

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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、(一)以純反應物進入栓流反應器 (plug flow reactor) 內進行可逆放熱反應，反應器外以冷媒進行冷卻，冷媒溫度恆定為  $T_c$ 。請分別就溫度 ( $T$ ) 對反應器體積 ( $V$ )，與轉化率 ( $X$ ) 對體積 ( $V$ ) 作略圖。前圖稱為圖一，後圖稱為圖二。在圖一中繪出反應器內、外溫度隨體積的變化，在圖二中繪出轉化率 ( $X$ ) 與相對應的理論平衡時轉化率 ( $X_e$ ) 隨體積的變化。解釋此兩圖 (四曲線) 的成因，若無解釋不予計分。(7 分)

(二)同(一)小題，但進行可逆吸熱反應，以熱媒進行加熱，熱媒溫度恆定為  $T_H$ ，作圖並解釋其原因，若無解釋不予計分。(7 分)

(三)同(一)小題，但採用絕熱栓流反應器，作圖並解釋其原因，若無解釋不予計分。(6 分)

二、純 A 在一密閉反應器中進行恆溫定壓的氣相基本反應 (elementary reaction)  $A \rightarrow 2B$ ，反應控制在  $100^\circ\text{C}$  與  $10\text{ atm}$ ，反應器的體積隨反應時間變化如下：

|         |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| 時間, min | 0    | 1    | 3    | 5    | 7    | 9    |
| $V/V_0$ | 1.00 | 1.19 | 1.47 | 1.65 | 1.77 | 1.85 |

(一)若使用栓流反應器 (plug flow reactor) 在  $100^\circ\text{C}$  與  $10\text{ atm}$  下進行此反應，以  $10\text{ gmol/min}$  的純 A 進料，需要多大的反應器才能達到 90% 的轉化率？(16 分)

(二)如果(一)中的條件改為在  $120^\circ\text{C}$  與  $15\text{ atm}$  進行反應， $20\text{ gmol/min}$  的進料含 40% A 與 60% 惰性氣體，是否也可估算反應器體積？請列理由。(4 分)

三、一個每邊兩公尺的立方體反應器裡，濕度必須控制在  $100\text{ ppm}$  以下。進料前擬以內直徑 2 公分的管子通入乾空氣，以便排除反應器內原有的水氣，氣體也以內直徑 2 公分的管子排出。乾空氣流量為  $10\text{ liter/sec}$ 。假設整個操作條件是  $20^\circ\text{C}$  一大氣壓，反應器內原有氣體是含 50% 相對濕度的空氣。

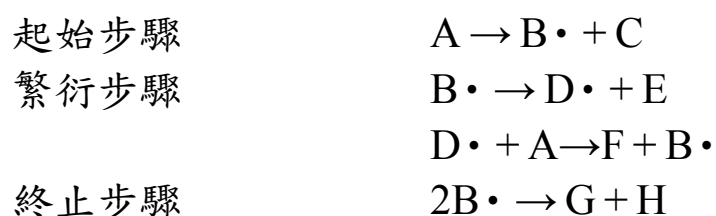
(一)請估計需時多久才能符合要求？( $20^\circ\text{C}$  的飽和蒸汽壓為  $17.5\text{ mmHg}$ ) (14 分)

(二)列出計算時所下的假設。(3 分)

(三)實際需要的時間應比估計多還是少？理由為何？(3 分)

等 別：三等考試  
類 科：化學工程  
科 目：化學反應工程學

四、反應物 A 裂解時，可能遵循以下反應機制 (mechanism)，其中 B·與 D·為自由基：



在一個連續攪拌反應器中 (continuous stirred-tank reactor) 進行反應，得以下數據：

| A 的濃度 ( $\text{gmol/m}^3$ ) | A 的反應速率 ( $\text{gmol}/(\text{m}^3 \cdot \text{ksec})$ ) |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------|
| 0.1                         | 1.10                                                     |
| 0.2                         | 1.56                                                     |
| 0.5                         | 2.47                                                     |
| 0.8                         | 3.11                                                     |

(一)根據反應機制，反應速率表達式應為何？(13 分)

(二)做何假設可使反應機制符合實驗數據？請評估此假設的合理性。(3 分)

(三)反應階次 (reaction order) 與表觀 (apparent) 反應速率常數各為何？(4 分)

五、在一個連續攪拌反應器中 (continuous stirred-tank reactor) A 與 B 反應成 C，此為氣相基本反應 (elementary reaction)，對 A 的反應速率常數  $k_A$  為  $0.04 \text{ liter/gmol/min}$ ：



進料中包含 50 mol% A、40 mol% B 及 10 mol% 惰性氣體，進口處總流量為  $5.0 \text{ gmol/min}$ ，體積流率是  $2.0 \text{ liter/min}$ 。若要反應到 50 mol% C，恆溫操作下反應器體積為何？(20 分)