中四化學練習卷：摩爾與化學計量、溶液濃度與稀釋、酸鹼中和與滴定、氧化還原與電子轉移、電解與法拉第定律、反應速率（100 分）

年級：中四　｜　科目：化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　題數：24　｜　答案版

甲部：摩爾與化學計量（18 分）

全部題目須列出計算步驟；相對原子質量：Mg 24.0、Ca 40.0、C 12.0、O 16.0、H 1.0、S 32.1、Zn 65.4、Cu 63.5、Ag 108.0；室溫常壓摩爾體積取 24.0 dm³/mol。

#	題目	答案	分數
1	4.8 g 鎂與過量稀鹽酸反應：$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$。求 (a) 鎂的摩爾數、(b) 室溫常壓下生成氫氣的體積、(c) 生成氯化鎂的質量（Mr = 95.0）。	n(Mg) = 4.8 / 24.0 = 0.20 mol。由方程式 1 mol Mg 生成 1 mol H_2，故 $V(H_2) = 0.20 \times 24.0 = 4.8$ dm³。$n(MgCl_2) = 0.20$ mol，質量 $= 0.20 \times 95.0 = 19.0$ g。	5
2	25.0 g 碳酸鈣受熱完全分解：$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$。求碳酸鈣的摩爾數及室溫常壓下放出二氧化碳的體積。	$Mr(CaCO_3) = 40 + 12 + 48 = 100$，$n = 25.0 / 100 = 0.25$ mol。1 mol $CaCO_3$ 放出 1 mol CO_2，故 $V = 0.25 \times 24.0 = 6.0$ dm³。	4
3	某化合物含碳 40.0%、氫 6.70%、氧 53.3%，相對分子質量為 60。求實驗式和分子式。	摩爾比 C : H : O = 40.0/12 : 6.70/1.0 : 53.3/16 = 3.33 : 6.70 : 3.33，除以最小值得 1 : 2 : 1，實驗式 CH_2O（Mr = 30）。60 / 30 = 2，故分子式為 $C_2H_4O_2$。	4
4	0.50 mol 鋅與 0.40 mol 硫共熱：$Zn + S \rightarrow ZnS$。求 (a) 限量試劑、(b) 生成硫化鋅的質量（Mr = 97.5）、(c) 剩餘反應物的質量。	摩爾比 1 : 1，硫較少，故硫為限量試劑。n(ZnS) = 0.40 mol，質量 $= 0.40 \times 97.5 = 39.0$ g。剩餘鋅 $0.50 - 0.40 = 0.10$ mol，質量 $= 0.10 \times 65.4 = 6.54$ g。	5

乙部：溶液濃度與稀釋（17 分）

濃度以 mol/dm³ 表示；1 dm³ = 1000 cm³；稀釋時溶質摩爾數不變。

#	題目	答案	分數
5	5.85 g 氯化鈉（Mr = 58.5）溶於水並配成 250 cm³ 溶液。求溶液濃度。	n(NaCl) = 5.85 / 58.5 = 0.10 mol，體積 = 250/1000 = 0.250 dm³，濃度 = 0.10 / 0.250 = 0.40 mol/dm³。	4
6	把 25.0 cm³ 2.0 mol/dm³ 硫酸稀釋至總體積 500 cm³。求稀釋後濃度，並解釋溶質摩爾數如何變化。	稀釋前 $n = 0.0250 \times 2.0 = 0.050$ mol。稀釋後濃度 = 0.050 / 0.500 = 0.10 mol/dm³。加水只增加體積，溶質摩爾數保持 0.050 mol 不變。	5
7	要配製 0.250 dm³、0.20 mol/dm³ 碳酸鈉溶液，需稱取多少克無水碳酸鈉（Mr = 106）？	$n = 0.250 \times 0.20 = 0.050$ mol，質量 $= 0.050 \times 106 = 5.3$ g。稱取 5.3 g 溶於水後配至 250 cm³ 刻度。	4
8	把 200 cm³ 0.50 mol/dm³ 溶液與 300 cm³ 0.20 mol/dm³ 同種溶液混合（假設體積可加）。求混合後濃度。	$n_1 = 0.200 \times 0.50 = 0.100$ mol，$n_2 = 0.300 \times 0.20 = 0.060$ mol，總 n = 0.160 mol；總體積 = 0.500 dm³，濃度 = 0.160 / 0.500 = 0.32 mol/dm³。	4

