

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - واکنش درجه اول گازی $A \xrightarrow{k} B$ در یک راکتور ناپیوسته با واکنش گر خالص انجام می‌شود. حجم سیستم بعد از چه مدت زمانی به $\frac{1}{4}$ حجم اولیه می‌رسد؟ ($k = 1$)

- (۱) $\ln 0.5$ (۲) $\ln 2$ (۳) 0.5 (۴) 2

۲ - واکنش گازی $A \rightarrow 2B + C$ از درجه صفر در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. زمان نیمه عمر کدام است؟ ($k = 1, C_{A_0} = 1$) و خوراک بصورت خالص وارد راکتور می‌شود.

- (۱) $\ln 2$ (۲) $\ln 2$ (۳) $\frac{1}{2} \ln 2$ (۴) 2

۳ - حجم راکتور مخلوط شونده که واکنش درجه اول فاز گاز ($A \rightarrow 2R$) در آن انجام می‌گیرد برای رسیدن به میزان تبدیل 50% چقدر است؟ (شدت جریان خوراک 100 min حاوی A خالص می‌باشد.) ($k = 1 \text{ min}^{-1}, C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$)

- (۱) 150 (۲) 200 (۳) 300 (۴) 350

۴ - واکنش درجه اول گازی $A + B \rightarrow C$ را در نظر بگیرید که A و B با نسبت برابر وارد می‌شوند. غلظت A در هر زمان به چه صورت است؟ $C_{A_0} = 1$

- (۱) $C_A = \frac{1-x_A}{1-0.5x_A}$ (۲) $C_A = \frac{1-x_A}{1-2x_A}$ (۳) $C_A = 1-x_A$ (۴) $C_A = \frac{1-0.5x_A}{1-x_A}$

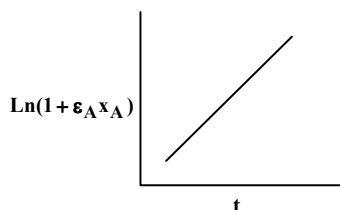
۵ - در سؤال ۱۱۸، اگر با ثابت بودن سایر شرایط، خوراک ورودی به راکتور شامل 60% گاز خنثی باشد، درصد تبدیل چقدر خواهد شد؟

- (۱) 30 (۲) 70 (۳) 65 (۴) 55

۶ - واکنشی با سینتیک درجه صفر در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌شود. اگر دبی خوراک ورودی به راکتور با ثابت ماندن سایر شرایط دو برابر شود. میزان تبدیل چگونه تغییر خواهد کرد؟

- (۱) 2 (۲) 1 (۳) 0.5 (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.

۷ - کدام گزینه در مورد نمودار زیر صحیح است؟



- (۱) مربوط به واکنش درجه اول در راکتور مخلوط شونده با حجم متغیر می‌باشد.
(۲) مربوط به واکنش درجه اول در راکتور لوله‌ای با حجم متغیر می‌باشد.
(۳) مربوط به واکنش درجه صفر در راکتور مخلوط شونده با حجم متغیر می‌باشد.
(۴) مربوط به واکنش درجه صفر در راکتور ناپیوسته با حجم متغیر می‌باشد.

۸ - واکنش با معادله سرعت $r_A = -kC_A$ در راکتور ناپیوسته با حجم متغیر انجام می‌شود. کدام رابطه صحیح است؟

- (۱) $-\ln(1-x_A) = k \frac{C_{A_0}}{\varepsilon} \ln(1+\varepsilon_A x_A) = kt$ (۲) $\ln(1-\frac{\Delta V}{V_0 \varepsilon_A}) = kt$

(۳) $\frac{C_A}{C_{A_0}} = \frac{1-x_A}{1+\varepsilon_A x_A}$

۹ - واکنش ابتدایی $A \rightarrow R + P$ در یک راکتور لوله‌ای با حجم 5 m^3 در فاز گاز انجام می‌شود. خوراک خالص با دبی $10 \frac{\text{min}}{\text{min}}$ وارد می‌شود.

برای رسیدن به درصد تبدیل 60% ثابت سرعت چقدر باید باشد؟ ($\ln 2 = 0.7$)

- (۱) 0.7 (۲) $1/4$ (۳) $2/8$ (۴) 2

۱۰- واکنش ابتدایی $A \rightarrow R$ در فاز مایع و در راکتور لوله‌ای انجام می‌شود. اگر ثابت زمانی 5° و $k = 2$ ، نسبت $\frac{C_A}{C_{A_0}}$ چقدر است؟

- (۱) e^{-1} (۲) $e^{-\frac{1}{2}}$ (۳) $\frac{1}{2}$ (۴) ۱

۱۱- واکنش درجه اول $A \rightarrow B + C$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. درصد تبدیل پس از 10° دقیقه به 60% می‌رسد. خوراک با نسبت $\frac{A}{B} = \frac{2}{3}$ مولی حجم سیستم چقدر تغییر داشته است؟

- (۱) 24% کاهش (۲) 76% افزایش (۳) 24% افزایش (۴) 76% افزایش

۱۲- در کدامیک از حالات زیر در رابطه با سرعت واکنش، نمی‌توان تغییرات حجم را ثابت در نظر گرفت؟

- (۱) واکنش در فاز مایع صورت گیرد.
(۲) واکنش در فاز گاز و در یک راکتور صلب انجام شود.
(۳) واکنش در فاز گاز صورت گیرد بطوریکه تغییر مول در آن منفی باشد.
(۴) واکنش در فاز گاز صورت گیرد بطوریکه تغییر مول در آن صفر باشد.

