

等 級：簡任

類科(別)：化學工程

科 目：高等化學反應工程學研究

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、當流體平行流經某一平板表面時，流體中的成分 A 會因平板表面的催化反應，而轉換成 B： $2A \rightarrow B$ 。某位工程師觀察到流體的流速很慢時，A 的消耗速率與其流體中濃度 C_A 成正比；而在流速很快時，消耗速率則與其濃度的平方 (C_A^2) 成正比。所以該工程師認為在低流速時，該化學反應是一級反應 (first order)，而在高流速時，該反應是二級反應，所以結論是該化學反應的本徵反應級數與流速有關。你同意工程師的看法嗎？是否有更合理的解釋？反應究竟是一級或二級？需論述理由。(25 分)

二、一液相反應 $A \rightarrow B + C$ ，其反應速率式為

$$r_B = k_1 C_A / (1 + k_2 C_A^2)$$

其中 $k_1 = 5.0(\text{mole/m}^3)\text{hour}^{-1}$ ， $k_2 = 10.0(\text{m}^3/\text{mole})^2$ ，進口純 A 莫爾流量 = 40 mole/hour，進口 A 濃度 $C_{A0} = 0.5 \text{ mole/m}^3$ 。為達到 85% 轉化率，請設計一個最佳的連續 (continuous) 反應系統，包含一或二個理想反應器，讓總反應器體積最小，則該最小總體積為何？需述明理由及計算過程。(25 分)

三、一多孔性固態觸媒催化之一次氣相反應 $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$ ，其本徵反應速率 $(-r_A) = k_0 C_A \text{ mole/g catal-hr}$ 。該反應器考慮使用球狀觸媒密度 $\rho = 2.0 \text{ g/cm}^3$ ；反應常數 $k_0 = 2.0 \times 10^{-3} \text{ liter/g catal-hr}$ ；反應物在觸媒內部有效擴散係數 (effective diffusivity) $D = 2.0 \text{ cm}^2/\text{hr}$ 。決定適合觸媒的直徑大小範圍，以獲得最大的催化反應速率？(25 分)

四、一非理想反應器經由脈衝追蹤劑 (pulse tracer) 實驗獲得其濃度與時間的關係如下表：

| | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 時間 t (分) | 0 | 2.5 | 5 | 8.5 | 11 | 14 | 20 | 30 |
| 追蹤劑濃度 C (計量) | 0.0 | 4.3 | 8.0 | 4.8 | 3.5 | 2.5 | 1.0 | 0.0 |

(一)計算該反應器的平均駐留時間 (mean residence time： τ)。(10 分)

(二)一個液相反應 $A \rightarrow B$ ，其反應速率式為 $-r_A = 0.2 C_A^2 \text{ (mol/min-L)}$ ，進料起始濃度為 $C_{A0} = 1 \text{ mole/L}$ ，在該反應器進行，估算其最終轉化率為何？(15 分)