中五化學練習卷：反應速率、化學平衡與工業流程

中五（S5）　化學　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：反應速率（第 1 – 4 題）

全部題目均須作答；計算題須列出算式、代入步驟及單位。

1. 把 1.00 g 鋅粒加入過量 2.0 M 鹽酸，收集氫氣（室溫，摩爾體積 24.0 dm³ mol⁻¹）。實驗數據如下：0 s 時 0 cm³；60 s 時 120 cm³；120 s 時 210 cm³；180 s 時 280 cm³；240 s 時 330 cm³；300 s 時 360 cm³。(a) 求 0 至 120 s 之間氫氣產生的平均速率（cm³ s⁻¹）。(b) 求 180 至 300 s 之間的平均速率，並解釋兩者為何不同。(c) 計算 1.00 g 鋅完全反應可產生的最大氫氣體積，並判斷 300 s 時反應是否已完成。

2. 某反應 A + B → 產物的實驗數據（溫度相同）：實驗 1：[A] = 0.10 M，[B] = 0.10 M，初始速率 = 2.0 × 10⁻³ mol dm⁻³ s⁻¹；實驗 2：[A] = 0.20 M，[B] = 0.10 M，初始速率 = 4.0 × 10⁻³ mol dm⁻³ s⁻¹；實驗 3：[A] = 0.10 M，[B] = 0.20 M，初始速率 = 2.0 × 10⁻³ mol dm⁻³ s⁻¹。(a) 推斷該反應對 A 及對 B 的反應級數，並解釋你的推理。(b) 寫出速率方程，並計算速率常數 k 的數值及單位。(c) 若 [A] = 0.30 M、[B] = 0.50 M，求初始速率。

3. 某反應的活化能為 50.0 kJ mol⁻¹，氣體常數 R = 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹。(a) 用阿倫尼烏斯方程 $\ln(k_2/k_1) = (E_a/R)(1/T_1 - 1/T_2)$，計算溫度由 300 K 升至 310 K 時速率常數的比值。(b) 解釋為何溫度只升 10 K，反應速率卻有明顯增加（以粒子能量分佈說明）。(c) 若把活化能提高至 60.0 kJ mol⁻¹（其他條件不變），上述比值會變大還是變小？簡略說明。

4. 某反應在無催化劑時活化能為 75.0 kJ mol⁻¹，加入催化劑後降至 55.0 kJ mol⁻¹。(a) 在 298 K，計算加催化劑後速率常數增大的倍數（R = 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹）。(b) 說明催化劑如何影響反應的焓變及平衡位置。(c) 解釋為何催化劑不能令一個熱力學上不利的反應（ΔG 為正值）變得可行。

乙部：化學平衡（第 5 – 8 題）

提示：摩爾體積取 24.0 dm³ mol⁻¹，氣體常數 R = 8.314 J K⁻¹ mol⁻¹，1 atm = 101 kPa。

5. 在 1.00 dm³ 的容器中，把 1.00 mol 氫氣與 1.00 mol 碘蒸氣混合，加熱至某溫度。$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 達平衡時，HI 的摩爾數為 1.60 mol。(a) 計算平衡時 H_2 及 I_2 的摩爾數。(b) 計算該溫度下的平衡常數 Kc。(c) 另一實驗在同溫下把 $[H_2] = 0.50$ M、$[I_2] = 0.50$ M、[HI] = 1.00 M 混合，用反應商 Qc 判斷反應會向哪一方向進行。

6. 碳酸鈣在高溫下分解：$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$。在 1100 K 達平衡時，二氧化碳的濃度為 0.035 mol dm⁻³。(a) 寫出該反應的 Kc 表達式，並說明為何固體不出現在表達式中。(b) 計算 Kc 的數值及單位。(c) 用理想氣體方程（p = cRT）計算 CO_2 的分壓（atm），並說明在密閉容器中加入更多 CaO 對 CO_2 濃度有何影響。

7. 哈伯法製氨：$N_2\ (g) + 3H_2\ (g) \rightleftharpoons 2NH_3\ (g)$，$\Delta H = -92\ \text{kJ mol}^{-1}$。(a) 寫出 K_c 表達式及其單位（以 mol dm^{-3} 表示）。(b) 在 700 K 時 $K_c = 0.50$（以 mol dm^{-3} 為單位）。若平衡時 $[N_2] = 0.10\ \text{M}$、$[H_2] = 0.30\ \text{M}$，求 $[NH_3]$。(c) 工業上採用約 450 °C 及 200 atm。分別解釋為何用高壓、以及為何不採用更低溫度。

8. 接觸法製硫酸的第一步：$2SO_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2SO_3\ (g)$。把 1.00 噸二氧化硫完全轉化為三氧化硫（$M(SO_2) = 64.1$，$M(SO_3) = 80.1$）。(a) 計算理論上可得三氧化硫的質量（噸）。(b) 若實際轉化率只有 96.0%，求實際產量（噸）。(c) 說明為何工業上使用過量空氣而非過量二氧化硫，並指出催化劑的名稱。

丙部：工業流程與定量計算（第 9 – 12 題）

答案數值取三位有效數字；平衡常數須註明單位。

9. 在 2.00 dm^3 的容器中，$2SO_2\ (g) + O_2\ (g) \rightleftharpoons 2SO_3\ (g)$ 達平衡時，含 0.40 mol SO_2、0.20 mol O_2 及 1.60 mol SO_3。(a) 計算各氣體的平衡濃度。(b) 計算該溫度下的 K_c。(c) 若把容器體積壓縮至 1.00 dm^3（溫度不變），說明各濃度及 SO_3 摩爾數的變化方向。

10. 過氧化氫分解：$2H_2O_2\ (aq) \rightarrow 2H_2O\ (l) + O_2\ (g)$。把 50.0 cm^3 過氧化氫溶液與催化劑混合，20 s 內收集到 12.0 cm^3 氧氣（摩爾體積 24.0 $\text{dm}^3\ \text{mol}^{-1}$）。(a) 計算 20 s 內生成的氧氣摩爾數。(b) 計算 20 s 內 H_2O_2 濃度的減少量（mol dm^{-3}）。(c) 求首 20 s 的平均速率（$\text{mol dm}^{-3}\ \text{s}^{-1}$），並說明為何這只是平均速率而非初始速率。

11. 某反應在無催化劑時需 60.0 分鐘達平衡，加入催化劑後速率常數增大 100 倍，而反應物與產物的濃度及溫度不變。(a) 計算加催化劑後達平衡所需的時間。(b) 說明催化劑是否改變平衡時各物質的濃度，並解釋原因。(c) 指出催化劑在工業流程中兩個實際好處。

12. 同一鋅與鹽酸實驗的體積－時間曲線：40 s 時 90 cm^3，80 s 時 210 cm^3，而 0 至 120 s 的平均速率為 1.75 $\text{cm}^3\ \text{s}^{-1}$。(a) 用弦斜率法求 40 s 至 80 s 的平均速率（$\text{cm}^3\ \text{s}^{-1}$）。(b) 說明為何這段速率大於 0 至 120 s 的平均速率。(c) 若要更準確求得 60 s 時的瞬時速率，應如何在曲線上作圖？並指出 60 s 的瞬時速率應介乎哪兩個數值之間。

TutorZone 中五（S5）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。