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：50 分　｜　共 12 題

甲部：短題（每題 4 分）

回答全部題目，須列出公式、代入數值及單位。

1. 將 2.00 克氫氧化鈉溶於水並配成 250.0 cm³ 溶液。求（a）該溶液的摩爾濃度、（b）溶液中氫氧根離子的濃度。（Na 23.0、O 16.0、H 1.0）（4 分）

答案：M(NaOH) = 23.0 + 16.0 + 1.0 = 40.0 g/mol；n = 2.00 / 40.0 = 0.0500 mol；c = 0.0500 / 0.250 = 0.200 M。氫氧化鈉完全電離，故 $[OH^-] = 0.200$ M。

2. 以 0.125 M 鹽酸滴定 25.0 cm³ 的 0.100 M 氫氧化鈉溶液。求（a）達當量點時所需鹽酸的體積、（b）當量點時溶液的 pH 值。（4 分）

答案：n(NaOH) = 0.100 × 0.0250 = 2.50×10^{-3} mol；由 1：1 反應，n(HCl) 相同，V = 2.50×10^{-3} / 0.125 = 0.0200 dm³ = 20.0 cm³。強酸與強鹼完全中和，當量點時溶液只含氯化鈉，故 pH = 7.00。

3. 在 25 °C 下，求下列各溶液的 pH 值：（a）0.0100 M 鹽酸；（b）0.0100 M 氫氧化鈉。（4 分）

答案：（a）$[H^+] = 0.0100$ M，pH = − log 0.0100 = 2.00。（b）$[OH^-] = 0.0100$ M，pOH = 2.00，pH = 14.00 − 2.00 = 12.00。

4. 把 25.0 cm³ 的 2.0 M 鹽酸加水稀釋至 250.0 cm³。求（a）稀釋後鹽酸的摩爾濃度、（b）稀釋後溶液的 pH 值。（4 分）

答案：稀釋時摩爾數不變：$c_2 = c_1 V_1 / V_2 = 2.0 \times 25.0 / 250.0 = 0.20$ M；pH = − log 0.20 = 0.70。

5. 以 2.0 A 的電流電解硫酸銅（II）溶液 30.0 分鐘。求（a）通過的電量、（b）陰極析出銅的質量。（Cu 63.5、法拉第常數 96500 C/mol）（4 分）

答案：Q = It = 2.0 × 1800 = 3600 C；$n(e^-) = 3600 / 96500 = 3.73 \times 10^{-2}$ mol；$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$，故 n(Cu) = 1.87×10^{-2} mol；m = $1.87 \times 10^{-2} \times 63.5 \approx 1.18$ g。

6. 將 50.0 cm³ 的 1.0 M 鹽酸與 50.0 cm³ 的 1.0 M 氫氧化鈉溶液混合，溫度上升 6.7 °C。假設混合溶液密度為 1.0 g/cm³、比熱容量為 4.18 J/(g·K)，求中和反應的摩爾焓變。（4 分）

答案：放出的熱量 = mcΔT = 100.0 × 4.18 × 6.7 ≈ 2800 J；$n(H_2O) = 0.0500$ mol；ΔH = − 2800 / 0.0500 ≈ − 56 kJ/mol（負號表示放熱）。

乙部：應用題（每題 4 分）

平衡常數及電化學題須指明溫度，並寫出半反應式。

7. 在 25 °C 時，把氫氣與碘蒸氣置於密閉容器中，反應 $H_2\ (g) + I_2\ (g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 達平衡，測得 $[H_2] = 0.20\ M$、$[I_2] = 0.20\ M$、$[HI] = 1.60\ M$。求（a）平衡常數 Kc；（b）若在相同溫度下把 HI 的濃度改為 2.40 M，Kc 會否改變？並加以解釋。（4 分）

答案：（a）$K_c = [HI]^2 / ([H_2][I_2]) = 1.60^2 / (0.20 \times 0.20) = 2.56 / 0.040 = 64$。（b）Kc 只隨溫度改變；溫度不變，故 Kc 維持 64，改變濃度只會令平衡位置移動，不會改變平衡常數。

