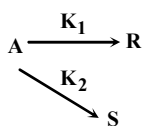


## سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - واکنش ابتدایی فاز مایع  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} C$  در یک راکتور همزن دار پیوسته انجام می گیرد. شدت خوراک ورودی به راکتور  $20$  لیتر بر دقیقه است.  $k_1 = 1$ ,  $k_2 = 4 \text{ min}^{-1}$  برای رسیدن به حداکثر غلظت  $R$ ، حجم راکتور چقدر باید باشد؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳)  $20$  (۴)  $10$

۲ - واکنش های ابتدایی و موازی زیر در فاز مایع و در یک راکتور صورت می گیرد. غلظت ماده اولیه ماده خالص  $A$ ،  $10$  مولار است. در صورتی که غلظت  $S$  در محصول خروجی  $4$  مولار باشد، میزان تبدیل  $A$  چقدر بوده است؟ ( $k_1 = k_2 = 2$ )



- (۱)  $0/8$   
(۲)  $0/2$   
(۳)  $0/6$   
(۴)  $0/4$

۳ - در سوال قبل، غلظت  $R$  در محصول خروجی کدام است؟

- (۱)  $8$  (۲)  $6$  (۳)  $4$  (۴)  $2$

۴ - واکنش های موازی و ابتدایی  $A \xrightarrow{k_1} 2R$  و  $A \xrightarrow{k_2} S$  با  $C_{A_0} = 1 \text{ mol/lit}$  در یک راکتور مخلوط شونده انجام می شود. رابطه بین غلظت های  $R$  و  $S$  کدام است؟ ( $\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{2}$ )

- (۱)  $2C_R = C_S$  (۲)  $C_R + C_S = 1$  (۳)  $C_R = C_S$  (۴)  $C_R + C_S = 2$

۵ - در یک راکتور مخلوط شونده واکنش سری  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$  انجام می‌گیرد. در صورتی که  $C_{S_0} = C_{R_0} = 0$ ، غلظت CR از کدام رابطه بدست می‌آید؟

$$(1) \frac{k_1 \tau}{(1+k_1 \tau)(1+k_2 \tau)} \quad (2) \frac{k_2 \tau}{(1+k_1 \tau)(1+k_2 \tau)} \quad (3) \frac{k_1 k_2 \tau}{(1+k_1 \tau)(1+k_2 \tau)} \quad (4) \frac{k_1}{(1+k_1 \tau)(1+k_2 \tau)}$$

۶ - واکنش سری  $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$  در فاز مایع در دو راکتور مخلوط شونده سری که زمان اقامت در هر دو راکتور ۵ دقیقه است، انجام می‌گیرد. تبدیل کلی ۹۰٪ است. اگر غلظت B در محصول نهایی ۵ مولار باشد. غلظت A و B در خروجی راکتور اول چقدر است؟

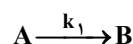
( $C_{A_0} = 20 \text{ mol/lit}$  و  $k_1 = k_2 = 1 \text{ min}^{-1}$ )

$$(1) C_{A_1} = 3/33 \text{ و } C_{B_1} = 10 \quad (2) C_{A_1} = 3/33 \text{ و } C_{B_1} = 20 \quad (3) C_{A_1} = 2/5 \text{ و } C_{B_1} = 10 \quad (4) C_{A_1} = 2/5 \text{ و } C_{B_1} = 20$$

۷ - واکنش فاز مایع  $A \xrightarrow{k_1} 3B$  و  $A \xrightarrow{k_2} 4C$  در راکتور مخلوط شونده انجام می‌شود. غلظت A ورودی راکتور ۱۰ مولار و در خروجی ۴ مولار است. اگر

تعداد مول‌های B در محصول خروجی ۳ باشد، تعداد مول‌های C در محصول چقدر است؟ ( $k_1 = 1 \text{ min}^{-1}$ ,  $k_2 = 2 \text{ mol/lit.min}$ )

$$(1) 2 \quad (2) 1/5 \quad (3) 3 \quad (4) 4$$

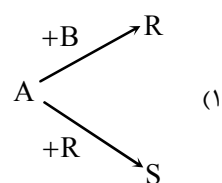
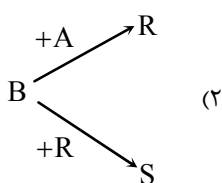


