

107年專門職業及技術人員高等考試
建築師、技師、第二次食品技師考試暨
普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：化學工程技師
科 目：化學反應工程（亦稱化工動力學）
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、某化工廠進行 $A+B \rightarrow C$ 反應生產產物 C，反應採用半批式 (semi-batch) 操作方式進行，將 A 化合物由外部桶槽慢慢加入已經裝有 B 化合物的批式反應容器中，假設 A 化合物以 0.03 mol/dm^3 的濃度，以及 $0.04 \text{ dm}^3/\text{s}$ 的流速進入反應器中。反應器內 B 化合物濃度為 0.06 mol/dm^3 ，起始體積為 6 dm^3 。已知此反應對 A 和 B 皆為一級反應，反應速率常數為 $k = 2.0 \text{ dm}^3/\text{s} \cdot \text{mol}$ 。
- (一)請列出 A、B、C 三種成分質量平衡式，並推導 A、B、C 三種成分濃度隨時間變化的微分方程式。(12 分) (附註：1. 莫耳流量以 F 表示，莫耳數以 N 表示。2. 不需解微分方程式。)
- (二)說明 A、B、C 三種成分濃度及反應速率隨時間變化的情況並解釋升高和降低的原因。(8 分)
- 二、化學工程師甲設計填充床反應器進行不可逆氣體化學反應 $A \rightarrow B$ ，已知反應級數為一級且進口壓力為 20 大氣壓，假設甲工程師忽略考慮壓力降落 (pressure drop) 因素，計算結果：認定用 60kg 的觸媒，可以得到 80% 轉化率。事實上，此填充床反應器操作時存在壓力降落現象，壓力降落與填充觸媒量的關係方程式如下： $dP / dW = - 0.2 \text{ atm / kg}$ 。
- (一)請問此反應器操作時，真正得到的轉化率是多少？(12 分)
- (二)如果固定觸媒的使用量為 60 kg，將填充床反應器改為流體化床反應器，請問可以達到的轉化率是多少？(8 分)
- 三、使用非均相固態觸媒進行催化反應前，化學工程師必須先測得反應速率常數 (reaction rate constant)，此參數測定通常不使用填充床反應器，而是改用微分反應器 (differential reactor) 進行。
- (一)請說明原因為何？(4 分)
- (二)解釋微分反應器構造與特性。(4 分)

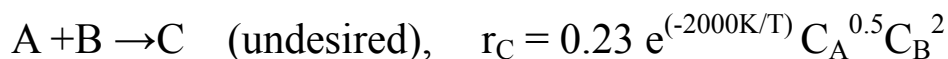
四、針對某一個氣體分解化學反應 $A \rightarrow B + C$ ，化學工程師乙利用固定體積的批式反應器進行實驗，測量反應過程中壓力變化值 (ΔP) 隨著時間增加的情況(數據如下)，已知起始的壓力為 48.4 kPa，而且反應級數為二級。

(一)請推導壓力隨時間變化關係方程式。(6 分)

(二)請由下列數據求出化學反應速率常數。(14 分)

t(s)	42	105	242	480	840	1440
ΔP (kPa)	4.5	9.9	17.9	25.9	32.5	37.9

五、下列並行複反應，三種生成物 C、D、E 中，只有成分 D 是有用的產物 (desired product)，其他 C 和 E 成分都是無用的副產物。



請由選擇率 S (selectivity) 觀點，說明想要提高目標產物 D 生成的反應操作策略，其中反應操作策略包括：

(一)溫度選擇 (高溫或低溫)。(4 分)

(二)反應器種類選擇[連續攪拌槽式反應器 (continuous stirred tank reactor, CSTR) 或塞流式反應器 (plug flow reactor, PFR)]。(4 分)

(三)最佳半批式操作方式 (semi-batch operating modes)。(4 分)

六、化學工程師丙準備設計一個非恆溫狀態下操作的批式反應器 (batch reactor)，進行 $A + B \rightarrow C$ 的液態化學反應，計算達到特定轉化率所需要的時間。此反應將在絕熱狀態下操作，丙目前只確定反應進行起始溫度 (T_0) 和最終轉化率 (X)，其他的條件完全缺乏。

(一)請列出進行此一絕熱狀態批式反應器的設計，丙需要的動力學和熱力學計算方程式，以及所需動力學參數和熱力學參數。(12 分)

(二)請說明計算的方法或步驟。(8 分)