30、60、90、120、150 質量損失 / g：0、0.80、1.40、1.80、2.00、2.00 (a) 求 0 至 60 s 的平均反應速率（g/s）。(b) 解釋 90 s 後質量不再減少的原因。(c) 解釋若把大理石磨成粉末，曲線會怎樣改變。

答案：(a) 平均速率 = 1.40 / 60 = 0.0233 g/s (b) 鹽酸為限量試劑，90 s 後已被耗盡，反應停止，故質量不再減少。(c) 磨成粉末使表面積增大，碰撞頻率提高，初段速率較大、曲線較陡；但鹽酸量不變，最終質量損失相同。

12. 以 0.100 M 鹽酸滴定 25.0 cm³ 未知濃度的氫氧化鈉溶液，三次滴定結果：24.25 cm³、24.00 cm³、24.05 cm³。(a) 指出應捨棄哪個讀數並解釋。(b) 求平均滴定體積（cm³，3 位有效數字）。(c) 求氫氧化鈉溶液的濃度。

答案：(a) 應捨棄 24.25 cm³，因為它與另外兩次相差超過 0.10 cm³，屬離群讀數。(b) 平均 = (24.00 + 24.05) / 2 = 24.025 ≈ 24.03 cm³ (c) $n(HCl) = 0.100 \times 0.024025 = 2.4025 \times 10^{-3}$ mol；$n(NaOH) = 2.4025 \times 10^{-3}$ mol；$c = 2.4025 \times 10^{-3} / 0.0250 = 0.0961$ M