۸ - ماده A تحت سه واکنش موازی  $A \xrightarrow{k_2} C$  تبدیل می‌شود. واکنش اول از درجه ۲ و دو واکنش دیگر از درجه ۱ می‌باشند. انرژی فعالیت  $A \xrightarrow{k_2} D$

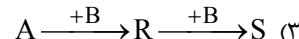
واکنش‌ها به صورت  $E_p < E_1 < E_2$  است. برای تولید ماکزیمم محصول C کدام گزینه بهتر است؟

- (۱) راکتور لوله‌ای و دما بالا  
(۲) راکتور لوله‌ای و دما پایین  
(۳) راکتور مخلوط شونده و دما بالا  
(۴) راکتور مخلوط شونده و ابتدا دما بالا سپس دمای پایین

۹ - واکنش سری - موازی  $A + B \xrightarrow{k_1} R$  و  $R + B \xrightarrow{k_2} S$  را به کدام صورت می‌توان بیان کرد؟



(۴) گزینه‌های ۲ و ۳



۱۰ - به راکتور مخلوط شونده به حجم ۵ لیتر خوراک مایعی به شدت ۴ لیتر بر دقیقه و غلظت اولیه ۱ مولار برای هر یک از خوراک‌های A و B وارد می‌شود. واکنش  $A + B \rightarrow R \rightarrow S$ ، در این راکتور انجام می‌گیرد. در صورتی که غلظت خروجی B برابر با ۱/۰ مولار باشد، سرعت تجزیه B کدام است؟

$$(1) 1 \quad (2) 0/5 \quad (3) 0/25 \quad (4) 0/72$$

۱۱ - کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) افزایش دما در واکنش‌های گرماگیر برگشت پذیر سبب حداکثر شدن تبدیل می‌شود.  
(۲) افزودن جزء بی اثر در خوراک ورودی واکنش‌های گازی، سبب کاهش میزان تبدیل می‌شود.  
(۳) در راکتور لوله‌ای درصد تبدیل در طول لوله افزایش می‌یابد.  
(۴) ثابت تعادل ترمودینامیکی با افزایش فشار افزایش می‌یابد.

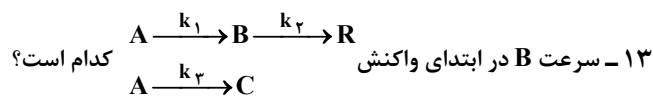
۱۲- دو راکتور لوله‌ای پیوسته به طور موازی به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر ۲۵ درصد از خوراک، وارد راکتور با حجم ۶ لیتر شود، حجم راکتور دوم چقدر است؟

(۴) ۱۸

(۳) ۹

(۲) ۰/۵

(۱) ۲

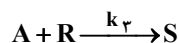
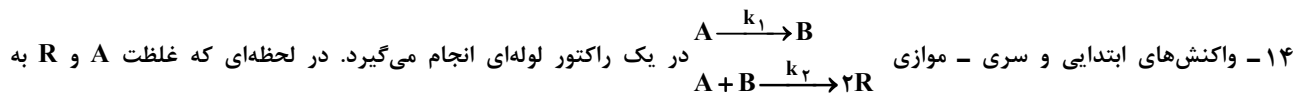


(۴)  $r_B = (k_1 + k_3)C_A$

(۳)  $r_B = k_1 C_A$

(۲)  $r_B = k_3 C_A$

(۱)  $r_B = k_1 C_A - k_2 C_B$



ترتیب ۰/۵ و ۱ مولار می‌شود. غلظت B و S کدام است؟ ( $C_{A_0} = 2 \text{ mol/lit}$ )

