

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、對於  $A \rightarrow R$  反應，利用一含有多孔性固態觸媒的快速連續攪拌槽 (CSTR) 反應器進行實驗，獲得以下穩態 (steady-state) 數據：

$\tau$ (駐留時間:sec)	$C_{A0}$ (進口濃度: mmole/liter)	$C_A$ (出口濃度: mmole/liter)
60	100	40
35	200	80
11	200	120
20	400	160
11	400	200

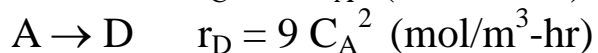
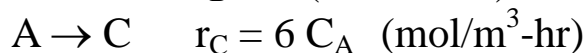
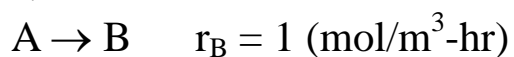
其中駐留時間 (residence time;  $\tau$ ) 定義為反應器空間體積 (不含觸媒體積) 除以體積流量。

(一)根據以上數據，決定本反應之視反應方程式： $-r_A = k_0 C_A^n$ ， $k_0 = ?$   $n = ?$  (15 分)

(二)放大製程擬採用圓管式堆積床 (packed bed) 反應器，其中觸媒堆積密度 (packing density) 為 65%。處理量：1000 liter/hr， $C_{A0} = 200$  mmole/liter，轉化率：90%。試以栓流反應器 (PFR) 設計預估處理所需要反應器的體積。(10 分)

(三)實際製程放大測試後發現，實際獲得的轉化率低於 90%，推測說明可能的原因為何 (同時考慮反應器與觸媒的因素)？(5 分)

二、考慮液態分解反應：



在一理想連續攪拌反應器內進行，反應器進料成分為純 A，進料濃度  $C_{A0} = 0.8$  mol/m<sup>3</sup>。在出口欲獲得產物 C 的最高產率 (yield)，計算該反應器的 A 轉化率、反應器體積 (以駐留時間  $\tau$  表示)、C 產率。(20 分)

[反應產率 (yield) 的定義 = 產物生成量 / 反應物之反應量]

(請接背面)

等 別：三等考試  
類 科：化學工程  
科 目：化學反應工程學

三、可逆的一級氣相反應  $A \leftrightarrow B$ ，其反應方程式為

$-r_A = k_1 C_A - k_2 C_B$  其中  $k_1 = 2 \times 10^5 \exp[-28 \text{ Kcal/RT}] (\text{min}^{-1})$  and  $k_2 = 3.3 \times 10^6 \exp[-33 \text{ Kcal/RT}] (\text{min}^{-1})$ ，在一理想栓流反應器 (PFR) 進行。反應器最高操作溫度為  $450^\circ\text{C}$ ，反應器進料成分為純 A。

(一) 考慮在可隨意調控反應器內溫度分布的條件下，欲獲得最小反應器體積及最高反應轉化率的考量下，應該設計入口的溫度較低於出口的溫度，或相反？說明其理由。(10分)

(二) 承(一)，試演導出反應器內最佳的反應溫度分布與轉化率之間的關係方程式，以計算為達 90% 出口轉化率，反應器進口及出口轉化率的溫度分別為何？(20分)

四、考慮一固態觸媒催化之氣相反應  $A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$ ，其本徵反應速率在一大氣壓， $427^\circ\text{C}$  為  $(-r_A) = k_0 C_A \text{ mole/g catal-hr}$ 。該觸媒有以下的性質：

- 密度  $\rho$ ： $2.5 \text{ g/cm}^3$ ；球狀直徑  $d$ ： $0.3 \text{ cm}$ ；

- 反應常數  $k_0 = 1.0 \times 10^{-3} \text{ liter/g catal-hr}$ ；

- 觸媒內有效擴散係數 (effective diffusivity)  $D$ ： $1.8 \text{ cm}^2/\text{hr}$ ；

- 粒子表面質量擴散係數  $h$ ： $2.0 \times 10^4 \text{ cm/hr}$ ；

試評估觸媒催化反應是否受限於任何擴散輸送程序？觸媒實際表現之視反應速率為何？(20分)