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　酸鹼基礎計算（Q1 – Q4，28 分）

甲部共 4 題，全部必答。

1. 25.0 cm³ 的 0.100 mol dm⁻³ 鹽酸與 0.125 mol dm⁻³ 氫氧化鈉溶液進行中和滴定。求達至終點所需氫氧化鈉溶液的體積（以 cm³ 表示），並寫出配平的離子方程式。（6 分）

答案：答案：n(HCl) = 0.100 × 0.0250 = 2.50 × 10⁻³ mol。由 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$，n(NaOH) = 2.50 × 10⁻³ mol；V = 2.50 × 10⁻³ ÷ 0.125 = 0.0200 dm³ = 20.0 cm³。評分：摩爾數 2 分、一比一反應關係 1 分、體積計算 2 分、正確單位 1 分。

2. 計算 0.010 mol dm⁻³ 鹽酸及 0.010 mol dm⁻³ 乙酸溶液（Kₐ = 1.8 × 10⁻⁵ mol dm⁻³）的 pH，並解釋兩者數值差異的原因。（7 分）

答案：答案：鹽酸為強酸，完全電離，[H⁺] = 0.010 mol dm⁻³，pH = 2.00（2 分）。乙酸為弱酸，部分電離，$[H^+] = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.010)} = 4.24 \times 10^{-4}$ mol dm⁻³，pH = 3.37（3 分）。差異原因：弱酸只有小部分分子釋出氫離子，同濃度下氫離子濃度較低，pH 較高（2 分）。

3. 將 10.0 cm³ 的 0.500 mol dm⁻³ 鹽酸加水稀釋至總體積 250 cm³。求稀釋後溶液的 pH，並說明體積稀釋 25 倍對 pH 的影響。（7 分）

答案：答案：稀釋後濃度 = 0.500 × 10.0 ÷ 250 = 0.0200 mol dm⁻³（2 分）；pH = −log(0.0200) = 1.70（3 分）。稀釋 25 倍後氫離子濃度下降，pH 較原來的 0.30 上升約 1.40 個單位，仍屬強酸範圍，不會接近中性（2 分）。

4. 25.0 cm³ 的 0.100 mol dm⁻³ 硫酸與 0.200 mol dm⁻³ 氫氧化鈉溶液反應。求所需氫氧化鈉溶液的體積，並解釋硫酸與鹽酸在相同摩爾濃度下所需鹼量不同的原因。（8 分）

答案：答案：n(H_2SO_4) = 0.100 × 0.0250 = 2.50 × 10⁻³ mol（1 分）；硫酸為二元酸，完全電離提供 2 個氫離子，n(NaOH) = 5.00 × 10⁻³ mol（3 分）；V = 5.00 × 10⁻³ ÷ 0.200 = 0.0250 dm³ = 25.0 cm³（2 分）。原因：同摩爾濃度下硫酸可提供兩倍氫離子，所需鹼量為鹽酸的兩倍（2 分）。

乙部　弱酸、緩衝溶液與滴定曲線（Q5 – Q8，32 分）

乙部共 4 題，全部必答。

5. 0.100 mol dm⁻³ 的一元弱酸 HA 溶液在 25 °C 時的 pH 為 2.90。計算 HA 的 Kₐ 值（取三位有效數字），並判斷 HA 屬於強酸還是弱酸。（8 分）

答案：答案：$[H^+] = 10^{-2.90} = 1.26 \times 10^{-3}$ mol dm⁻³（2 分）；$K_a = (1.26 \times 10^{-3})^2 \div 0.100 = 1.58 \times 10^{-5}$ mol dm⁻³（3 分）。Kₐ 遠小於 1，且與乙酸（1.8 × 10⁻⁵）同量級，故 HA 屬弱酸，只部分電離（3 分）。

6. 以 0.10 mol dm⁻³ 乙酸與 0.10 mol dm⁻³ 乙酸鈉配成緩衝溶液，乙酸 Kₐ = 1.8 × 10⁻⁵ mol dm⁻³。求該溶液的 pH；並求要把 pH 調至 5.00 時，乙酸鈉與乙酸的濃度比值。（8 分）

答案：答案：$pH = pK_a + \log([A^-]/[HA]) = 4.74 + \log 1 = 4.74$（4 分）。要 pH = 5.00：$\log([A^-]/[HA]) = 5.00 - 4.74 = 0.26$，$[A^-]/[HA] = 1.8$（4 分）。即乙酸鈉與乙酸濃度比約 1.8 比 1。