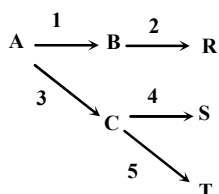
(۴)  $C_S = \frac{1}{2} C_B$

(۳)  $C_S = C_B$

(۲)  $C_S + C_B = 0.5$

(۱)  $C_S + C_B = 1$

۱۵- در کدام مورد انجام واکنش در دمای پایین منجر به تولید بیشتر محصول مطلوب S می‌شود؟



(۱)  $E_\Delta < E_\Gamma \text{ و } E_\Delta < E_1$

(۲)  $E_\Gamma < E_\Delta \text{ و } E_1 < E_2$

(۳)  $E_\Gamma < E_\Delta \text{ و } E_2 < E_1$

(۴)  $E_\Delta < E_\Gamma \text{ و } E_1 < E_3$

## سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۴»

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{k_1 k_2}}$$

در راکتور مخلوط شونده برای آنکه غلظت محصول میانی ماکزیمم باشد:

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{k_1 k_2}} = \frac{1}{\sqrt{1 \times 4}} = \frac{1}{2} \text{ min}$$

$$\tau = \frac{V}{v_o} \rightarrow V = \frac{1}{2} \times 20 = 10 \text{ lit}$$

۲ - گزینه «۱»

$$\phi\left(\frac{S}{A}\right) = \frac{dC_S}{-dC_A} = \frac{r_S}{-r_A}$$

$$-r_A = k_1 C_A + k_2 C_A = 2k C_A, \quad r_S = k C_A$$

$$\frac{dC_S}{-dC_A} = \frac{k C_A}{2k C_A} = \frac{1}{2} \rightarrow 2C_S = C_{A_o} - C_A \rightarrow 2 \times 4 = x \times 10 \rightarrow x = 0.8$$

۳ - گزینه «۳»

$$\Delta C_A + \Delta C_R + \Delta C_S = 0$$

$$C_A - C_{A_0} + C_R - C_{R_0} + C_S - C_{S_0} = 0$$

$$2 - 1 + C_R + 0 = 0 \rightarrow C_R = -1 \text{ mol/lit}$$

۴ - گزینه «۳»

$$-r_A = k_1 C_A + k_2 C_A, \quad r_R = 2k_1 C_A, \quad r_S = k_2 C_A$$

$$\frac{dC_R}{-dC_A} = \frac{r_R}{-r_A}, \quad \frac{dC_S}{-dC_A} = \frac{r_S}{-r_A}$$

$$\frac{dC_R}{-dC_A} = \frac{2k_1 C_A}{k_1 C_A + k_2 C_A} = \frac{2k_1}{k_1 + 2k_2} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{dC_S}{-dC_A} = \frac{k_2 C_A}{k_1 C_A + k_2 C_A} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{dC_R}{dC_S} = 2 \rightarrow C_R = 2C_S$$

۵ - گزینه «۱»

$$\tau = \frac{C_{R_0} - C_R}{-r_R}, \quad -r_R = k_2 C_R - k_1 C_A$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} - C_A}{-r_A} = \frac{C_{A_0} - C_A}{k_1 C_A} \rightarrow C_A = \frac{C_{A_0}}{1 + k_1 \tau}$$

$$\tau = \frac{0 - C_R}{k_2 C_R - k_1 C_A} = \frac{-C_R}{k_2 C_R - k_1 \left( \frac{C_{A_0}}{1 + k_1 \tau} \right)} \rightarrow \frac{C_R}{C_{A_0}} = \frac{k_1 \tau}{(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)}$$

۶- گزینه «۲»

$$C_{A_2} = C_{A_0} (1 - x) = 20(1 - 0/9) = 2$$

$$\tau_1 = \frac{C_{A_0} - C_{A_1}}{k_1 C_{A_1}} \rightarrow \Delta = \frac{20 - C_{A_1}}{C_{A_1}} \rightarrow C_{A_1} = 3/33 \text{ mol/lit}$$

$$\tau_2 = \frac{C_{B_1} - C_{B_2}}{-k_1 C_{A_2} + k_2 C_{B_2}} \rightarrow \Delta = \frac{C_{B_1} - \Delta}{-2 + \Delta} \rightarrow C_{B_1} = 20 \text{ mol/lit}$$