۱۳- واکنش گازی $A \rightleftharpoons B$ را در نظر بگیرید. $\frac{C_A}{C_B}$ کدام است؟

- (۱) $\frac{1-x_A}{x_A}$ (۲) $\frac{x_A}{1-x_A}$ (۳) x_A (۴) $\frac{2x_A}{1-x_A}$

۱۴- در واکنش فاز گاز $A + B \rightarrow 3C$ که در راکتور لوله‌ای با جریان خوراک $\frac{m^3}{h} = 100$ ، شامل $50\% A$ و $50\% B$ ، درصد تبدیل 80° می‌باشد. جریان خروجی از راکتور چقدر است؟

- (۱) 120 (۲) 140 (۳) 160 (۴) 200

۱۵- واکنش $A \rightarrow B + C$ با معادله سرعت $-r_A = \frac{mol}{lit.min} = \frac{2}{2}$ با گاز خالص A در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. پس از چه مدت زمانی واکنش به پایان می‌رسد؟ $C_{A_0} = 1$ و $Ln 2 = 0.7$

- (۱) 3° دقیقه (۲) $3/5^\circ$ دقیقه (۳) $2/5^\circ$ دقیقه (۴) 2° دقیقه

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۲»

با توجه به اینکه واکنش در فاز گاز انجام می‌شود سیستم با حجم متغیر است.

$$V = V_0(1 + \varepsilon_A x_A), \quad \frac{V}{V_0} = \frac{3}{2}, \quad \varepsilon_A = \frac{\Delta n}{a} \times y_A = \frac{1-2}{2} \times 1 = -\frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2} = 1 - \frac{1}{2} \times x_A \rightarrow x_A = \frac{1}{2}$$

$$-\ln(1 - x_A) = kt$$

برای واکنش درجه اول در راکتور ناپیوسته: (چه حجم متغیر، چه حجم ثابت)

$$-\ln\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 1 \times t \rightarrow t = -\ln\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow t = \ln 2$$

۲ - گزینه «۳»

برای واکنش درجه صفر در راکتور ناپیوسته:

$$\frac{C_{A_0}}{\varepsilon_A} \ln(1 + \varepsilon_A x_A) = kt$$

$$C_A = \frac{1}{2} C_{A_0} \Rightarrow \frac{1}{2} C_{A_0} = C_{A_0} \times \frac{1 - x_A}{1 + \varepsilon_A x_A} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1 - x_A}{1 + 2x_A} \Rightarrow x_A = \frac{1}{4}$$

در زمان نیمه عمر ($t_{\frac{1}{2}}$):

$$\varepsilon_A = \frac{3-1}{1} \times 1 = 2$$

$$\frac{1}{2} \ln(1 + 2 \times 0.25) = 1 \times t \Rightarrow t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln \frac{3}{2}}{2}$$

۳ - گزینه «۱»

برای راکتور مخلوط شونده:

$$\tau = \frac{C_{A_0} x_A}{-r_A} = \frac{C_{A_0} x_A}{k C_A} = \frac{C_{A_0} x_A}{k C_{A_0} \frac{1-x_A}{(1+\varepsilon_A x_A)}} \Rightarrow \tau = \frac{x_A (1+\varepsilon_A x_A)}{k(1-x_A)}$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta n}{a} \times y_A = \frac{r-1}{1} \times 1 = 1$$

$$\tau = \frac{0.5 \times (1+1 \times 0.5)}{1 \times (1-0.5)} = 1.5$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} V}{F_{A_0}} \Rightarrow 1.5 = \frac{1 \times V}{100} \Rightarrow V = 150 \text{ lit}$$

۴ - گزینه «۱»

$$\varepsilon = \frac{\Delta n}{a} \times y_A = \frac{1-2}{1} \times \frac{1}{2} = -\frac{1}{2}$$

$$C_A = \frac{N_A}{V} = \frac{N_{A_0} (1-x_A)}{V_0 (1+\varepsilon_A x_A)} = C_{A_0} \frac{1-x_A}{1+\varepsilon_A x_A} = \frac{1-x_A}{1-0.5x_A}$$

۵ - گزینه «۴»

$$\varepsilon = \frac{\Delta n}{a} \times y_A = \frac{r-1}{1} \times 0.4 = 0.4$$

$$\tau = 1.5 = \frac{x_A (1+\varepsilon_A x_A)}{k(1-x_A)} = \frac{x_A (1+0.4 \times x_A)}{1 \times (1-x_A)} \Rightarrow 0.4x_A^2 + 2.5x_A - 1.5 = 0 \Rightarrow x_A \approx 55\%$$

