

114年公務、關務人員升官等考試、114年
交通事業郵政、港務人員升資考試試題

等 級：薦任

類科(別)：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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、氣相反應 $A \rightarrow 2B$ 在一個恆溫的批式反應器 (batch reactor) 中進行，起始時只放入純物質 A ，起始壓力為 P_0 。假設此反應為一級反應，反應速率常數為 k 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請推導反應器內總壓力 P 與反應時間 t 的關係式。

(二)若此反應改在一恆溫恆壓的連續攪拌槽反應器 (continuous stirred tank reactor) 中進行，進料為純 A ，體積流率為 v_0 ，反應器體積為 V 。請以反應物 A 的轉化率 (X_A) 來表示出口的莫耳流率 F_A ， F_B 及濃度 C_A ， C_B 。

二、不可逆液相反應 $A \rightarrow \text{Products}$ 在恆溫批式反應器中進行，於不同反應時間 t 測量反應物 A 的濃度 C_A ，數據如下表所示。請利用積分法 (integral method) 決定反應級數 (reaction order)，並求出反應速率常數 k (包含單位)。(20 分)

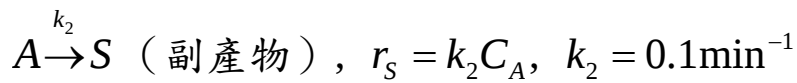
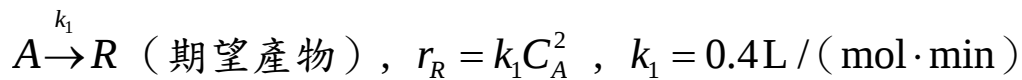
t (min)	C_A (mol/L)
0	2.00
10	1.00
20	0.67
30	0.50

三、液相反應 $A \rightarrow 2B$ 為二級反應，反應速率常數 $k = 0.5 \text{ L}/(\text{mol} \cdot \text{min})$ 。進料流率為 $10 \text{ L}/\text{min}$ ，進料濃度 $C_A = 1 \text{ mol}/\text{L}$ 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)若使用一個連續攪拌槽反應器操作，欲達到 80% 的轉化率，反應器體積應為多少？

(二)若改用一個塞流反應器 (plug flow reactor) 操作，同樣要達到 80% 的轉化率，反應器體積應為多少？

四、考慮以下液相平行反應：



進料只含 A，濃度 $C_{A0} = 2 \text{ mol/L}$ 。

(一)請定義瞬時選擇率 (instantaneous selectivity) $S_{R/S}$ 。(5 分)

(二)為了得到最高的 R 產率，應選用高濃度或低濃度的 A 進行反應？應選用連續攪拌槽反應器 (continuous stirred tank reactor, CSTR) 或塞流反應器 (plug flow reactor, PFR)？請說明理由。(5 分)

(三)若在 PFR 中反應，當 A 的轉化率達到 90% 時，出口 R 的濃度為何？(10 分)

五、不可逆一級液相反應 $A \rightarrow B$ 在一個連續攪拌槽反應器中進行。反應器體積為 100 L，進料體積流率為 10 L/min，進料溫度為 300 K。已知數據如下：

- 進料濃度 $C_{A0} = 1 \text{ mol/L}$
- 反應熱 $\Delta H_R^\circ = -20,000 \text{ cal/mol}$
- 活化能 $E_a = 15,000 \text{ cal/mol}$
- 頻率因子 $k_0 = 1 \times 10^7 \text{ min}^{-1}$
- 流體比熱與密度之乘積 $\rho C_p = 1,000 \text{ cal/(L} \cdot \text{K)}$
- 氣體常數 $R = 1.987 \text{ cal/(mol} \cdot \text{K)}$

假設反應器為絕熱 (adiabatic) 操作，請由熱平衡方程式 (energy balance) 與莫耳平衡方程式 (mole balance) 聯立，求出反應器出口的穩態轉化率 (X_A) 與溫度 (T)。(20 分)