丙部：酸鹼中和與滴定（17 分）

酸鹼反應按計量比進行；**pH + pOH = 14（25 °C）**；水的比熱容量取 **4.2 J g⁻¹ K⁻¹**、密度 **1.0 g/cm³**。

#	題目	答案	分數
9	25.0 cm³ 氫氧化鈉溶液需 20.0 cm³ 0.10 mol/dm³ 鹽酸才達終點。求氫氧化鈉溶液濃度。	NaOH + HCl → NaCl + H_2O，摩爾比 1 : 1。n(HCl) = 0.0200 × 0.10 = 0.0020 mol，故 n(NaOH) = 0.0020 mol，濃度 = 0.0020 / 0.0250 = 0.080 mol/dm³。	5
10	求 (a) 0.010 mol/dm³ 鹽酸的 pH；(b) 0.0010 mol/dm³ 氫氧化鈉溶液的 pH（25 °C）。	(a) 強酸完全電離，$[H^+]$ = 0.010 mol/dm³，pH = −log 0.010 = 2.00。(b) $[OH^-]$ = 0.0010，pOH = 3.00，pH = 14 − 3.00 = 11.00。	4
11	25.0 cm³ 硫酸溶液需 30.0 cm³ 0.20 mol/dm³ 氫氧化鈉中和：$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$。求硫酸濃度。	n(NaOH) = 0.0300 × 0.20 = 0.0060 mol。由 1 : 2 比例，$n(H_2SO_4)$ = 0.0060 / 2 = 0.0030 mol，濃度 = 0.0030 / 0.0250 = 0.12 mol/dm³。	4
12	50 cm³ 1.0 mol/dm³ 鹽酸與 50 cm³ 1.0 mol/dm³ 氫氧化鈉混合，溫度上升 6.7 °C。求中和熱（kJ/mol），並寫出熱化學方程式的 ΔH。	放出熱量 q = mcΔT = 100 × 4.2 × 6.7 = 2814 J。生成水 n = 0.050 mol，故每摩爾 2814 / 0.050 = 56280 J = 56.28 kJ。放熱，ΔH = −56.3 kJ/mol。	4

丁部：氧化還原與電子轉移（16 分）

以氧化數變化判斷氧化還原；酸性高錳酸鉀的還原半反應為 **$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$**。

#	題目	答案	分數
13	在酸性溶液中，MnO_4^- 被還原為 Mn^{2+}。求 (a) 每個 MnO_4^- 得到的電子數、(b) 1 mol MnO_4^- 可氧化多少 mol Fe^{2+}。	Mn 由 +7 降至 +2，得 5 個電子。$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$，每摩爾失 1 個電子，故 1 mol MnO_4^- 可氧化 5 mol Fe^{2+}。	4
14	25.0 cm³ 硫酸亞鐵溶液需 20.0 cm³ 0.020 mol/dm³ 高錳酸鉀溶液滴定至終點。求 Fe^{2+} 濃度。	$n(MnO_4^-) = 0.0200 \times 0.020 = 4.0 \times 10^{-4}$ mol。由電子守恆 $n(Fe^{2+}) = 5 \times 4.0 \times 10^{-4} = 2.0 \times 10^{-3}$ mol，濃度 = 2.0×10^{-3} / 0.0250 = 0.080 mol/dm³。	4
15	求下列物種中指定元素的氧化數：(a) $K_2Cr_2O_7$ 中的 Cr、(b) MnO_2 中的 Mn、(c) NO_3^- 中的 N。	(a) 2x + 7(−2) = −2，得 x = +6。(b) x + 2(−2) = 0，得 x = +4。(c) x + 3(−2) = −1，得 x = +5。	4
16	1.3 g 鋅放入硫酸銅溶液：$Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$。求 (a) 氧化劑與還原劑、(b) 轉移的電子摩爾數、(c) 析出銅的質量。	Zn 由 0 升至 +2 被氧化，是還原劑；Cu^{2+} 由 +2 降至 0 被還原，是氧化劑。n(Zn) = 1.3 / 65 = 0.020 mol，轉移電子 0.040 mol。n(Cu) = 0.020 mol，質量 = 0.020 × 63.5 = 1.27 g。	4