8. 一個鋅－銅原電池在 25 °C 下操作。已知 $E^\circ(Zn^{2+}/Zn) = -0.76\ V$、$E^\circ(Cu^{2+}/Cu) = +0.34\ V$。求（a）電池的標準電動勢；（b）指出陽極與陰極，並寫出陽極的半反應式。（4 分）

答案：（a）$E^\circ_{cell} = E^\circ_{(陰極)} - E^\circ_{(陽極)} = 0.34 - (-0.76) = 1.10\ V$。（b）鋅的電極電勢較低，作陽極被氧化：$Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$；銅作陰極，$Cu^{2+}$ 被還原。

9. 把 5.00 克碳酸鈣加熱分解：$CaCO_3\ (s) \rightarrow CaO(s) + CO_2\ (g)$。實際收集到 1.98 克二氧化碳。求（a）二氧化碳的理論產量、（b）反應的百分產率。（Ca 40.0、C 12.0、O 16.0）（4 分）

答案：$M(CaCO_3) = 100\ g/mol$，$n = 5.00 / 100 = 0.0500\ mol$；由方程式 1：1，$n(CO_2) = 0.0500\ mol$，理論產量 $= 0.0500 \times 44.0 = 2.20\ g$；百分產率 $= 1.98 / 2.20 \times 100\% = 90.0\%$。

丙部：長題（共 14 分）

須寫出完整計算步驟；解釋題須用完整句子作答。

10. 把 0.24 克鎂加入過量稀鹽酸中。求（a）產生氫氣的摩爾數；（b）在室溫常壓下（摩爾體積 24.0 dm^3/mol）氫氣的體積，以 cm^3 表示；（c）寫出有關的離子方程式。（Mg 24.0）（4 分）

答案：（a）$n(Mg) = 0.24 / 24.0 = 0.0100\ mol$；$Mg + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2$，故 $n(H_2) = 0.0100\ mol$。（b）$V = 0.0100 \times 24.0 = 0.240\ dm^3 = 240\ cm^3$。（c）離子方程式：$Mg(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + H_2\ (g)$。

11. 25.0 cm^3 的 0.100 M 碳酸鈉溶液與鹽酸反應：$Na_2CO_3\ (aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2\ (g)$。求（a）完全反應所需 0.200 M 鹽酸的體積；（b）在室溫常壓下放出二氧化碳的體積（摩爾體積 24.0 dm^3/mol）。（4 分）

答案：（a）$n(Na_2CO_3) = 0.100 \times 0.0250 = 2.50 \times 10^{-3}\ mol$；所需 HCl 為其兩倍，即 $5.00 \times 10^{-3}\ mol$，$V = 5.00 \times 10^{-3} / 0.200 = 0.0250\ dm^3 = 25.0\ cm^3$。（b）$n(CO_2) = 2.50 \times 10^{-3}\ mol$，$V = 2.50 \times 10^{-3} \times 24.0 = 0.060\ dm^3 = 60.0\ cm^3$。

12. 以銅片作為兩極電解硫酸銅（II）溶液，電流為 0.50 A，通電 20.0 分鐘。（a）求陽極溶解的銅的質量；（b）解釋電解過程中溶液的藍色幾乎不變的原因；（c）若改用石墨電極，說明陽極的產物有何不同，並以氧化還原概念解釋。（Cu 63.5、96500 C/mol）（6 分）

答案：（a）$Q = 0.50 \times 1200 = 600\ C$；$n(e^-) = 600 / 96500 = 6.22 \times 10^{-3}\ mol$；陽極 $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$，$n(Cu) = 3.11 \times 10^{-3}\ mol$，$m = 3.11 \times 10^{-3} \times 63.5 \approx 0.20\ g$。（b）陽極每溶解 1 mol 銅，陰極同時析出 1 mol 銅，銅離子濃度淨變化為零，故藍色幾乎不變。（c）石墨電極不被氧化，陽極改為水被氧化放出氧氣：$2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$；溶液中銅離子不斷在陰極被還原而減少，藍色逐漸變淡，整體為銅離子被還原、水被氧化的氧化還原過程。