

類 科：化學工程
科 目：化學反應工程學
考試時間：2小時

座號：_____

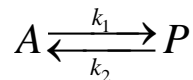
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、在一個批次反應器中，進行二級均相反應： $A \xrightarrow{k} P$ 。其中， A 為反應物， P 為產物。如果反應過程中，反應物、產物、溶劑均為液相，且總體積的變化可以忽略，轉化40%反應物的時間為2小時。請估計達到反應物轉化率為70%所需要的反應時間。(20分)

二、一級可逆反應的基本反應式表示如下：



在反應系統中，反應物 A 初始濃度為 $[A]_0$ ，產物 P 初始濃度為 $[P]_0$ 。請估計反應開始後的反應物 A 瞬時濃度，以及反應達到平衡後的產物 P 的平衡濃度。(20分)

三、在塞流反應器 (plug flow reactor) 中進行一級氣相反應，基本反應式為 $A_{(g)} \xrightarrow{k} 2P_{(g)}$ 。在穩定操作下，進料為60 mol%的反應物 A 和40 mol%惰性氣體 I ，進料量為1000 kg/h，反應器溫度 $T=400$ K、壓力 $P=5$ bar，反應速率常數 $k=500$ h⁻¹， A 和 I 的分子量分別為44 g/mol和40 g/mol。當 A 的轉化率為40%，請估計反應器的體積。(20分)

四、在連續攪拌槽反應器 (CSTR) 中，進行一級可逆放熱反應 ($A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$)，這一個CSTR以體積流量為 U_0 的高純度 A 為進料；兩項一級反應速率常數 k_1 、 k_2 均遵循阿瑞尼斯方程式 (Arrhenius equation)，活化能分別為 E_1 和 E_2 ，且頻率因數 (pre-exponential factor) 分別為 A_1 和 A_2 。請估計在CSTR所需要體積最小時，為了達成反應物 A 轉化率 f_A 的最佳操作溫度？(20分)

五、甲醇可以藉由一氧化碳氫化反應得到，基本反應為 $\text{CO}_{(g)} + 2\text{H}_{2(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}_{(g)}$ 。如果進料維持 H_2/CO 莫耳比為2，反應系統維持在壓力 $P = 1.2 \text{ bar}$ 、溫度 $T = 300 \text{ K}$ ，請估計甲醇於反應平衡時的莫耳分率？（20分）

雖然此反應的反應熱容易受溫度影響，但反應熱在 $T = 298.15 \text{ K} \sim 303.15 \text{ K}$ 間，仍可視為常數。產物和反應物在 298.15 K 的標準莫耳生成焓（standard molar enthalpy of formation, $\Delta H_{f,298}^0$ ）和標準莫耳生成吉布斯自由能（standard molar Gibbs free energy of formation, $\Delta G_{f,298}^0$ ），列表如下：

	狀態	$\Delta H_{f,298}^0$ (J/mol)	$\Delta G_{f,298}^0$ (J/mol)
CO	Gas	-110,525	-137,169
CH ₃ OH	Gas	-200,660	-161,960
CH ₃ OH	Liquid	-238,660	-166,270