

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。

(三)本科得以本國文字或英文作答。

一、在一個批次反應器中，進行均相反應： $A \xrightarrow{k} P$ 。其中，A 為反應物，P 為產物； t_X 代表反應物轉化率達到 X% 所需要的反應時間。

(一)如果此反應為一級反應，請計算達到 80% 轉化率所需要的反應時間為 40% 轉化率所需要的反應時間的倍數 (t_{80}/t_{40} 比值)。(10 分)

(二)如果此反應為二級反應，請計算達到 80% 轉化率所需要的反應時間為 40% 轉化率所需要的反應時間的倍數 (t_{80}/t_{40} 比值)。(10 分)

二、在批次反應器中，反應物 A 藉由逐次反應生成中間物 X 和產物 C，其基本反應式表示如下：



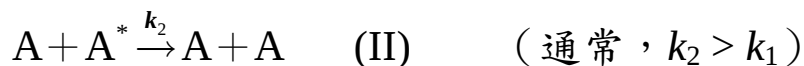
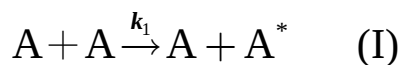
反應開始時，反應器中只存在反應物，其初始濃度為 $[A_0]$ 。

(一)請求得產物的濃度 $[C]$ 和反應時間 t 的關係式。(15 分)

(二)如果反應時間足夠久，請分別求得反應器中的反應物、中間物和產物的濃度。(5 分)

三、在一個連續攪拌槽反應器 (CSTR) 中，反應物 (A) 轉化成產物 (P) 為一次反應 ($A \xrightarrow{k} P$, $k = 0.1 \text{ h}^{-1}$)，亦即反應速率可以表示為 $-r_A = k \cdot C_A$ 。如果進料中的 A 濃度為 $C_{A0} = 0.1 \text{ mol/L}$ ，成本為 NTD 5000/mol A；出口端產物的生成率為 100 mol/h；反應器建造及操作成本攤提為 NTD 10/(h·Liter of reactor)。請計算在最低成本 (亦即反應物之物料和反應器建造及操作成本的總和) 時的最佳轉化率 (X_A) 及反應器的體積。(20 分)

四、如果氣相分解反應為單分子反應 ($A \rightarrow P$)，其反應步驟可以表示成下列三個基本反應式：

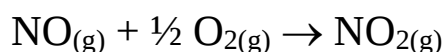


其中，A 為反應物，A* 為反應中間物，P 為產物。

(一)如果反應達到準穩定狀態，請推導產物生成率和反應物濃度[A]的關係式。(15 分)

(二)如果反應系統壓力相當大，亦即反應物濃度[A]相當高時，請問在此情況下此單分子反應的反應級數為幾級？(5 分)

五、空氣污染物中的氮氧化物 (NO_x) 通常為 NO 和 NO_2 。在空氣中，兩種氮氧化物轉換的基本反應式如下：



在 298.15 K，NO 和 NO_2 的標準莫耳生成吉布斯自由能 (standard molar Gibbs free energy of formation) 分別為 86,550 J/mol 和 51,310 J/mol。如果某工廠的空氣品質監測站測得氮氧化物平均濃度為 30 ppb，此時空氣品質監測站的溫度和壓力分別為 25°C 和 1.0133 bar。

請估計 NO 和 NO_2 的濃度 (假設空氣含有 21 mol% 氧氣)，並詳細說明你的計算依據。(20 分)