

111年專門職業及技術人員高等考試建築師、
31類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、考慮氣相反應 $2A \rightarrow 3B$ ，其速率定律式（rate law equation）為 $-r_A = kC_A^2$ ，屬於二階反應（second-order reaction）。若此反應發生在恆溫、恆容的密閉裝置中，進行之前先注入 1 atm 的氣體 A，後續固定在 305 K 下進行反應；經過 5 min 後，可測得內部壓力上升至 1.40 atm。假設 A 與 B 皆可視為理想氣體，試求 A 的轉化率（conversion）與反應的速率常數（rate constant）。（20 分）

二、某放熱不可逆氣相反應： $2A+B \rightarrow 2C$ ，在絕熱流動型反應器中進行，其反應物 A 與 B 以等莫耳方式進料（equimolar feed）。下表顯示 x_A 與 $-r_A$ 的數據，其中的 $-r_A$ 為 A 的反應速率（reaction rate）， x_A 為 A 的轉化率（conversion）。已知 A 以 1000 mol/hr 流入反應器，若在出口處欲達到 $x_A = 0.9$ ，試回答下列問題：

x_A	0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
$-r_A$ (mol/L·hr)	2.00	2.38	2.94	5.56	10.00	5.00	3.33	2.50	2.00

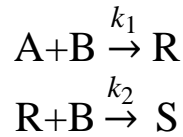
(一)使用一個栓流反應器（plug flow reactor, PFR）進行反應時，該反應器之體積至少應為何？（10 分）

(二)使用一個連續攪拌槽反應器（continuous stirred tank reactor, CSTR）進行反應時，則該反應器體積至少應為何？（5 分）

(三)串聯二個 CSTR 進行反應時，欲使兩個反應器之體積和最小，則各反應器的體積應為何？其配置方法應為何？（5 分）

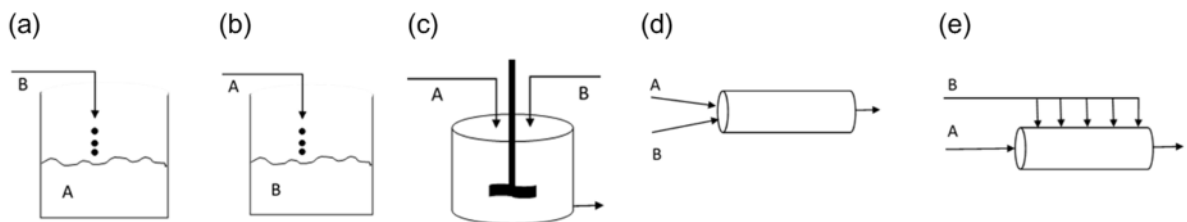
(四)反應物流入一個 CSTR 反應後，再進入一個 PFR，欲使兩個反應器之體積和最小，則各反應器的體積應為何？其配置方法應為何？（10 分）

三、有一組液相反應方程式如下，且各反應皆為基本反應 (elementary reactions)， k_1 與 k_2 為各反應的速率常數 (rate constant)，其中的 R 為主產物 (desired product)，S 則為不希望生成的產物 (unwanted product)



已知 300 K 下， $k_1 = 1 \text{ L/mol}\cdot\text{s}$ ，對應的活化能(E_{a1}) = 1000 J/mol；300 K 下， $k_2 = 1 \text{ L/mol}\cdot\text{s}$ ，對應的活化能(E_{a2}) = 3000 J/mol。

- (一)寫出 R 對 S 的選擇比 (selectivity) 關係式，式中必須包含濃度與溫度。(10 分)
- (二)從控制濃度與溫度的觀點，說明產物中含有高比例 R 的策略。(5 分)
- (三)針對以下 5 種操作方式，寫出每一種操作的特性，並選擇適合本題需求之操作方式與說明原因。(10 分)



四、以連續攪拌槽反應器 (continuous stirred tank reactor, CSTR) 在定溫 400 K 下進行一液相基本反應 (elementary reaction)： $A \rightarrow B$ 。已知 A、B 的分子量均為 250 g/mol，比熱均為 450 J/mol·K，密度均為 0.9 g/cm³，在 400 K 下的反應速率常數 (rate constant) 為 2 hr⁻¹，化學反應熱為 -90 kJ/mol。若進料 A 的溫度為 300 K，且要求出口時 A 的轉化率 (conversion) 達到 0.95，並生成 500 mol/hr 的 B 產物：

- (一)所需反應器體積至少應為何？(10 分)
- (二)為使系統控制在恆溫狀態下，需加入或移除的熱傳速率 (heat transfer rate) 應為何？(15 分)