

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、一不可逆 (irreversible) 液相化學反應 $A \xrightarrow{-k} B$ 在由一個栓流式反應器 (plug flow reactor, PFR) 與一個連續攪拌槽反應器 (continuous stirred tank reactor, CSTR) 組成之反應系統進行恆溫化學反應，其動力學數據如下：

X	0	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$-r_A$ (mol/m ³ -s)	0.45	0.30	0.195	0.151	0.113	0.079	0.05

其中 X 為轉化率 (conversion)、 $-r_A$ 為反應速率。作為一專業化學工程師，你的任務是設計一個串聯反應系統 [PFR(前)–CSTR(後)或 CSTR(前)–PFR(後)之串聯結構] 藉以最小化 PFR 與 CSTR 之總體積，另外一個要求則是在第一個反應器出口的轉化率須為 0.4，至於在第二個反應器出口的最終轉化率則須為 0.8。

(一)那一種串聯組合可達成目標？請利用推導、論證、示意圖等簡要說明。
(15分)

(二)計算所選擇串聯組合中的 PFR 與 CSTR 各別 V/F_{A0} 值，其中 V 為反應器體積、 F_{A0} 則為反應物在第一個反應器入口的莫爾流率。(15分)

工具箱：

$\int f(x) dx$ (積分由下限 a 積至上限 b)

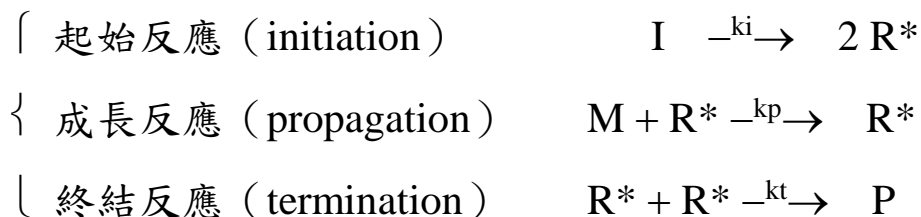
$= \left\{ \frac{(b-a)}{4} \right\} [f(a) + 4f(a+\Delta x) + 2f(a+2\Delta x) + 4f(a+3\Delta x) + f(b)]$ ，

其中 $\Delta x = (b-a)/4$

二、一基本 (elementary)、不可逆 (irreversible) 液相化學反應 $A \xrightarrow{-k} B$ 在一包含三個具有相同體積 (V) 且互相串聯的連續攪拌槽反應器 (CSTR) 系統進行恆溫化學反應，其中 k 為反應速率常數，在第一個、第二個與第三個反應器出口的轉化率分別是 X_1 、 X_2 與 X_3 。假設體積流率 (volumetric flow rate, v_0) 為一常數，且 $X_1 = 0.4$ ，則 X_2 與 X_3 為何？

(25分)

三、一連鎖化學反應 (chain reactions) 機制如下：



其中起始反應、成長反應與終結反應皆為一基本 (elementary)、不可逆 (irreversible) 化學反應，I 是起始劑、 R^* 是自由基 (亦即活性中心，在反應過程中其濃度 (C_{R^*}) 可視為處於擬穩定狀態 (pseudo-steady state)，M 是單體反應物 (其濃度為 C_M)，P 則是高分子產物。至於 k_i 、 k_p 與 k_t 則分別為起始反應速率常數、成長反應速率常數與終結反應速率常數。

(一)請推導成長反應速率式 ($-r_p$)。(15 分)

(二)若擬將成長反應速率增加為原來值之二倍，則如何達到此目標？(10 分)

四、一不可逆 (irreversible) 化學反應 $A \xrightarrow{-k} B$ ， k 為反應速率常數，反應速率式 $-r_A = -dC_A/dt$ ，其中 C_A 為 A 之濃度、 t 為反應時間。請分別針對零級 (zero order)、一級 (first order) 與二級 (second order) 之化學反應來定性敘述如何採用積分法 (integral method) 來求得 k (例如可利用簡要推導、論證、示意圖等方式作答)？(20 分)