中四化學練習卷：摩爾與化學式、氣體摩爾體積、溶液濃度與稀釋、溶解度與 ppm、pH 與中和、酸鹼滴定、氧化還原與電解、量熱法與赫斯定律、反應速率與碰撞理論

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：摩爾與化學式（18 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
1	硫酸銅晶體 CuSO4·5H2O 常用作殺菌劑。（Cu = 63.5、S = 32.1、O = 16.0、H = 1.0）(a) 計算其相對分子質量。(b) 求晶體中水的質量百分比（一位小數）。(c) 加熱 24.96 g 晶體至水完全失去，剩餘物的質量是多少？	(a) Mr = 63.5 + 32.1 + 64.0 + 90.0 = 249.6。(b) 水的質量百分比 = 90.0 ÷ 249.6 × 100% = 36.1%。(c) 24.96 g 為 0.100 mol，失去 0.500 mol 水（9.00 g），剩餘無水鹽 = 24.96 – 9.00 = 15.96 g。	5
2	12.5 g 碳酸鈣（CaCO3，Mr = 100.1）加熱完全分解：CaCO3 → CaO + CO2。(a) 求碳酸鈣的摩爾數（四位小數）。(b) 求放出二氧化碳的質量（二位小數）。(c) 在室溫常壓下該二氧化碳佔多少體積（摩爾體積 24.0 dm3/mol）？	(a) n = 12.5 ÷ 100.1 = 0.1249 mol。(b) m(CO2) = 0.1249 × 44.0 = 5.49 g。(c) V = 0.1249 × 24.0 = 3.00 dm3。	5
3	某有機化合物含碳 40.0%、氫 6.7%、氧 53.3%（質量百分比），相對分子質量為 180。(a) 求實驗式。(b) 求分子式。(c) 12.0 g 該化合物含多少摩爾氧原子？	(a) 摩爾比 C : H : O = 3.33 : 6.70 : 3.33 = 1 : 2.01 : 1，實驗式 CH2O（式量 30.0）。(b) 180 ÷ 30.0 = 6，分子式 C6H12O6。(c) 12.0 g = 0.0667 mol，每分子 6 個氧原子，共 0.400 mol 氧原子。	4
4	4.4 g 二氧化碳（Mr = 44.0）在室溫常壓下（摩爾體積 24.0 dm3/mol）。(a) 求摩爾數。(b) 求所佔體積（dm3）。(c) 求分子數目（以 6.02 × 10^23 為阿佛加德羅常數）。	(a) n = 4.4 ÷ 44.0 = 0.10 mol。(b) V = 0.100 × 24.0 = 2.4 dm3。(c) 分子數 = 0.100 × 6.02 × 10^23 = 6.02 × 10^22 個。	4

乙部：溶液與濃度（17 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
5	把 5.85 g 氯化鈉（Mr = 58.5）溶於水，配成 250.0 cm3 溶液。(a) 求摩爾數。(b) 求體積摩爾濃度（mol/dm3）。(c) 取 25.0 cm3 此溶液稀釋至 250.0 cm3，求稀釋後濃度。	(a) n = 5.85 ÷ 58.5 = 0.100 mol。(b) c = 0.100 ÷ 0.250 = 0.400 mol/dm3。(c) 所取摩爾數 = 0.400 × 0.0250 = 0.0100 mol，新濃度 = 0.0100 ÷ 0.250 = 0.040 mol/dm3（稀釋 10 倍）。	5