۶ - گزینه «۳»

$$\tau = \frac{C_{A_0} - C_A}{k} = \frac{C_{A_0} x_A}{k} \Rightarrow \tau \propto x_A$$

$$\tau = \frac{v}{v_0}, \quad v_{0_2} = 2v_{0_1} \Rightarrow \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{v_{0_1}}{v_{0_2}} = \frac{x_{A_2}}{x_{A_1}} = \frac{1}{2}$$

۷ - گزینه «۴»

با توجه به رابطه: $\frac{C_{A_0}}{\varepsilon_A} \ln(1 + \varepsilon_A x_A) = kt$ که مربوط به واکنش درجه صفر در راکتور ناپیوسته است، $\ln(1 + \varepsilon_A x_A)$ با زمان رابطه مستقیم دارد.

۸ - گزینه «۳»

گزینه ۱ مربوط به راکتور لولهای می باشد، گزینه ۲ مربوط به واکنش درجه صفر در راکتور ناپیوسته می باشد. گزینه ۴ نیز اگر بصورت $\ln(1 - \frac{\Delta V}{V_0 \varepsilon_A}) = -kt$ باشد صحیح می باشد.

۹ - گزینه «۳»

$$k\tau = -(1 + \varepsilon_A) \ln(1 - x_A) - \varepsilon_A x_A$$

$$\tau = \frac{V}{v_0} = \frac{\Delta}{1_0} = 0.5$$

$$\varepsilon_A = \frac{2-1}{1} \times 1 = 1$$

$$k = \frac{-2 \ln(0.4)}{0.5} - \frac{0.4}{0.5} = -4 \ln(0.4) - 0.8 = 2.86$$

۱۰- گزینه «۱»

$$k\tau = -\ln(1-x_A)$$

$$\tau \times \circ / \Delta = -\ln(1-x_A) \Rightarrow 1-x_A = e^{-1}$$

$$C_A = C_{A_0}(1-x_A) \Rightarrow \frac{C_A}{C_{A_0}} = 1-x_A = e^{-1}$$

۱۱- گزینه «۳»

$$V = V_0(1+\varepsilon_A x_A)$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta n}{a} \times y_A = \frac{2-1}{1} \times \circ / \text{ف} = \circ / \text{ف}$$

$$\frac{V-V_0}{V_0} = \frac{V_0(1+\circ / \text{ف} \times \circ / \text{ف}) - V_0}{V_0} \times 100 = 24\%$$

۱۲- گزینه «۱»

$$\frac{N_{A_0} - N_A}{1} = \frac{N_B - N_{B_0}}{1} \Rightarrow N_{A_0} - N_A = N_B$$

$$\frac{N_{A_0} - N_A}{V} = \frac{N_B}{V} \Rightarrow \frac{N_{A_0}}{V} - \frac{N_A}{V} = \frac{N_B}{V}$$

$$\frac{N_{A_0}}{V_0(1+\varepsilon_A x_A)} - C_A = C_B \Rightarrow \frac{C_{A_0}}{1+\varepsilon_A x_A} - C_A = C_B \quad (1)$$

$$C_A = \frac{N_A}{V} = \frac{N_{A_0}(1-x_A)}{V_0(1+\varepsilon_A x_A)} = C_{A_0} \frac{1-x_A}{1+\varepsilon_A x_A} \Rightarrow C_{A_0} = \frac{1+\varepsilon_A x_A}{1-x_A} C_A \quad (2)$$

$$1,2 \rightarrow \frac{1}{1-x_A} C_A - C_A = C_B \Rightarrow \frac{C_B}{C_A} = \frac{x_A}{1-x_A} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{1-x_A}{x_A}$$

۱۳ - گزینه «۲»

$$y_A = \frac{1}{2}, \quad \varepsilon_A = \frac{3-2}{1} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$v = v_o(1 + \varepsilon_A x_A) = 100 \times (1 + \frac{1}{2} \times 0.8) = 140 \text{ m}^3/\text{h}$$

۱۴ - گزینه «۲»

واکنش از درجه صفر می باشد.

$$\frac{C_{A_o}}{\varepsilon_A} \ln(1 + \varepsilon_A x_A) = kt$$

در انتهای واکنش: $x_A = 1$

$$\varepsilon_A = \frac{2-1}{1} \times 1 = 1$$

$$\ln(1+1) = 0.2 \times t \Rightarrow t = \frac{\ln 2}{0.2} = \frac{0.7}{0.2} = 3.5$$

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱- عامل مهم در طراحی راکتور برای واکنش‌های منفرد کدام است؟

- (۱) اندازه راکتور و توزیع محصول
(۲) اندازه راکتور
(۳) توزیع محصول
(۴) بستگی به نوع واکنش و راکتور دارد.

