中四化學練習卷：酸鹼滴定、電解與化學計量

中四　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：酸鹼滴定與鹽類（第 1 至 4 題）

計算題須列公式、代入數字並註明單位；pH 及濃度取三位有效數字。

1. 在滴定實驗中，25.0 cm³ 的 0.100 M 氫氧化鈉溶液剛好被 20.0 cm³ 的鹽酸中和。（a）計算該鹽酸的濃度。（b）把 10.0 cm³ 該鹽酸稀釋至 250.0 cm³，計算稀釋後溶液的 pH。（c）說明滴定終點與等當點的分別，並指出如何減低判斷終點所造成的誤差。

答案：（a）$n(NaOH) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol；$c(HCl) = 2.50 \times 10^{-3} \div 0.0200 = 0.125$ M。（3 分）（b）$c = 0.125 \times 10.0 \div 250.0 = 5.00 \times 10^{-3}$ M；$pH = -\log(5.00 \times 10^{-3}) = 2.30$。（3 分）（c）終點是指示劑變色的那一刻，等當點是酸鹼按方程式比例恰好反應的狀態。接近終點時逐滴加入並搖勻，重複滴定取相符讀數，可減低誤差。（2 分）

2. 現有 0.10 M 的乙酸溶液（$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$）與 0.10 M 的鹽酸。（a）計算乙酸溶液的 pH（可用近似式）。（b）計算鹽酸溶液的 pH。（c）比較兩者的氫離子濃度，並解釋同濃度的兩種酸 pH 相差如此大的原因。

答案：（a）$[H^+] = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5} \times 0.10)} = 1.34 \times 10^{-3}$ M；pH = 2.87。（3 分）（b）鹽酸完全電離，$[H^+] = 0.10$ M，pH = 1.00。（3 分）（c）$[H^+]$ 之比 $= 0.10 \div 1.34 \times 10^{-3} = 74.5$。乙酸只是部分電離，大部分分子未解離，游離氫離子遠少於同濃度的強酸，故 pH 較高。（2 分）

3. 25.0 cm³ 的 0.100 M 硫酸需用 0.200 M 的氫氧化鈉溶液中和。（a）計算硫酸的物質的量。（b）計算所需氫氧化鈉溶液的體積（cm³）。（c）解釋硫酸在此中和反應中提供兩個氫離子的原因。

答案：（a）$n(H_2SO_4) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}$ mol。（3 分）（b）$n(NaOH) = 2 \times 2.50 \times 10^{-3} = 5.00 \times 10^{-3}$ mol；$V = 5.00 \times 10^{-3} \div 0.200 = 0.0250$ dm³ = 25.0 cm³。（3 分）（c）硫酸是二元酸，每個分子有兩個可電離的氫原子，在水中分兩步釋出氫離子，故 1 mol 硫酸可中和 2 mol 氫氧化鈉。（2 分）

4. 配製 0.10 M 的乙酸鈉溶液。已知 K_a（乙酸）$= 1.8 \times 10^{-5}$，$K_w = 1.0 \times 10^{-14}$。（a）計算乙酸根離子的 K_b。（b）計算該溶液的 pH。（c）解釋乙酸鈉溶液呈鹼性的原因，並寫出相關水解方程式。

答案：（a）$K_b = K_w \div K_a = 1.0 \times 10^{-14} \div 1.8 \times 10^{-5} = 5.56 \times 10^{-10}$。（3 分）（b）$[OH^-] = \sqrt{(5.56 \times 10^{-10} \times 0.10)} = 7.45 \times 10^{-6}$ M；pOH = 5.13；pH = 8.87。（3 分）（c）乙酸根與水發生水解：$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$，產生氫氧離子，故溶液呈鹼性。（2 分）

乙部：電解與氧化還原（第 5 至 8 題）

電解題須寫出半反應式並標明電子數目；氧化還原題須先寫配平方程式。

5. 以 2.00 A 的電流電解硫酸銅（II）溶液 30.0 分鐘（1 法拉第 = 96500 C/mol）。（a）計算通過的電量（C）。（b）計算陰極析出銅的質量（g，Cu = 63.5）。（c）寫出陰極半反應式，並說明銅在陰極析出而非放出氫氣的原因。

答案：（a）電量 = 2.00 × 30.0 × 60 = 3600 C。（3 分）（b）電子 = 3600 ÷ 96500 = 0.0373 mol；銅 = 0.0373 ÷ 2 = 0.0187 mol；質量 = 0.0187 × 63.5 = 1.18 g。（3 分）（c）陰極：$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$。銅的標準還原電位高於氫，銅離子比氫離子更易被還原，故先析出銅。（2 分）

6. 同一電解裝置（2.00 A、30.0 分鐘）改為電解稀硫酸。（a）計算通過的電子的物質的量。（b）計算陽極產生的氧氣在室溫常壓下的體積（cm^3，摩爾體積 24.0 dm^3/mol）。（c）寫出陽極半反應式。