6	實驗室有 2.0 mol/dm3 硫酸。(a) 要配製 500.0 cm3、0.20 mol/dm3 的稀硫酸，需取濃酸多少 cm3？(b) 需加水多少 cm3？(c) 說明為何要把濃酸加入水中而不是把水加入濃酸。	(a) c1V1 = c2V2：2.0 × V1 = 0.20 × 500.0，V1 = 50.0 cm3。(b) 加水 = 500.0 − 50.0 = 450.0 cm3。(c) 濃硫酸溶於水大量放熱，水加入濃酸會令局部沸騰濺出，故必須把酸慢慢加入水中並攪拌。	4
7	在 20 °C，硝酸鉀的溶解度為每 100 g 水可溶 36.0 g。(a) 求該飽和溶液的質量百分比濃度（一位小數）。(b) 若把 136.0 g 該飽和溶液冷卻至 0 °C（溶解度 13.0 g/100 g 水），可析出多少克晶體？	(a) 質量百分比 = 36.0 ÷ 136.0 × 100% = 26.5%。(b) 溶液含 36.0 g 溶質及 100 g 水；0 °C 時 100 g 水只溶 13.0 g，析出 = 36.0 − 13.0 = 23.0 g。	4
8	某食水樣本 250.0 cm3 中含鉛(II)離子 5.0 mg（假設溶液密度為 1.00 g/cm3）。(a) 以 ppm（mg/kg）表示其濃度。(b) 若飲用水含鉛上限為 10 ppb，該樣本是否超標？(c) 寫出一個減低食水含鉛風險的可行方法。	(a) 質量 = 250.0 g = 0.250 kg，濃度 = 5.0 mg ÷ 0.250 kg = 20 ppm。(b) 20 ppm = 20 000 ppb，遠超 10 ppb，屬超標。(c) 更換含鉛水管或內襯、並在用水前先放水沖管。	4

丙部：酸鹼、中和與滴定（17 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
9	(a) 求 0.010 mol/dm3 鹽酸（強酸，完全電離）的 pH。(b) 求 0.010 mol/dm3 氫氧化鈉溶液的 pH。(c) 把兩者等體積混合後，溶液的 pH 大約是多少？並解釋。	(a) [H+] = 0.010，pH = −log 0.010 = 2.00。(b) [OH−] = 0.010，pOH = 2.00，pH = 14.00 − 2.00 = 12.00。(c) 等摩爾中和生成 NaCl 及水，pH 約為 7（中性），因 Na+ 與 Cl− 都不水解。	5
10	25.0 cm3、0.20 mol/dm3 氫氧化鈉溶液剛好中和 20.0 cm3 稀硫酸：2NaOH + H2SO4 → Na2SO4 + 2H2O。(a) 求所用 NaOH 的摩爾數。(b) 求 H2SO4 的摩爾數。(c) 求硫酸的濃度。	(a) n(NaOH) = 0.20 × 0.0250 = 0.0050 mol。(b) 摩爾比 2 : 1，n(H2SO4) = 0.00250 mol。(c) c = 0.00250 ÷ 0.0200 = 0.125 mol/dm3。	4
11	用 0.100 mol/dm3 鹽酸滴定 25.0 cm3 碳酸鈉溶液，三次滴定平均用去 24.10 cm3：Na2CO3 + 2HCl → 2NaCl + H2O + CO2。(a) 求 HCl 摩爾數。(b) 求 Na2CO3 摩爾數及摩爾濃度。(c) 求 25.0 cm3 溶液中 Na2CO3 的質量（Mr = 106.0）。	(a) n(HCl) = 0.100 × 0.02410 = 0.00241 mol。(b) 摩爾比 1 : 2，n(Na2CO3) = 0.001205 mol，c = 0.001205 ÷ 0.0250 = 0.0482 mol/dm3。(c) m = 0.001205 × 106.0 = 0.1277 g。	5
12	(a) 強酸與弱鹼的滴定應選用哪種指示劑？(b) 弱酸與強鹼的滴定又應選用哪種？(c) 解釋為何碳酸鈉溶液的 pH 大於 7。	(a) 甲基橙（變色範圍 pH 3.1–4.4，等當點偏酸）。(b) 酚酞（變色範圍 pH 8.3–10.0，等當點偏鹼）。(c) 碳酸根離子水解：CO3^2− + H2O ⇌ HCO3− + OH−，產生氫氧根離子，故溶液呈鹼性。	3