7. 20.0 cm³ 的 0.100 mol dm⁻³ 氨水用 0.100 mol dm⁻³ 鹽酸滴定。求達至當量點所需鹽酸的體積，並計算當量點溶液的 pH（NH_3 的 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$，$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$）。（8 分）

答案：答案：$n(NH_3) = 0.100 \times 0.0200 = 2.00 \times 10^{-3}$ mol，一比一反應，所需鹽酸體積 $= 2.00 \times 10^{-3} \div 0.100 = 0.0200$ dm³ = 20.0 cm³（3 分）。當量點總體積 40.0 cm³，$c(NH_4Cl) = 2.00 \times 10^{-3} \div 0.0400 = 0.0500$ mol dm⁻³（2 分）。$K_a(NH_4^+) = K_w \div K_b = 5.6 \times 10^{-10}$；$[H^+] = \sqrt{(5.6 \times 10^{-10} \times 0.0500)} = 5.3 \times 10^{-6}$ mol dm⁻³，pH = 5.28（3 分）。

8. 25.0 cm³ 的 0.100 mol dm⁻³ 硫酸鐵(II) 溶液在酸性條件下用 0.0200 mol dm⁻³ 高錳酸鉀溶液滴定，MnO_4^- 被還原為 Mn^{2+}。求所需高錳酸鉀溶液的體積。（8 分）

答案：答案：$n(Fe^{2+}) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol（2 分）。配平：$MnO_4^- + 8H^+ + 5Fe^{2+} \rightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$，摩爾比 1 比 5（3 分）；$n(MnO_4^-) = 5.00 \times 10^{-4}$ mol；$V = 5.00 \times 10^{-4} \div 0.0200 = 0.0250$ dm³ = 25.0 cm³（3 分）。

丙部　綜合計算（Q9 – Q12，40 分）

丙部共 4 題，全部必答。

9. 1.20 g 含碳酸鈉的樣本溶於水後，用 0.900 mol dm⁻³ 鹽酸滴定，達至終點時用去 22.5 cm³。假設雜質不與酸反應，求樣本中碳酸鈉的質量及百分含量。（12 分）

答案：答案：$n(HCl) = 0.900 \times 0.0225 = 2.025 \times 10^{-2}$ mol（2 分）；$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$，$n(Na_2CO_3) = 1.0125 \times 10^{-2}$ mol（3 分）；質量 $= 1.0125 \times 10^{-2} \times 106 = 1.073$ g（3 分）；百分含量 $= 1.073 \div 1.20 \times 100 = 89.4\%$（4 分）。

10. 鋅－銅電池的標準電極電勢：Zn^{2+}/Zn 為 −0.76 V，Cu^{2+}/Cu 為 +0.34 V。求標準電池電勢；若鋅離子濃度為 0.010 mol dm⁻³、銅離子濃度為 1.0 mol dm⁻³（25 °C），求電池電勢。（10 分）

答案：答案：$E^\circ_{cell} = 0.34 - (-0.76) = 1.10$ V（3 分）。以能斯特方程 $E = E^\circ - (0.0592 \div 2) \times \log([Zn^{2+}]/[Cu^{2+}])$（3 分）；$\log(0.010 \div 1.0) = -2$，$E = 1.10 + 0.0592 = 1.16$ V（4 分）。鋅離子濃度下降令電池電勢高於標準值。

11. 以 2.00 A 的穩定電流電解硫酸銅(II) 溶液 60.0 分鐘。求陰極析出銅的質量（法拉第常數取 96500 C mol⁻¹，銅的相對原子質量 63.5）。（10 分）

答案：答案：電量 $Q = 2.00 \times 3600 = 7200$ C（2 分）；電子摩爾數 $= 7200 \div 96500 = 7.461 \times 10^{-2}$ mol（3 分）；$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$，$n(Cu) = 3.731 \times 10^{-2}$ mol（3 分）；質量 $= 3.731 \times 10^{-2} \times 63.5 = 2.37$ g（2 分）。

12. 室溫常壓下摩爾體積為 24.0 dm³ mol⁻¹。2.24 dm³ 二氧化碳與足量氫氧化鈣溶液完全反應，求二氧化碳的摩爾數及生成碳酸鈣的質量（$CaCO_3$ 相對分子質量 100）。（8 分）

答案：答案：$n(CO_2) = 2.24 \div 24.0 = 9.33 \times 10^{-2}$ mol（3 分）；$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$，摩爾比一比一，$n(CaCO_3) = 9.33 \times 10^{-2}$ mol（2 分）；質量 $= 9.33 \times 10^{-2} \times 100 = 9.33$ g（3 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。