中五化學練習卷：標準生成焓與赫斯定律、鍵能與量熱法、反應級數與阿倫尼烏斯方程、化學平衡與平衡常數、弱酸 pH 與緩衝溶液、工業過程、電化學電池與電解（100 分）

年級：中五　｜　科目：化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　題數：24　｜　答案版

A 部　熱化學與能量計算（18 分）

每題須寫出計算步驟，答案須包括單位。

#	題目	答案	分數
1	已知標準生成焓：ΔHf[CH4(g)] = -74.8 kJ/mol、ΔHf[CO2(g)] = -393.5 kJ/mol、ΔHf[H2O(l)] = -285.8 kJ/mol。求甲烷完全燃燒的標準焓變。	ΔH = [-393.5 + 2(-285.8)] - (-74.8) = -964.3 + 74.8 = -890.3 kJ/mol（放熱）	5
2	已知：(i) C(s) + O2(g) → CO2(g)，ΔH1 = -393.5 kJ/mol；(ii) CO(g) + ½O2(g) → CO2(g)，ΔH2 = -283.0 kJ/mol。用赫斯定律求 C(s) + ½O2(g) → CO(g) 的焓變。	ΔH = ΔH1 - ΔH2 = -393.5 - (-283.0) = -110.5 kJ/mol	5
3	已知鍵能：H-H 436、Cl-Cl 243、H-Cl 431（kJ/mol）。求 H2(g) + Cl2(g) → 2HCl(g) 的焓變。	斷鍵吸收 436 + 243 = 679；成鍵放出 2 × 431 = 862；ΔH = 679 - 862 = -183 kJ/mol	4
4	將 0.0200 mol 某燃料完全燃燒，使 50.0 g 水的溫度由 25.00 °C 升至 31.40 °C。已知水的比熱容量 4.18 J/(g K)，求該反應的摩爾焓變。	q = 50.0 × 4.18 × 6.40 = 1337.6 J；ΔH = -1337.6 ÷ 0.0200 = -66 880 J/mol = -66.9 kJ/mol	4

B 部　反應速率與活化能（17 分）

R = 8.314 J/(mol K)；ln 2 = 0.693。

#	題目	答案	分數
5	測得反應 A + B → C 的初始速率：實驗 1 [A] = 0.10 M、[B] = 0.10 M、速率 1.2 × 10^-3 M/s；實驗 2 [A] = 0.20 M、[B] = 0.10 M、速率 4.8 × 10^-3 M/s；實驗 3 [A] = 0.20 M、[B] = 0.20 M、速率 9.6 × 10^-3 M/s。求對 A、B 的級數、速率方程及 k。	對 A 為二級（[A] 加倍速率 ×4），對 B 為一級（[B] 加倍速率 ×2）；rate = k[A]^2[B]；k = 1.2 × 10^-3 ÷ (0.10^2 × 0.10) = 1.2 dm6 mol-2 s-1	5
6	某反應在 300 K 時 k = 2.0 × 10^-3 s-1，在 310 K 時 k = 8.0 × 10^-3 s-1。用阿倫尼烏斯方程求活化能（R = 8.314 J/(mol K)）。	ln 4 = 1.386 = (Ea/8.314)(1/300 - 1/310) = (Ea/8.314)(1.075 × 10^-4)；Ea = 1.386 × 8.314 ÷ 1.075 × 10^-4 = 1.07 × 10^5 J/mol = 107 kJ/mol	4
7	某放射性同位素的一級衰變半衰期為 30.0 分鐘。求速率常數，以及 120 分鐘後剩餘的百分率。	k = ln 2 ÷ 30.0 = 0.0231 min-1；120 分鐘 = 4 個半衰期；剩餘 = (1/2)^4 = 6.25%	4
8	某反應加入催化劑後活化能降低 10.0 kJ/mol。在 298 K 下假設頻率因子不變，求速率常數增大的倍數（R = 8.314 J/(mol K)）。	k2/k1 = exp(10 000 ÷ (8.314 × 298)) = exp(4.04) = 57 倍	4

C 部　化學平衡與平衡常數（17 分）

所有濃度均以 mol/dm3 表示。

#	題目	答案	分數
9	在 2.0 dm3 容器中，H2(g) + I2(g) ⇌ 2HI(g) 達平衡時有 H2 0.20 mol、I2 0.20 mol、HI 1.60 mol。求 Kc。	[H2] = [I2] = 0.10 M，[HI] = 0.80 M；Kc = 0.80^2 ÷ (0.10 × 0.10) = 64（無單位）	5
10	在同一溫度下，將 0.50 mol H2 和 0.50 mol I2 放入 1.0 dm3 容器。求平衡時 HI 的濃度。	設反應量為 x：(2x)^2 ÷ (0.50 - x)^2 = 64，開方得 2x ÷ (0.50 - x) = 8，x = 0.40；[HI] = 0.80 M	4
11	哈伯法：N2(g) + 3H2(g) ⇌ 2NH3(g)，ΔH = -92 kJ/mol。分別說明 (a) 提高溫度、(b) 提高壓力、(c) 不斷移走 NH3 對平衡產量的影響。	(a) 平衡左移，產量下降（放熱反應）；(b) 平衡右移，產量上升（氣體摩爾數減少）；(c) 平衡右移，產量上升（生成物被移走）	4
12	在 500 K 時，PCl5(g) ⇌ PCl3(g) + Cl2(g) 的 Kc = 0.040 mol/dm3。若 1.0 dm3 容器內起始只有 0.20 mol PCl5，求 PCl5 的分解百分率。	x^2 ÷ (0.20 - x) = 0.040，即 x^2 + 0.040x - 0.0080 = 0，x = 0.0716；分解百分率 = 0.0716 ÷ 0.20 × 100% = 35.8%	4

