中五化學練習卷：反應速率、化學平衡與工業化學

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

甲部：反應速率

全部小題均須作答，計算題須列出步驟及單位。

1. 鋅粒與過量稀鹽酸反應，以氣體注射器收集氫氣，體積隨時間變化如下：0 s：0 cm³；30 s：20 cm³；60 s：34 cm³；90 s：44 cm³；120 s：50 cm³；150 s：52 cm³。(a) 計算 0 至 60 s 的平均反應速率，以 cm³ s⁻¹ 表示。(b) 計算 60 至 120 s 的平均反應速率，並與 (a) 比較。(c) 解釋速率隨時間下降的原因，並指出若把鋅粒換成鋅粉，曲線在首 30 s 會怎樣改變。

2. 把 0.40 mol dm⁻³ 硫代硫酸鈉溶液與稀鹽酸混合，以錐形瓶底的十字記號被硫沉澱遮蓋所需的時間作量度，結果為：0.40 mol dm⁻³ 需 25 s；0.20 mol dm⁻³ 需 50 s；0.10 mol dm⁻³ 需 100 s。(a) 以 1 ÷ 時間 表示相對速率，列出三次實驗的數值。(b) 由數據推斷反應對硫代硫酸鈉的級數，並說明理由。(c) 為什麼每次實驗都要用相同的總體積、相同的溫度及同一支錐形瓶？

3. 反應 A + B → 產物的初始速率數據如下：實驗 1：[A] = 0.10 mol dm⁻³，[B] = 0.10 mol dm⁻³，初始速率 = 2.0e-03 mol dm⁻³ s⁻¹；實驗 2：[A] = 0.20 mol dm⁻³，[B] = 0.10 mol dm⁻³，初始速率 = 8.0e-03 mol dm⁻³ s⁻¹；實驗 3：[A] = 0.10 mol dm⁻³，[B] = 0.20 mol dm⁻³，初始速率 = 4.0e-03 mol dm⁻³ s⁻¹。(a) 求反應對 A 及對 B 的級數。(b) 寫出速率方程，並計算速率常數 k 及其單位。(c) 若 [A] 與 [B] 同時加倍，初始速率會變為原來的多少倍？

4. 某反應在 25 °C 時的速率為 v。經驗規律指出：溫度每升高 10 °C，反應速率約增加一倍。(a) 由 25 °C 升至 65 °C，速率約變為原來的多少倍？(b) 以碰撞學說解釋為何升溫能加快反應，並指出速率增加主要來自哪兩方面。(c) 加入催化劑同樣能加快反應，但與升溫在能量分佈圖上的效果有何不同？試比較兩者對平衡位置的影響。

乙部：化學平衡

全部小題均須作答，數值答案須準確至指定小數位。

5. 某反應的活化能為 50 kJ mol⁻¹。(a) 在 50 °C 時反應需 8 分鐘完成，若把溫度升至 100 °C，按「每升 10 °C 速率加倍」估算所需時間。(b) 在能量分佈圖上畫出（以文字描述）25 °C 與 75 °C 兩條曲線，並標示活化能位置，說明曲線下面積的意義。(c) 解釋為何活化能高的反應對溫度變化特別敏感。

6. 在 430 °C 下，把 0.500 mol dm⁻³ 的氫氣與同濃度的碘蒸氣放入密閉容器：H₂ (g) + I₂ (g) ⇌ 2HI(g)。達平衡時碘化氫的濃度為 0.780 mol dm⁻³。(a) 計算平衡時 H₂ 與 I₂ 的濃度及 H₂ 的轉化率。(b) 計算該溫度下的平衡常數 Kc（註明單位或說明為何無單位）。(c) 若在平衡混合物中再加入少量 HI，說明平衡如何移動、Kc 是否改變，以及最終 HI 濃度與原本比較的高低。

7. 哈柏法製氨：N_2 (g) + $3H_2$ (g) ⇌ $2NH_3$ (g)，$\Delta H = -92$ kJ mol⁻¹。(a) 把 10 mol N_2 與 30 mol H_2 混合，若完全反應，理論上可得多少 mol 及多少 g 的 NH_3（M = 17）？若實際產率為 35%，實際產量為多少 g？(b) 從平衡角度說明高壓有利、低溫有利，但工業上仍採用約 450 °C，原因為何？(c) 提出兩個提高氨產量的可行操作，並解釋各自的原理。

8. 接觸法製硫酸的關鍵步驟：$2SO_2$ (g) + O_2 (g) ⇌ $2SO_3$ (g)，$\Delta H = -197$ kJ mol⁻¹，使用 V_2O_5 催化劑，溫度約 450 °C、壓力略高於 1 atm。(a) 100 mol SO_2 完全氧化，需氧氣多少 mol？生成 SO_3 多少 mol 及多少 g（M = 80）？(b) 解釋為何工業上不採用「極低溫＋極高壓」這種理論上最有利的組合。(c) 比較哈柏法與接觸法在條件選擇上的共通原則。

丙部：工業化學與應用

全部小題均須作答，解釋題須引用原理或數據。

9. 實驗室以 25.0 g 碳酸鈣（M = 100）加熱分解：$CaCO_3$ (s) → CaO(s) + CO_2 (g)。實際得到 12.6 g 氧化鈣（M = 56）。(a) 計算理論產量、實際產率，以及生成的二氧化碳質量。(b) 計算以 CaO 為目標產物的原子經濟性，並解釋它與產率的分別。(c) 提出兩個令實際產率低於 100% 的原因，並建議如何改善。

10. 某可逆反應 A(g) ⇌ B(g) 在 298 K 的 $K_c = 4.0$。在某一刻，容器內 [A] = 0.250 mol dm⁻³、[B] = 0.250 mol dm⁻³。(a) 計算此刻的反應商 Q，並判斷淨反應的方向。(b) 說明 K_c 的大小與「平衡位置」的關係，以及 K_c 很大是否代表反應一定很快。(c) 若把溫度升高後 K_c 降至 1.0，推斷該反應是放熱還是吸熱，並說明 [B] 會如何變化。

11. 某放熱的可逆反應在不同溫度下的平衡產率為：400 °C 時 78%，500 °C 時 63%。(a) 計算由 400 °C 升至 500 °C 時，產率下降的百分點及相對跌幅。(b) 在同一溫度下加入催化劑，說明速率－時間圖及產率－時間圖各有何變化（以文字描述曲線形狀）。(c) 某學生認為「加入催化劑可以提高產率」，指出其錯誤並加以糾正。

12. 某化工廠要在哈柏法與接觸法之間分配有限的投資，兩個過程都涉及「理論最佳條件」與「實際可行條件」的取捨。(a) 以哈柏法為例，說明熱力學、動力學與經濟三方面的考慮如何共同決定操作條件。(b) 指出兩個過程在節能與減排上可採取的具體措施，並說明每項措施為何能奏效。(c) 有工程師建議「把反應器溫度降到 300 °C 以提高產率」。以數據或原理評估此建議的利弊。

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。