中五化學練習卷：酸鹼、pH 與滴定計算

中五（S5）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部（第 1 至 4 題）

摩爾濃度與 pH 計算：須寫出公式與單位。

1.

把 4.0 g 氫氧化鈉（M = 40.0）溶於水，配成 250 cm^3 溶液。

(a) 求該溶液的摩爾濃度。

(b) 取 25.0 cm^3 該溶液稀釋至 500 cm^3，求稀釋後溶液的摩爾濃度。

答案：

(a) n(NaOH) = 4.0 ÷ 40.0 = 0.100 mol，c = 0.100 ÷ 0.250 = 0.400 mol/dm^3。

(b) 稀釋時摩爾數不變：0.400 × 0.0250 = 0.0100 mol，c = 0.0100 ÷ 0.500 = 0.0200 mol/dm^3。

評分要點：摩爾數 2 分，濃度 2 分，稀釋後摩爾數 2 分，答案與單位 2 分。

2.

計算下列溶液的 pH（假設完全解離，溫度 25 °C）。

(a) 0.010 mol/dm^3 鹽酸。

(b) 0.010 mol/dm^3 氫氧化鈉溶液。

(c) 把 (a) 的鹽酸稀釋 1000 倍後的溶液。

答案：

(a) [H$^+$] = 0.010 mol/dm^3，pH = -log 0.010 = 2.00。

(b) [OH$^-$] = 0.010 mol/dm^3，pOH = 2.00，pH = 14.00 - 2.00 = 12.00。

(c) [H$^+$] = 0.010 ÷ 1000 = 1.0 × 10^{-5} mol/dm^3，pH = 5.00。

評分要點：每小題氫離子濃度 2 分、pH 值 1 分；(b) 須用 Kw 換算。

3.

25.0 cm^3 未知濃度的氫氧化鈉溶液，需用 0.100 mol/dm^3 鹽酸 20.0 cm^3 才達到滴定終點。

(a) 寫出中和反應的離子方程式。

(b) 求氫氧化鈉溶液的摩爾濃度。

答案：

(a) $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$。

(b) $n(HCl) = 0.100 \times 0.0200 = 2.00 \times 10^{-3}$ mol；摩爾比 1 : 1，故 $n(NaOH)$ 相同；$c(NaOH) = 2.00 \times 10^{-3} \div 0.0250 = 0.0800$ mol/dm^3。

評分要點：離子方程式 2 分，鹽酸摩爾數 2 分，摩爾比 2 分，濃度與單位 2 分。

4.

0.10 mol/dm^3 乙酸溶液的 K_a 為 1.8×10^{-5}（25 °C）。

(a) 求溶液中氫離子的濃度。

(b) 求該溶液的 pH（取 2 位小數）。

(c) 求乙酸的解離度（以百分率表示，取 1 位小數）。

答案：

(a) $[H^+] = \sqrt{(K_a \times c)} = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.10)} = \sqrt{(1.8 \times 10^{-6})} \approx 1.34 \times 10^{-3}$ mol/dm^3。

(b) $pH = -\log(1.34 \times 10^{-3}) \approx 2.87$。

(c) 解離度 $= 1.34 \times 10^{-3} \div 0.10 \times 100\% \approx 1.3\%$。

評分要點：K_a 表達式 3 分，氫離子濃度 2 分，pH 2 分，解離度 2 分。

乙部（第 5 至 8 題）

化學計量與鹽的性質：由摩爾比推算。

5.

5.0 g 碳酸鈣（M = 100.0）與過量稀鹽酸反應，生成二氧化碳。（摩爾體積取 24.0 dm³/mol）

(a) 求碳酸鈣的摩爾數。

(b) 求生成二氧化碳在室溫下的體積。

(c) 求生成二氧化碳的質量。

答案：

(a) $n(CaCO_3) = 5.0 \div 100.0 = 0.050$ mol。

(b) $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$，摩爾比 1 : 1，$n(CO_2) = 0.050$ mol；$V = 0.050 \times 24.0 = 1.20$ dm³。

(c) $m(CO_2) = 0.050 \times 44.0 = 2.2$ g。

評分要點：摩爾數 2 分，方程式與摩爾比 2 分，體積 2 分，質量 2 分。

6.

下列三種滴定各有不同的終點 pH，試為每種滴定選擇合適的指示劑並解釋。

(a) 強酸滴定強鹼。

(b) 強鹼滴定弱酸（如乙酸）。

(c) 強酸滴定弱鹼（如氨水）。

答案：

(a) 強酸滴定強鹼：終點 pH 約 7，突躍範圍寬，酚酞或甲基橙均可。

(b) 強鹼滴定弱酸：終點 pH 大於 7（約 8 至 9），須用酚酞，因變色範圍落在鹼性區。

(c) 強酸滴定弱鹼：終點 pH 小於 7（約 5 至 6），須用甲基橙，酚酞會在終點前已變色。

評分要點：每項指示劑選擇 1 分，變色範圍與終點 pH 對應的解釋各 2 分。

7.