丁部：氧化還原、金屬與電解（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數

13	把鋅片放入藍色硫酸銅溶液。(a) 寫出離子方程式。(b) 指出哪種物質被氧化、哪種被還原。(c) 描述兩個可觀察的變化。(d) 說明鋅的活性與此反應的關係。	(a) Zn(s) + Cu2+(aq) → Zn2+(aq) + Cu(s)。(b) 鋅被氧化（氧化數 0 → +2），銅(II)離子被還原（+2 → 0）。(c) 藍色逐漸變淡；鋅片表面出現紅棕色沉積。(d) 鋅比銅活潑，活性較高的金屬可把活性較低金屬的離子還原，故反應自發進行。	5
14	以 2.0 A 電流通過硫酸銅溶液 30 分鐘，陰極沉積銅（Cu = 63.5，法拉第常數 96500 C/mol）。(a) 求通過的電量。(b) 求電子摩爾數（四位小數）。(c) 求沉積銅的質量（二位小數）。(d) 寫出陰極反應式。	(a) Q = It = 2.0 × 1800 = 3600 C。(b) n(e−) = 3600 ÷ 96500 = 0.0373 mol。(c) Cu2+ + 2e− → Cu，n(Cu) = 0.01865 mol，m = 0.01865 × 63.5 = 1.18 g。(d) 陰極：Cu2+(aq) + 2e− → Cu(s)。	5
15	求下列化合物中指定元素的氧化數：(a) KMnO4 中的錳；(b) K2Cr2O7 中的鉻；(c) H2O2 中的氧。並指出哪一種化合物常用作氧化劑。	(a) (+1) + x + 4(−2) = 0，x = +7。(b) 2(+1) + 2x + 7(−2) = 0，x = +6。(c) 2(+1) + 2x = 0，x = -1。(d) KMnO4 與 K2Cr2O7 均為強氧化劑，其中 KMnO4 最常用。	3
16	鐵閘在潮濕空氣中容易生鏽。(a) 寫出鐵生鏽時的主要氧化反應。(b) 解釋為何在鐵上鍍鋅（犧牲陽極保護）比鍍錫更能防鏽。(c) 列出一項日常防鏽方法。	(a) Fe → Fe2+ + 2e−（隨後再氧化成 Fe3+，形成水合氧化鐵鐵鏽）。(b) 鋅比鐵活潑，會先被氧化，電子流向鐵使鐵成為陰極受保護；即使鍍層破損仍有效。錫比鐵不活潑，鍍層破損後鐵反而成為陽極，加速腐蝕。(c) 塗油漆或油脂、保持乾燥。	3

戊部：能量學與量熱法（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
17	把 50.0 cm3、1.00 mol/dm3 鹽酸與 50.0 cm3、1.00 mol/dm3 氫氧化鈉溶液混合，溫度上升 6.7 °C。假設溶液密度 1.00 g/cm3、比熱容 4.18 J g−1 K−1。(a) 求放出的熱量（J）。(b) 求生成水的摩爾數。(c) 求中和焓變（kJ/mol）。(d) 說明為何實驗值通常小於文獻值 −57.3 kJ/mol。	(a) E = mcΔT = 100.0 × 4.18 × 6.7 = 2801 J。(b) 限量試劑皆為 0.0500 mol，生成水 0.0500 mol。(c) ΔH = −2800.6 ÷ 0.0500 ÷ 1000 = -56.0 kJ/mol。(d) 部分熱量散失到周圍空氣及量熱計，故測得溫升偏小。	4
18	燃燒 0.500 g 燃料，使 200.0 g 水的溫度上升 12.5 °C（比熱容 4.18 J g−1 K−1）。(a) 求水吸收的熱量。(b) 求該燃料的燃燒熱（kJ/g）。(c) 若燃料含氫，為何燃燒產物中的水會令測得能量偏高？	(a) E = 200.0 × 4.18 × 12.5 = 10450 J。(b) 每克放熱 = 10450 ÷ 0.500 = 20900 J/g = 20.9 kJ/g。(c) 燃燒生成的水蒸氣在量熱計內凝結，放出潛熱，而該熱也被水吸收，令計算出的燃燒熱偏高。	4
19	把 50.0 g 金屬（初溫 96.0 °C）放入 100.0 g、22.0 °C 的水中，最終溫度為 26.0 °C（水的比熱容 4.18 J g−1 K−1）。(a) 求水吸收的熱量。(b) 求金屬的比熱容（三位小數）。(c) 若該金屬實際比熱容為 0.900 J g−1 K−1，解釋差異來源。	(a) E = 100.0 × 4.18 × (26.0 − 22.0) = 1672 J。(b) 金屬降溫 96.0 − 26.0 = 70.0 K，c = 1672 ÷ (50.0 × 70.0) = 0.478 J g−1 K−1。(c) 有熱量散失到空氣及容器，令水測得的溫升偏小，計算出的金屬比熱容偏低。	4
20	已知：C(s) + O2(g) → CO2(g) ΔH = −394 kJ/mol；CO(g) + ½O2(g) → CO2(g) ΔH = −283 kJ/mol。(a) 以赫斯定律求 C(s) + ½O2(g) → CO(g) 的 ΔH。(b) 說明赫斯定律的依據。(c) 為何碳不完全燃燒會釋放較少能量？	(a) 把第一式減第二式：ΔH = −394 − (−283) = -111 kJ/mol。(b) 赫斯定律依據能量守恆（熱力學第一定律）：反應的總焓變只取決於初態與終態，與途徑無關。(c) 不完全燃燒生成	4