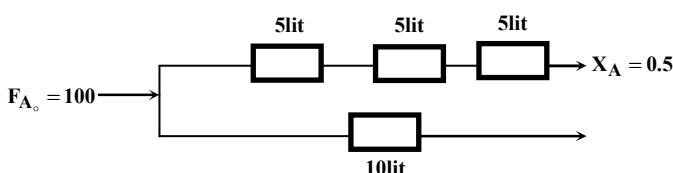
۲- از سه راکتور لوله‌ای پشت سرهم ($V_1 = 10, V_2 = V_3 = 20 \text{ lit}$) برای انجام واکنش با سینتیک $-r_A = 0.1 C_A$ با خوراک خالص A به غلظت ۹ مولار استفاده شده است. اگر دبی خوراک ورودی به راکتور اول ۲۵ مول بر دقیقه باشد. درصد تبدیل کدام است؟ ($\ln 2/5 = 0.9$)

(۱) ۰/۱۶ (۲) ۰/۲ (۳) ۰/۸۴ (۴) ۰/۶

۳- برای اینکه از تعدادی راکتور که بصورت موازی متصل هستند، میزان بهره‌وری بیشتری داشته باشیم باید:

(۱) از جریان‌ها با درجه تبدیل متفاوت استفاده شود.
(۲) از راکتورهایی با حجم یکسان استفاده شود.
(۳) دبی مولی ورودی به تمام راکتورها یکسان باشد.
(۴) نسبت حجم به دبی مولی در تمام راکتورها یکسان باشد.

۴- در سیستم راکتورهای لوله‌ای موازی زیر کدام گزینه صحیح است؟



$$F_{A_{01}} = 40, F_{A_{02}} = 60 \quad (۱)$$

$$F_{A_{01}} = 50, F_{A_{02}} = 50 \quad (۲)$$

$$F_{A_{01}} = 60, F_{A_{02}} = 40 \quad (۳)$$

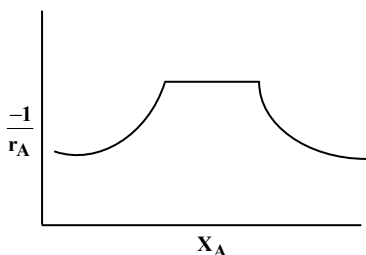
$$F_{A_{01}} = 30, F_{A_{02}} = 70 \quad (۴)$$

۵- برای انجام واکنشی با $k = 0.2 \frac{\text{mol}}{\text{lit} \cdot \text{min}}$ از ۴ راکتور همزن‌دار هم حجم سری برای رسیدن به میزان تبدیل ۶۰ درصد، استفاده شده است.

خوراک ورودی شامل A خالص $C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و با شدت $10 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$ می‌باشد. غلظت خروجی از راکتور سوم چند است؟

(۱) ۰/۴۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۰/۶۵ (۴) ۰/۸

۶- اگر نمودار منحنی تغییرات $\frac{1}{-r_A}$ نسبت به X_A به شکل زیر باشد. کدام گزینه بهترین ترتیب راکتورها است؟



- (۱) لوله‌ای پیوسته، مخلوط شونده، مخلوط شونده
(۲) مخلوط شونده، لوله‌ای پیوسته، مخلوط شونده
(۳) مخلوط شونده، مخلوط شونده، لوله‌ای پیوسته
(۴) لوله‌ای پیوسته، مخلوط شونده، لوله‌ای پیوسته

۷- برای انجام واکنش درجه ۲ در داخل دو راکتور مخلوط شونده با حجم‌های ($V_1 = 10, V_2 = 25 \text{ lit}$) و یک راکتور لوله‌ای با حجم $V_3 = 15 \text{ lit}$ از چه ترتیبی جهت دست یافتن به میزان تبدیل بالا استفاده می‌شود؟

- (۱) ابتدا راکتور با حجم ۱۰ لیتر سپس ۱۵ لیتر و در نهایت راکتور با حجم ۲۵ لیتر
(۲) ابتدا راکتور با حجم ۱۰ لیتر سپس ۱۵ لیتر و در نهایت راکتور با حجم ۱۵ لیتر
(۳) ابتدا راکتور با حجم ۱۰ لیتر سپس ۲۵ لیتر و در نهایت راکتور با حجم ۱۵ لیتر
(۴) ابتدا راکتور با حجم ۱۵ لیتر سپس ۲۵ لیتر و در نهایت راکتور با حجم ۱۰ لیتر

۸- واکنش با معادله سرعت $-r_A = C_A^{0.5}$ قرار است در سیستمی که شامل یک راکتور مخلوط شونده با حجم ۲۰ لیتر و یک راکتور لوله‌ای با حجم ۴۰ لیتر که بصورت سری به هم متصل هستند، انجام شود. خوراک ورودی با شدت ۲۰ لیتر بر دقیقه و با غلظت ۲ مول بر لیتر می‌باشد. بیشترین میزان تبدیل به دست آمده کدام است؟

- (۱) ۵۰ (۲) ۶۰ (۳) ۸۰ (۴) ۱۰۰

۹- واکنش درجه اول در فاز مایع در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌گیرد. خوراک خالص ورودی با غلظت ۱ مول بر لیتر و با شدت ۱۰ لیتر بر دقیقه وارد راکتور می‌شود. میزان تبدیل در این واکنش ۷۰ درصد می‌باشد. اگر از یک جریان برگشتی برابر با ۴ استفاده شود، در صد تبدیل چند می‌شود؟

(۱) ۵۰ (۲) ۶۰ (۳) ۷۰ (۴) ۸۰

۱۰- در نسبت جریان برگشتی بهینه:

- (۱) میزان تبدیل به بالاترین مقدار خود می‌رسد.
 (۲) حجم راکتور حداقل می‌شود.
 (۳) غلظت در راکتور کم می‌شود.
 (۴) تاثیر جریان برگشتی بیشتر است.