۷- گزینه «۲»

با توجه به واحدهای K، واکنش اول از درجه ۱ و واکنش دوم از درجه صفر می‌باشد. نسبت تعداد مول‌های B و C برابر نسبت سرعت‌های این دو جزء است.

$$\frac{-r_{A_1}}{1} = \frac{r_B}{3} \rightarrow r_B = -3r_{A_1}$$

$$\frac{-r_{A_2}}{1} = \frac{r_C}{4} \rightarrow r_C = -4r_{A_2}$$

$$\frac{r_B}{r_C} = \frac{k_1 C_A}{k_2} = \frac{C_A}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

$$\frac{3}{n_C} = 2 \rightarrow n_C = 1/2$$

۸- گزینه «۳»

در واکنش‌های موازی افزایش غلظت به نفع واکنش با درجه بالاتر است. برای کاهش غلظت از راکتور مخلوط شونده استفاده می‌شود. با توجه به اینکه انرژی فعالیت واکنش ۲ بزرگتر است بنابراین برای افزایش سرعت تولید C دما باید بالا باشد.

۹- گزینه «۴»

بستگی به نحوه وارد کردن خوراک (A و B) دارد. در صورتی که دو جزء بصورت همزمان وارد شوند و در صورتی که فقط جزء A، R و S مورد نظر باشند واکنش را می‌توان بصورت گزینه ۳ بیان کرد. با توجه به اینکه در واکنش‌های موازی هم درجه، غلظت B اثری در مسیر واکنش و نحوه توزیع محصولات ندارد می‌توان به صورت گزینه ۲ بیان کرد.

۱۰- گزینه «۴»

$$\tau = \frac{C_B - C_{B_0}}{-r_B} \rightarrow \tau = \frac{V}{v_0} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{5}{4} = \frac{0/1-1}{-r_B} \rightarrow -r_B = 0/72$$

۱۱- گزینه «۱»

افزایش دما در واکنش‌های گرماگیر برگشت‌پذیر سبب حداکثر شدن تبدیل می‌شود. افزودن جزء بی اثر در خوراک ورودی واکنش‌های گازی، مانند کاهش فشار در واکنش است و وقتی با کاهش تعداد مول‌ها همراه باشد سبب کاهش میزان تبدیل می‌شود. در راکتور لوله‌ای درصد تبدیل واکنش گرمازا در طول لوله افزایش می‌یابد. ثابت تعادل ترمودینامیکی تنها تابع دماست و با تغییرات فشار تغییری نمی‌کند.

۱۲- گزینه «۴»

$$\frac{V_1}{F_1} = \frac{V_2}{F_2} : \frac{6}{0/25F} = \frac{V_2}{0/75F} \rightarrow V_2 = 18 \text{ lit}$$

۱۳- گزینه «۳»

در ابتدای واکنش، B به اندازه کافی وجود ندارد بنابراین می‌توان از تبدیل آن به R صرف نظر کرد. در این صورت سرعت واکنش برابر با  $r_B = k_1 C_A$ .

۱۴ - گزینه «۲»

موازنه جزء A:

$$\Delta C_A + \Delta C_S + \frac{\Delta C_R}{2} + \Delta C_B + \frac{\Delta C_R}{2} = 0$$
$$C_A - C_{A_0} + C_S - C_{S_0} + C_R - C_{R_0} + C_B - C_{B_0} = 0$$
$$0/5 - 2 + C_S + 1 + C_B = 0 \rightarrow C_S + C_B = 0/5$$

۱۵ - گزینه «۴»

دمای پایین به نفع واکنش با انرژی فعالیت بیشتر است، بنابراین در واکنش رقابتی ۱ و ۳، انرژی واکنش ۳ باید بیشتر باشد و بین واکنش‌های ۴ و ۵، انرژی واکنش ۴ باید بیشتر باشد تا محصول مطلوب بیشتری تولید شود.