

等 別：三等考試
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。

一、有二階化學反應 $A \rightarrow B$ 在兩個串聯的理想反應器中進行，進料先流入連續式攪拌槽反應器 (CSTR)，其出料再流入塞狀流反應器 (PFR)。假設系統為恆溫操作且流體密度為定值，反應速率為 $-r_A = kC_A^2$ ， $k = 1.0 \text{ m}^3/\text{kmol}\cdot\text{min}$ ， C_A 為反應物濃度。當反應器 CSTR 及 PFR 的體積各為 2.0 m^3 ，進料體積流量為 $1.0 \text{ m}^3/\text{min}$ ，進料濃度 C_{A0} 為 $1.0 \text{ kmol}/\text{m}^3$ ，請回答：

(一)最終出口反應物 A 濃度為何？(15分)

(二)總轉化率為多少？(5分)

二、有一連續式攪拌槽反應器 (CSTR) 正要起動 $A \rightarrow B$ 之反應操作，反應速率為 $-r_A = kC_A$ ， $k = 0.1 \text{ min}^{-1}$ ， C_A 為反應物濃度，假設系統為恆溫操作且流體密度為定值。反應器 CSTR 的體積為 10.0 m^3 ，進料體積流量為 $5.0 \text{ m}^3/\text{min}$ ，起動操作前反應器內物料無反應物 A，起動操作後進料濃度 C_{A0} 為 $2.0 \text{ kmol}/\text{m}^3$ 。

(一)請推導反應出料濃度 C_A 隨反應時間變化之關係式。(15分)(二)需要多少時間出料濃度 C_A 會達到穩定值的 99%？(5分)

三、酵素催化反應中：

(一)若無抑制作用產生，請推導得出基質反應速率式 ($-r_S$) 為

$$-r_S = \frac{V_{max}[S]}{K_M + [S]} \quad \text{或} \quad \frac{1}{-r_S} = \frac{1}{V_{max}} + \frac{K_M}{V_{max}} \frac{1}{[S]}$$

其中 $[S]$ 為基質濃度， K_M 為常數， V_{max} 為總酵素濃度下最大反應速率。(10分)(二)現有抑制作用產生，抑制劑濃度為 $[I]$ ，此抑制作用屬競爭型抑制 (competitive inhibition)，即抑制劑與基質競爭酵素而產生抑制。請推導此抑制作用下之基質反應速率式 ($-r_S$)，並說明在不同抑制劑濃度 $[I]$ 下， $1/-r_S$ 與 $1/[S]$ 之變化關係。(20分)

四、有一串聯反應 $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ 其中反應速率常數， $k_1 = 0.2 \text{ min}^{-1}$ ， $k_2 = 0.1 \text{ min}^{-1}$ 。現採用塞狀流反應器 (PFR) 進行反應，進料流量為 $1.2 \text{ m}^3/\text{hr}$ ，進料中 A 濃度 (C_{A0}) 為 $1.0 \text{ kmol}/\text{m}^3$ 且 $C_{B0} = C_{C0} = 0$ 。假設系統為恆溫操作且流體密度為定值，請回答：

(一)若要獲得最大出口產物 B 濃度，反應器體積為多少 m^3 ？(20分)

(二)續(一)，此時出口物流中 A、B 及 C 的濃度各為多少？(10分)