۱۱- در یک راکتور لوله‌ای واکنش در حجم ثابت با معادله سرعت $-r_A = C_A^2$ انجام می‌شود. حجم راکتور لازم برای دستیابی به تبدیل ۷۵ درصد چقدر است؟ (خوراک خالص برابر با ۲ مولار و با شدت جریان ۲۰ مول بر دقیقه است. جریان برگشتی ۲ می‌باشد).

(۱) ۶۰ (۲) ۳۰ (۳) ۲۰ (۴) ۴۰

۱۲- جریانی با دبی خوراک ۳۰ لیتر بر دقیقه وارد سیستمی با دو راکتور لوله‌ای به حجم‌های ۱۰ و ۱۵ لیتر می‌شود و بصورت موازی به هم متصل هستند. سرعت واکنش $-r_A = 3 \frac{\text{mol}}{\text{lit.min}}$ می‌باشد. هدف رسیدن به تبدیل ۸۰ درصد می‌باشد. غلظت اولیه خوراک به کدام گزینه نزدیکتر است؟

(۱) ۲/۵ (۲) ۲/۲۵ (۳) ۳/۲۵ (۴) ۳/۵

۱۳- N راکتور مخلوط شونده پشت سر هم در نظر بگیرید که حجم هر یک V می‌باشد. زمان متوسط اقامت سیال برای واکنش درجه اول برگشت‌ناپذیر در داخل کل سیستم کدام است؟

$$\tau = \frac{N}{k} \left[\left(\frac{C_0}{C_N} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right] \quad (۱) \quad \tau = \frac{N}{k} \left[\left(\frac{C_0}{C_N} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right] \quad (۲) \quad \tau = \frac{k}{N} \left[\left(\frac{C_0}{C_N} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right] \quad (۳) \quad \tau = \frac{k}{N} \left[\left(\frac{C_0}{C_N} \right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right] \quad (۴)$$

۱۴- از دو راکتور مخلوط شونده سری هم حجم با حجم ۱۵ لیتر برای انجام واکنشی با سرعت $-r_A = kC_A$ برای رسیدن به تبدیل ۷۵% استفاده شده است. مقدار خوراک خالص ورودی ۳۰ مول بر دقیقه می‌باشد. سرعت واکنش در راکتور اول چند $\frac{\text{mol}}{\text{lit.min}}$ می‌باشد؟

(۱) ۰/۲۵ (۲) ۰/۵ (۳) ۱ (۴) ۲

۱۵- واکنش درجه ۲ با خوراک مایع محتوی A خالص به غلظت ۱۰ مولار در یک راکتور دوره‌ای با جریان برگشتی $R = 2$ انجام می‌شود. میزان تبدیل ۶۰ درصد است. اگر جریان برگشتی بسته شود میزان تبدیل چقدر می‌شود؟

(۱) ۴۰ (۲) ۵۰ (۳) ۶۰ (۴) ۷۰

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۲»

مهمترین عامل از نظر اقتصادی برای طراحی راکتور مناسب اندازه راکتور و توزیع محصول است. در واکنش‌های منفرد توزیع محصول ثابت و معین است بنابراین تنها عامل مهم در طراحی این سیستم اندازه راکتور است.

۲ - گزینه «۳»

$$k\tau = -\ln(1 - x_N)$$

$$k \times \frac{VC_{A_0}}{F_{A_0}} = 0.1 \times \frac{(20 + 20 + 10) \times 9}{25} = 1/8$$

$$1/8 = -\ln(1 - x_N) \rightarrow 2 \times 0.9 = 2 \times \ln(2/5) = -2 \times \ln(0.4) = \ln(0.16) - \ln(1 - x_N) \rightarrow 1 - x_N = 0.16 \rightarrow x_N = 0.84$$

۳ - گزینه «۴»

برای اینکه از تعدادی راکتور که بصورت موازی متصل هستند میزان بهره‌وری بیشتری داشته باشیم باید از مخلوط کردن جریان‌ها با درجه تبدیل متفاوت خودداری نمود که به این منظور باید نسبت حجم به دبی مولی در تمام شاخه‌ها یکسان باشد.