答案：（a）電子 = 3600 ÷ 96500 = 0.0373 mol。（3 分）（b）氧氣 = 0.0373 ÷ 4 = 9.33 × 10^{-3} mol；體積 = 9.33 × 10^{-3} × 24.0 = 0.224 dm^3 = 224 cm^3。（3 分）（c）陽極：$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$。（2 分）

7. 25.0 cm^3 的 0.0200 M 高錳酸鉀溶液在酸性條件下滴定硫酸鐵（II）溶液。（a）計算高錳酸鉀的物質的量。（b）已知 MnO_4^- 還原為 Mn^{2+} 需 5 個電子，計算可被氧化的鐵（II）離子的物質的量。（c）計算該些鐵（II）離子的質量（mg，Fe = 55.8）。

答案：（a）n($KMnO_4$) = 0.0200 × 0.0250 = 5.00 × 10^{-4} mol。（3 分）（b）MnO_4^- 與 Fe^{2+} 的摩爾比為 1 : 5，故 n(Fe^{2+}) = 5 × 5.00 × 10^{-4} = 2.50 × 10^{-3} mol。（3 分）（c）質量 = 2.50 × 10^{-3} × 55.8 = 0.1395 g = 139.5 mg。（2 分）

8. 一個鋅－銅原電池，$E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0.76$ V，$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0.34$ V。（a）計算電池的標準電動勢。（b）寫出電池總反應式。（c）計算每摩爾反應的標準吉布斯自由能變化（kJ/mol，F = 96500 C/mol）。

答案：（a）$E^\circ_{cell} = 0.34 - (-0.76) = 1.10$ V。（3 分）（b）$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$。（3 分）（c）$\Delta G^\circ = -nFE^\circ = -2 \times 96500 \times 1.10 = -2.12 \times 10^5$ J/mol = −212.3 kJ/mol。（2 分）

丙部：摩爾計算與能量（第 9 至 12 題）

摩爾與能量題須列完整算式，並說明產率與焓變差異的來源。

9. 2.40 g 鎂在氧氣中完全燃燒（Mg = 24.3，O = 16.0）。（a）計算鎂的物質的量。（b）計算理論上生成氧化鎂的質量（g）。（c）若實際產率為 85%，計算實際生成氧化鎂的質量（g）。

答案：（a）n(Mg) = 2.40 ÷ 24.3 = 0.0988 mol。（3 分）（b）$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$，n(MgO) = 0.0988 mol；質量 = 0.0988 × 40.3 = 3.98 g。（3 分）（c）實際質量 = 3.98 × 0.85 = 3.38 g。（3 分）

10. 4.40 g 二氧化碳在室溫常壓下（摩爾體積 24.0 dm^3/mol，阿佛加德羅常數 6.02 × 10^{23} /mol）。（a）計算二氧化碳的物質的量。（b）計算其體積（dm^3）。（c）計算所含的分子數目。

答案：（a）n(CO_2) = 4.40 ÷ 44.0 = 0.100 mol。（3 分）（b）體積 = 0.100 × 24.0 = 2.40 dm^3。（3 分）（c）分子數目 = 0.100 × 6.02 × 10^{23} = 6.02 × 10^{22}。（3 分）

11. 把 50.0 cm³ 的 1.00 M 鹽酸與 50.0 cm³ 的 1.00 M 氫氧化鈉溶液混合，溫度上升 6.7 °C。假設溶液密度為 1.00 g/cm³、比熱容量為 4.2 J/(g·°C)。（a）計算放出的熱量（J）。（b）計算生成的水的物質的量，並求中和焓變（kJ/mol）。（c）說明實驗值與文獻值有差異的原因。

答案：（a）熱量 = 100.0 × 4.2 × 6.7 = 2814 J。（3 分）（b）n(H₂O) = 1.00 × 0.0500 = 0.0500 mol；ΔH = −2814 ÷ 0.0500 = −56300 J/mol ≈ −56.3 kJ/mol。（3 分）（c）部分熱量散失到周圍環境、量熱器吸熱、溶液並非完全絕熱，故實測值偏小。（3 分）

12. 在 1.00 dm³ 的容器中，0.500 mol 氫氣與 0.500 mol 碘蒸氣反應，達平衡時碘化氫的濃度為 0.780 mol/dm³。（a）計算平衡時氫氣與碘蒸氣的濃度。（b）計算平衡常數 Kc。（c）說明把容器體積減半後平衡位置如何改變（無須計算）。

答案：（a）生成 0.780 mol/dm³ 碘化氫消耗 0.390 mol/dm³ 氫氣與碘蒸氣，平衡時 [H₂] = [I₂] = 0.110 mol/dm³。（3 分）（b）Kc = 0.780² ÷ 0.110² = 50.3。（3 分）（c）反應前後氣體總摩爾數相同，改變壓力不影響平衡位置，Kc 不變；各物質濃度按比例上升。（3 分）

TutorZone 中四化學練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。