

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°C 下維持 30 分鐘。隨著科技進步，目前改為 74°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：

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

(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)