D 部　弱酸、pH 與緩衝溶液（16 分）

假設溫度固定為 298 K，Kw = 1.0 × 10^-14。

#	題目	答案	分數
13	求 0.10 M 醋酸溶液的 pH（Ka = 1.8 × 10^-5）。	[H+] = 開方(1.8 × 10^-5 × 0.10) = 1.34 × 10^-3 M；pH = -log(1.34 × 10^-3) = 2.87	4
14	某弱酸 HA 的 0.050 M 溶液 pH 為 3.00。求 Ka。	[H+] = 1.0 × 10^-3 M；Ka = (1.0 × 10^-3)^2 ÷ (0.050 - 0.001) = 2.04 × 10^-5	4
15	緩衝溶液含 0.10 M HA（Ka = 1.8 × 10^-5）及 0.20 M NaA。求該溶液的 pH。	pH = pKa + log([A-]/[HA]) = 4.74 + log(2.0) = 4.74 + 0.30 ≈ 5.05	4
16	將 25.0 cm3 的 0.100 M 鹽酸加水稀釋至 250 cm3。求稀釋後氫離子濃度及 pH。	C2 = 0.100 × 25.0 ÷ 250 = 0.0100 M；pH = -log(0.0100) = 2.00	4

E 部　工業過程與計量（16 分）

原子質量：N = 14.0、H = 1.0、S = 32.0、O = 16.0。

#	題目	答案	分數
17	哈伯法：N2 + 3H2 → 2NH3。若通入 1.00 mol N2 及 3.00 mol H2，實際得到 1.50 mol NH3。求產率及實際生成的 NH3 質量（N = 14.0、H = 1.0）。	理論產量 2.00 mol；產率 = 1.50 ÷ 2.00 × 100% = 75.0%；質量 = 1.50 × 17.0 = 25.5 g	4
18	接觸法製硫酸：燃燒 320 kg 硫（S = 32.0）生成 SO2，再氧化為 SO3。若 SO3 產率為 96%，求實際生成的 SO3 質量（O = 16.0）。	n(S) = 320 000 ÷ 32.0 = 10 000 mol；理論 SO3 = 10 000 × 80.0 = 800 kg；實際 = 800 × 0.96 = 768 kg	4

19	哈伯法在約 450 °C、200 atm 並使用鐵催化劑下操作。分別解釋 (a) 為何採用高壓、(b) 為何用 450 °C 而非更低溫度、(c) 為何需要催化劑。	(a) 高壓使平衡右移並提高濃度，產率與速率同時增加；(b) 低溫雖有利平衡但速率太慢，450 °C 是速率與產率的折衷；(c) 催化劑縮短達平衡的時間，不改變產率	4
20	就 N2 + 3H2 → 2NH3 而言，求合成氨的原子經濟效益（N = 14.0、H = 1.0）。	生成物質量 = 2 × 17.0 = 34.0；反應物總質量 = 28.0 + 3 × 2.0 = 34.0；原子經濟效益 = 34.0 ÷ 34.0 × 100% = 100%	4

F 部　電化學電池與電解（16 分）

法拉第常數 = 96 500 C/mol。

#	題目	答案	分數
21	某電池由 Zn 電極插入 1.0 M ZnSO4、Cu 電極插入 1.0 M CuSO4 組成。已知 E°(Zn2+/Zn) = -0.76 V、E°(Cu2+/Cu) = +0.34 V。求電動勢，並指出陽極與陰極。	EMF = 0.34 - (-0.76) = 1.10 V；Zn 為陽極（氧化），Cu 為陰極（還原）	4
22	以 2.00 A 電流電解硫酸銅溶液 30.0 分鐘。求陰極析出銅的質量（Cu = 63.5、法拉第常數 = 96 500 C/mol）。	Q = 2.00 × 1800 = 3600 C；n(e-) = 3600 ÷ 96 500 = 0.0373 mol；n(Cu) = 0.01865 mol；質量 = 0.01865 × 63.5 = 1.18 g	4
23	要從硝酸銀溶液中析出 1.00 g 銀，需用 0.500 A 電流電解多久？（Ag = 108、法拉第常數 = 96 500 C/mol）	n(Ag) = 1.00 ÷ 108 = 9.26 × 10^-3 mol；Q = 9.26 × 10^-3 × 96 500 = 894 C；t = 894 ÷ 0.500 = 1.79 × 10^3 s（約 29.8 分鐘）	4
24	在 Zn-Cu 電池放電過程中，(a) 寫出兩極的半反應式；(b) 說明若降低 Cu2+ 濃度，電池電動勢有何變化及原因。	(a) 陽極：Zn → Zn2+ + 2e-；陰極：Cu2+ + 2e- → Cu；(b) 電動勢下降，因為陰極的還原電勢隨 Cu2+ 濃度下降而減少（能斯特方程）	4