		CO 而非 CO2，CO 仍可再燃燒放熱，故第一步釋放的能量較少。	

己部：反應速率與綜合計算（16 分）

回答下列各題，須列出計算步驟、單位及有效數字。

#	題目	答案	分數
21	把鎂條放入 1.0 mol/dm3 鹽酸，首 20 秒共收集氫氣 48.0 cm3。(a) 求首 20 秒的平均速率（cm3/s）。(b) 說明速率為何隨時間下降。(c) 寫出反應的離子方程式。	(a) 速率 = 48.0 ÷ 20 = 2.4 cm3/s。(b) 鹽酸濃度隨反應消耗而下降，鎂的表面積亦減少，碰撞頻率降低，速率因而下降。(c) Mg(s) + 2H+(aq) → Mg2+(aq) + H2(g)。	4
22	同一質量的鎂分別以粉末及條狀與同濃度鹽酸反應。(a) 哪一種較快？(b) 解釋原因。(c) 列出另外兩個可加快此反應的因素，並各解釋一句。	(a) 粉末較快。(b) 粉末的表面積較大，與酸接觸的粒子較多，有效碰撞頻率較高。(c) 提高溫度：粒子平均動能增加，超過活化能的碰撞增加；提高酸濃度：單位體積內 H+ 數目增加，碰撞頻率上升。	4
23	(a) 以碰撞理論說明溫度上升如何加快反應。(b) 催化劑如何加快反應而不改變反應的焓變？(c) 為何催化劑不能使本來不發生的反應發生？	(a) 溫度上升令粒子平均動能增加，能量達活化能的粒子比例大幅上升，有效碰撞增多。(b) 催化劑提供另一條較低活化能的途徑，正逆反應同時加快，初態與終態不變，故 ΔH 不變。(c) 催化劑只降低活化能，不能改變反應物與生成物的能量差；若反應在能量上不可行（ΔG > 0），催化劑無效。	4
24	把 100.0 g 碳酸鈣加熱一段時間後，剩餘固體質量為 78.0 g（CaCO3 → CaO + CO2，Mr：CaCO3 = 100.1、CO2 = 44.0）。(a) 求放出的二氧化碳摩爾數。(b) 求已分解的碳酸鈣質量。(c) 求分解百分比（一位小數）。(d) 若完全分解，質量損失應為多少克？	(a) 質量損失 = 100.0 − 78.0 = 22.0 g，n(CO2) = 22.0 ÷ 44.0 = 0.500 mol。(b) 摩爾比 1 : 1，已分解 CaCO3 質量 = 0.500 × 100.1 = 50.05 g。(c) 分解百分比 = 50.05 ÷ 100.0 × 100% = 50.0%。(d) 完全分解質量損失 = 0.999 × 44.0 = 44.0 g。	4