۴ - گزینه «۳»

$$F_{A_{o1}} + F_{A_{o2}} = 100$$

$$\frac{F_{A_{o1}}}{15} = \frac{100 - F_{A_{o1}}}{10} \rightarrow F_{A_{o1}} = 60, F_{A_{o2}} = 40$$

۵ - گزینه «۱»

با توجه به واحد k ، واکنش درجه صفر است، با فرض یکسان بودن حجم راکتورها، برای واکنش درجه صفر داریم:

$$x_N = x_o + N \frac{k\tau}{C_o}, x_o = 0 \rightarrow \begin{cases} x_4 = 4 \frac{k\tau}{C_o} \\ x_3 = 3 \frac{k\tau}{C_o} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{x_4}{x_3} = \frac{4}{3} \rightarrow x_3 = \frac{3}{4} \times 0.6 = 0.45$$

۶ - گزینه «۱»

در قسمت اول نمودار صعودی است بنابراین برای پایین بودن حجم راکتور بهتر است از راکتور لوله‌ای استفاده کرد. قسمت دوم ثابت است بنابراین فرقی ندارد از چه راکتوری استفاده می‌شود. قسمت سوم نزولی است و از راکتور مخلوط شونده بهتر است استفاده شود.

۷ - گزینه «۴»

درجه واکنش بزرگتر از ۱ است بنابراین ابتدا باید از راکتور لوله‌ای و سپس راکتورهای مخلوط شونده از کوچک به بزرگ استفاده شود.

۸ - گزینه «۴»

چون درجه واکنش کوچکتر از ۱ است، برای اینکه به میزان تبدیل بالایی دست یابیم خوراک ابتدا وارد راکتور مخلوط شونده شده و سپس وارد راکتور لوله‌ای می‌شود.

$$\tau_1 = \frac{C_{A_0} - C_{A_1}}{-r_{A_1}}, \quad \tau_1 = \frac{V}{v} = \frac{\tau_0}{\tau_0} = 1 \rightarrow 1 = \frac{\tau - C_{A_1}}{C_{A_1}^{\frac{1}{\tau}}} \rightarrow C_{A_1} = 1$$

برای راکتور لوله‌ای:

$$\tau = - \int_{C_{A_1}}^{C_{A_2}} \frac{dC_A}{-r_A} = - \int_{C_{A_1}}^{C_{A_2}} \frac{dC_A}{\frac{1}{C_A^{\frac{1}{\tau}}}} = -\tau (\sqrt[C_{A_2}]{\tau} - \sqrt[C_{A_1}]{\tau})$$

$$\tau = \frac{V}{v} = \frac{\tau_0}{\tau_0} = \tau, \quad \tau = \tau (1 - \sqrt[C_{A_2}]{\tau}) \rightarrow C_{A_2} = 0 \rightarrow x_A = 100\%$$

۹ - گزینه «۳»

جریان برگشتی در راکتور مخلوط شونده اثری بر میزان تبدیل ندارد.

۱۰ - گزینه «۲»

یک نسبت برگشتی بهینه که حجم راکتور و یا زمان پر شدن را در یک راکتور دوره‌ای به حداقل تقلیل می‌رساند.

۱۱ - گزینه «۲»

برای واکنش با حجم ثابت:

$$\tau = \frac{C_{A_0} V}{F_{A_0}} = -(R+1) \int_{\frac{C_{A_0} + RC_{A_f}}{R+1}}^{C_{A_f}} \frac{dC_A}{-r_A} = -\tau \int_{\frac{C_{A_0} + RC_{A_f}}{R+1}}^{C_{A_f}} \frac{dC_A}{C_A^{\frac{1}{\tau}}} = \tau \left(\frac{1}{C_{A_f}^{\frac{1}{\tau}}} - \frac{\tau}{\tau + \tau C_{A_f}} \right)$$

$$C_{A_f} = C_{A_0} (1 - x_{A_f}) = \tau (1 - 0.75) = 0.25$$

$$\tau = \tau \left(\frac{1}{0.25^{\frac{1}{\tau}}} - \frac{\tau}{\tau + 1} \right) = \tau, \quad \tau = \frac{\tau \times V}{\tau_0} \rightarrow V = \tau_0 \text{ lit}$$

۱۲ - گزینه «۳»

$$\frac{V_1}{F_{A_{o1}}} = \frac{V_r}{F_{A_{or}}}, \quad \frac{F_{A_{or}}}{F_{A_{o1}}} = \frac{V_r}{V_1} = \frac{1\Delta}{1^\circ} = 1/\Delta$$

$$v = \frac{F_{A_o}}{C_{A_o}} \rightarrow \frac{v_{or}}{v_{o1}} = 1/\Delta, \quad v_{or} + v_{o1} = r^\circ \Rightarrow v_{o1} = 1r, \quad v_{or} = 1\Delta$$

$$\frac{C_{A_o} x_A}{-r_A} = \frac{C_{A_o} \times \circ/\Delta}{r} = \frac{1^\circ}{1r} \rightarrow C_{A_o} = r/1r\Delta \quad \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