下列四種鹽溶於水後，溶液呈酸性、鹼性還是中性？逐項解釋。

(a) 氯化鈉。(b) 碳酸鈉。(c) 氯化銨。(d) 乙酸鈉。

答案：

(a) 氯化鈉：中性，強酸與強鹼的鹽不水解。

(b) 碳酸鈉：鹼性，碳酸根離子水解生成氫氧根離子。

(c) 氯化銨：酸性，銨離子水解釋出氫離子。

(d) 乙酸鈉：鹼性，乙酸根離子水解生成氫氧根離子。

評分要點：每項性質 1 分、水解解釋 1 分。

8.

實驗室要配製 250 cm^3、0.200 mol/dm^3 的碳酸鈉溶液。

(a) 求所需碳酸鈉的摩爾數。

(b) 若使用十水合碳酸鈉（$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$，M = 286.0），求所需質量。

答案：

(a) $n(Na_2CO_3) = 0.200 \times 0.250 = 0.0500$ mol。

(b) 十水合物摩爾數相同，$m = 0.0500 \times 286.0 = 14.3$ g。

評分要點：摩爾數 4 分，摩爾質量對應 2 分，質量與單位 2 分。

丙部（第 9 至 12 題）

滴定與氧化還原：須列摩爾比與計算步驟。

9.

在酸性溶液中，高錳酸鉀與鐵(II) 離子反應的摩爾比為 1 : 5。25.0 cm^3 硫酸鐵(II) 溶液需用 0.0200 mol/dm^3 高錳酸鉀溶液 24.0 cm^3 才達終點。

(a) 求所用高錳酸鉀的摩爾數。

(b) 求鐵(II) 離子的摩爾數及原溶液的摩爾濃度。

答案：

(a) $n(KMnO_4) = 0.0200 \times 0.0240 = 4.80 \times 10^{-4}$ mol。

(b) 摩爾比 1 : 5，$n(Fe^{2+}) = 4.80 \times 10^{-4} \times 5 = 2.40 \times 10^{-3}$ mol；$c = 2.40 \times 10^{-3} \div 0.0250 = 0.0960$ mol/dm^3。

評分要點：摩爾數 3 分，摩爾比 2 分，鐵離子摩爾數 1 分，濃度與單位 2 分。

10.

把等摩爾的乙酸與乙酸鈉混合成溶液（25 °C，乙酸的 pKa = 4.74）。

(a) 求該溶液的 pH。

(b) 解釋加入少量強酸或強鹼後，pH 為何改變不大。

答案：

(a) 等摩爾時 pH = pKa = 4.74。

(b) 加入少量強酸，乙酸根離子與氫離子結合生成乙酸；加入少量強鹼，乙酸與氫氧根離子反應生成乙酸根離子。兩者都被儲備組分吸收，故 pH 只輕微改變。

評分要點：pH 值 4 分，吸收氫離子的解釋 2 分，吸收氫氧根離子的解釋 2 分。

11.

比較 0.10 mol/dm^3 鹽酸與 0.10 mol/dm^3 乙酸（同溫度）。

(a) 哪一個 pH 較低？解釋。

(b) 哪一個導電性較強？解釋。

(c) 與鎂條反應時，哪一個初始反應較快？最終產生氫氣的摩爾數是否相同？

答案：

(a) 鹽酸 pH 較低（pH = 1.00），乙酸只有部分解離（pH ≈ 2.87），氫離子濃度較低。

(b) 鹽酸導電性較強，因完全解離，離子濃度較高。

(c) 鹽酸初始反應較快（氫離子濃度較高）；但兩者摩爾數相同，乙酸會隨反應消耗而繼續解離，故最終產生氫氣的摩爾數相同。

評分要點：(a) 3 分，(b) 3 分，(c) 結論與解釋 3 分。

12.

25.0 cm^3 未知濃度的硫酸，需用 0.150 mol/dm^3 氫氧化鈉溶液 30.0 cm^3 中和。

(a) 求硫酸的摩爾濃度。

(b) 求該硫酸溶液的質量濃度（g/dm^3，M(H_2SO_4) = 98.0）。

答案：

(a) n(NaOH) = 0.150 × 0.0300 = 4.50 × 10^{-3} mol；$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$，摩爾比 1 : 2，n($H_2SO_4$) = 2.25 × 10^{-3} mol；c = 2.25 × 10^{-3} ÷ 0.0250 = 0.0900 mol/dm^3。

(b) 質量濃度 = 0.0900 × 98.0 = 8.82 g/dm^3。

評分要點：氫氧化鈉摩爾數 2 分，摩爾比 3 分，濃度 2 分，質量濃度 2 分。
