

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)本科目得以本國文字或英文作答。

一、某一液體化學反應  $A \rightarrow B$  在恆溫批式反應器中進行，反應物 A 起始濃度  $C_{A0} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，已知此液體反應為二級反應，反應轉化率達到 60% 所需時間為 30 分鐘，請計算當反應時間為 40 分鐘時，反應轉化率達到多少？（8 分）

二、(一)假設有一個基礎的（elementary）可逆反應（reversible reactions）  
 $A + 2B \rightleftharpoons C + D$ ，且  $k_1$  和  $k_2$  分別為正向與逆向反應速率常數，請寫出反應速率式。（4 分）

(二)已知一可逆液體反應為  $A \rightleftharpoons B$ ，且其平衡轉化率為 0.667。假設此一化學反應在批式反應器（batch reactor）中進行，起始濃度  $C_{A0} = 0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $C_{B0} = 0$ ，當反應進行 8 min 後，轉化率為 0.333，請求出正向與逆向反應速率常數並寫出反應速率式。（10 分）

三、兩個體積大約相同的連續攪拌槽式反應器（CSTR）與塞流式反應器（PFR）準備串聯進行  $A \rightarrow B + C$  反應，已知  $X$ （轉化率）與  $\frac{1}{-r_A}$ （反應速率倒數）關係如下列：

| $X$              | 0.1 | 0.3 | 0.5 | 0.7 | 0.9 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\frac{1}{-r_A}$ | 12  | 10  | 9   | 11  | 13  |

請說明如何排列 CSTR 與 PFR 串聯次序可以得到較高的轉化率？（未說明原因不給分）（6 分）

四、一般鮮奶的低溫殺菌法是所謂巴斯德殺菌法，傳統進行方式是在  $63^\circ\text{C}$  下維持 30 分鐘。隨著科技進步，目前改為  $74^\circ\text{C}$  下僅需 15 秒即可達到相同殺菌效果。假設殺菌反應為一級反應，請利用阿瑟尼阿斯方程式（Arrhenius Eq.） $k = k_0 e^{-E/RT}$ ，其中  $E$  為殺菌反應活化能，請計算此殺菌反應的活化能。（10 分）

五、已知有一酵素反應速率式如下：

$$-r_A = \frac{0.2C_A}{2 + C_A} \left[ \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} \right]$$

- (一) 假設利用批式反應器 (batch reactor) 進行此一酵素反應，已知  $C_{A0} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，請問要達到最終  $C_A = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  需要多少時間？(10 分)
- (二) 假設改用兩種連續式反應器 CSTR 和 PFR 操作，進料流速  $25 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ，且初始濃度  $C_{A0} = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，如果要達到最終出口濃度  $C_A = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，請問兩種反應器體積各為多少？(17 分，其中 CSTR 占 8 分 PFR 占 9 分)

六、某一化合物分解化學反應  $A \rightarrow B + C$  在定溫液相批式反應器中進行，得到化合物 A 濃度隨時間變化數據如下：

| Time t (min)   | 0    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   |
|----------------|------|------|------|------|------|------|
| 化合物 A 濃度 (g/L) | 5.11 | 3.77 | 2.74 | 2.02 | 1.48 | 1.08 |

已知此化學反應可能為零級或一級反應，請確認反應級數並計算速率常數值。(15 分)

七、化學工程師設計流體化床反應器進行不可逆氣體化學反應  $A \rightarrow B$ ，已知反應級數為一級而且使用 60 kg 的觸媒，可以得到 62% 轉化率。

- (一) 請問如果觸媒使用量提高為 70 kg，轉化率提升為多少？(8 分)
- (二) 如果將 60 kg 的觸媒流體化床反應器改為填充床反應器，此填充床反應器操作時存在壓力降落現象，壓力降落與填充觸媒量的關係方程式如下： $dP/dW = -0.2 \text{ atm/kg}$ ，進口壓力為 20 大氣壓，請問可以達到的轉化率是多少？(12 分)