۱۳ - گزینه «۲»

$$\frac{1}{1-x_N} = (1+k\tau)^N$$

$$C_N = C_o(1-x_N) \rightarrow \frac{1}{1-x_N} = \frac{C_o}{C_N} \rightarrow \frac{C_o}{C_N} = (1+k\tau)^N \rightarrow 1+k\tau = \left(\frac{C_o}{C_N}\right)^{\frac{1}{N}}$$

$$\tau = \frac{1}{k} \left[\left(\frac{C_o}{C_N}\right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right], \quad N\tau = \frac{N}{k} \left[\left(\frac{C_o}{C_N}\right)^{\frac{1}{N}} - 1 \right]$$

۱۴ - گزینه «۳»

$$\frac{1}{1-x_N} = (1+k\tau)^N$$

$$\frac{1}{1-\circ/\Delta} = (1+k\tau)^r \rightarrow r = k\tau + 1 \rightarrow k\tau = 1$$

$$\frac{1}{1-x_{A_1}} = (1+k\tau)^1 \rightarrow x_{A_1} = \circ/\Delta$$

$$k\tau = \frac{kVC_{A_o}}{F_{A_o}}, \quad 1 = \frac{1\Delta kC_{A_o}}{r^\circ} \rightarrow kC_{A_o} = r$$

$$-r_{A_1} = kC_{A_o}(1-x_{A_1}), \quad -r_{A_1} = r \times (1-\circ/\Delta) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit.min}}$$

$$\frac{V}{F_{A_0}} = (R + 1) \int_{x_{A_1}}^{x_{A_f}} \frac{dx_A}{-r_A}$$

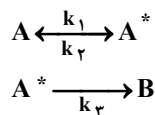
$$x_{A_1} = \frac{R}{R + 1} x_{A_f} = \frac{2}{3} \times 0.6 = 0.4, C_A = C_{A_0} (1 - x_A)$$

$$\frac{V}{F_{A_0}} = (2 + 1) \int_{0.4}^{0.6} \frac{dx_A}{k C_{A_0}^2 (1 - x_A)^2} = \frac{2}{k C_{A_0}^2} \left(\frac{1}{1 - x_A} \right)_{0.4}^{0.6} \xrightarrow{F_{A_0} = C_{A_0} \times V} k C_{A_0} \tau = \left(\frac{1}{0.4} - \frac{1}{0.6} \right) = 2.5$$

$$R = 0 \Rightarrow \tau = C_{A_0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{-r_A} = C_{A_0} \int_0^{x_A} \frac{dx_A}{k C_{A_0}^2 (1 - x_A)^2} k C_{A_0} \tau = \left(\frac{1}{1 - x_A} - 1 \right) = 2.5 \Rightarrow x_A = 0.4$$

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - واکنش ابتدایی با مکانیزم زیر انجام می‌شود. معادله سرعت واکنش بر حسب A^* کدام است؟



(۱) $r_{A^*} = k_2 + k_3$ (۲) $r_{A^*} = \frac{k_1 k_3}{k_2 + k_3} C_A$ (۳) $r_{A^*} = \frac{k_1 k_3}{k_2 + k_3}$ (۴) صفر



۲ - در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته واکنش‌های موازی $A \rightarrow T$ تولید می‌شوند. محصول مطلوب در این واکنش R می‌باشد. افزایش



غلظت اولیه A چه تأثیری در تولید محصول R نسبت به محصولات دیگر خواهد داشت؟ (تمامی واکنش‌ها ابتدایی هستند).

(۱) تولید R افزایش و تولید S و T ثابت می‌ماند. (۲) تولید R ثابت خواهد ماند.

(۳) تولید R افزایش و تولید S و T کاهش می‌یابد. (۴) تولید R کاهش می‌یابد.

۳ - یک واکنش درجه اول برگشت‌ناپذیر را می‌توان گفت حالت خاصی از واکنش درجه اول برگشت‌پذیری است که در آن: (K_e ثابت تعادل)

(۱) $K_e = \infty$ (۲) $K_e = 0$ (۳) $K_e = K_1$ (۴) $K_e = \frac{K_2}{K_1}$

۴ - واکنش $A + R \rightleftharpoons R + R$ با معادله سرعت $-r_A = k C_A C_R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. ماکزیمم سرعت واکنش کدام است؟

($C_{A_0} = 1 \text{ mol/lit}$, $C_{R_0} = 0.1 \text{ mol/lit}$, $k = 2 \text{ lit.mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)

(۱) 0.6 (۲) 0.8 (۳) 1 (۴) 1.5

۵- واکنش ابتدایی $2A \rightleftharpoons B$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. چه مدت طول می‌کشد تا درجه تبدیل واکنش ۶۰٪ تبدیل تعادلی

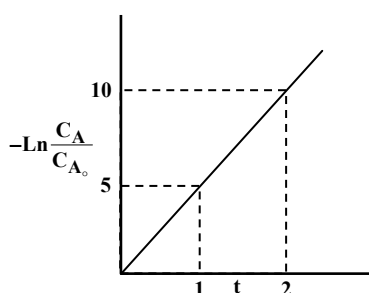
شود؟
 $(k_1 = 5 \frac{\text{lit}}{\text{min.mol}}, k_2 = 5 \text{ min}^{-1}, C_{A_0} = 1)$

- (۱) ۱ ساعت (۲) ۳۰ دقیقه (۳) ۳۰ ثانیه (۴) کمتر از ۳۰ ثانیه

۶- بهترین نوع راکتور برای بدست آوردن محصول متنوع کدام است؟

- (۱) لوله‌ای (۲) ناپیوسته (۳) مخلوط شونده (۴) بستگی به نوع واکنش‌ها دارد.