戊部：電解與法拉第定律（16 分）

電量 **Q = It**，法拉第常數取 **96500 C/mol**；電解硫酸銅溶液時陰極析出銅、陽極放出氧氣。

#	題目	答案	分數
17	以 2.0 A 電流通過硫酸銅溶液 30 分鐘。求通過的電量及陰極析出銅的質量（A_r Cu = 63.5）。	t = 30 × 60 = 1800 s，Q = 2.0 × 1800 = 3600 C。$n(e^-)$ = 3600 / 96500 = 0.0373 mol，$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$，故 n(Cu) = 0.0187 mol，質量 = 0.0187 × 63.5 ≈ 1.18 g。	5

18	電解水時陰極得氫氣、陽極得氧氣：$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$。若陰極收集 0.50 mol 氫氣，求陽極氧氣的摩爾數與體積比。	由 2 : 1 比例，$n(O_2) = 0.50 / 2 = 0.25$ mol。同溫同壓下體積比等於摩爾比，故 $V(H_2) : V(O_2) = 2 : 1$。	4
19	在鋅銅原電池中，指出 (a) 負極（陽極）的金屬、(b) 電子的流動方向、(c) 陰極發生的反應種類。	鋅較活潑，故鋅為負極（陽極）並被氧化：$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$。電子經外電路由鋅流向銅；陰極（銅）上 Cu^{2+} 得電子進行還原。	3
20	以 1.0 A 電流電鍍銀，欲在物件上鍍 1.08 g 銀（A_r Ag = 108）。求所需電量及時間（分鐘）。	$n(Ag) = 1.08 / 108 = 0.010$ mol。$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$，故需 0.010 mol 電子，$Q = 0.010 \times 96500 = 965$ C。$t = Q / I = 965 / 1.0 = 965$ s ≈ 16.1 分鐘。	4

己部：反應速率（16 分）

速率以單位時間內反應物消耗量或生成物生成量表示；比較實驗時只改變一個變數。

#	題目	答案	分數
21	鋅與稀硫酸反應，以排水集氣法每 30 秒讀取氫氣體積；首 60 秒共收集 48 cm³。求首 60 秒的平均速率（cm³/s）。	平均速率 = 體積變化 / 時間 = 48 / 60 = 0.80 cm³/s。曲線斜率隨時間下降，因為酸濃度降低及鋅表面積減少。	4
22	某反應速率方程為 rate = k[A]，在固定溫度下把 [A] 加倍。求速率變化，並說明速率常數 k 是否改變。	速率與 [A] 成正比，[A] 加倍則速率加倍（×2）。溫度不變時 k 不變，k 只受溫度及催化劑影響。	4
23	某反應加入催化劑後活化能由 80 kJ/mol 降至 60 kJ/mol。解釋速率為何加快，並指出 ΔH 有否改變。	活化能降低 20 kJ/mol，常溫下能越過能障的分子比例大幅增加，有效碰撞增多，故速率加快。催化劑不改變反應物與生成物的焓，ΔH 不變。	4
24	某反應溫度由 20 °C 升至 50 °C。若溫度每升 10 °C 速率約加倍，求速率約變為原來的多少倍，並解釋原因。	溫度上升 30 °C，即 3 個 10 °C 間隔，速率約變為 $2^3 = 8$ 倍。原因是有更多分子具有大於活化能的動能，有效碰撞頻率大增。	4