۷- منحنی تغییرات $-\ln \frac{C_A}{C_{A_0}}$ بر حسب t برای یک واکنش مطابق شکل زیر است. درجه تبدیل این واکنش بعد از چه مدتی ۵۰٪ در صد خواهد شد؟ ($\ln 2 = 0.7$)



- (۱) ۱۰
 (۲) ۵
 (۳) ۳/۵
 (۴) ۱/۵

۸- از یک جریان برگشتی در یک واکنش استفاده می‌شود. در چه صورتی جریان برگشتی بر میزان تبدیل تأثیری ندارد؟

(۱) واکنش از درجه اول و در راکتور مخلوط شونده انجام شود.

(۲) واکنش از درجه صفر و در راکتور لوله‌ای انجام شود.

(۳) واکنش از درجه صفر و در راکتور مخلوط شونده انجام شود.

(۴) جریان برگشتی در هیچکدام از موارد فوق تأثیری بر میزان تبدیل ندارد.

۹- واکنش سری $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ را در نظر بگیرید که در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌شود. زمانی که غلظت محصول میانی

ماکزیمم می‌شود غلظت A کدام است؟ ($k_1 = k_2 = 2 \text{ min}^{-1}, C_{A_0} = 1 \text{ mol/lit}$)

- (۱) ۰/۵ (۲) ۰/۴ (۳) ۰/۳ (۴) ۰/۱۵

۱۰- واکنش $A \rightarrow R$ در یک راکتور مخلوط شونده صورت می‌گیرد. در صورتی که $\phi(\frac{R}{A}) = 5$ باشد کدام عبارت صحیح است؟

($C_{A_0} = 2 \text{ mol/lit}$)

- (۱) $C_R = 2C_A$ (۲) $C_R = 2 + C_A$ (۳) $C_R = 0.2C_A$ (۴) $C_R = 10 - 5C_A$

۱۱- خوراک خالص A وارد یک راکتور ناپیوسته‌ای شده که در آن واکنش درجه صفر انجام می‌گیرد. زمان نیمه عمر این واکنش ۵ دقیقه است.

بعد از چند دقیقه درجه تبدیل به ۸۰٪ خواهد رسید؟ ($C_{A_0} = 2 \text{ mol/lit}$)

- (۱) ۴ min (۲) ۸ min (۳) ۲ min (۴) ۱ min

۱۲- واکنش ابتدایی $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} 2R$ در فاز مایع و در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌گیرد. برای رسیدن به میزان تبدیل ۵۰٪ درصد زمان پر

شدن در این راکتور چقدر باید باشد؟
 $(C_{A_0} = 1 \text{ mol/lit}, k_1 = 2 \text{ min}^{-1}, k_2 = 1 \frac{\text{lit}}{\text{min.mol}})$

- (۱) ۲ (۲) ۱/۵ (۳) ۱ (۴) ۰/۵

۱۳- واکنش $A + 2B \xrightarrow{k} 5R$ مفروض است. فشار کل سیستم در ابتدا ۳ اتمسفر بوده است. تعداد مول‌های ورودی A برابر با تعداد مول‌های B است. در زمانی که تبدیل A، ۵۰٪ می‌شود فشار کل سیستم چقدر است؟

- (۱) ۳ (۲) ۶/۵ (۳) ۴/۵ (۴) ۶

۱۴- واکنش گازی $A + B \xrightarrow{k} R$ در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌گیرد. نسبت مولی خوراک در ورودی $\frac{A}{B} = 2$ است. تغییر حجم در

این راکتور پس از رسیدن A به درجه تبدیل ۸۰، چند درصد است؟

- (۱) ۵۳ درصد کاهش (۲) ۸۰ درصد کاهش (۳) ۵۳ درصد افزایش (۴) ۸۰ درصد افزایش

۱۵- واکنش فاز مایع $2A \xrightarrow{k} R$ در یک راکتور لوله‌ای انجام می‌گیرد $k_1 = 2 \text{ mol/lit.min}$. با دو برابر شدن طول راکتور و ثابت بودن سایر

شرایط میزان تبدیل کدام است؟

- (۱) نصف می‌شود. (۲) تغییر نمی‌کند. (۳) ۲ برابر می‌شود. (۴) ۴ برابر می‌شود.

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۴»

طبق اصل دوم تقریب حالت پایا $r_A^* = 0$.

۲ - گزینه «۲»

به دلیل آنکه واکنش‌ها از درجات یکسانی هستند با تغییر غلظت اولیه تولید محصول مطلوب نسبت به محصولات دیگر ثابت می‌ماند.

۳ - گزینه «۱»

واکنش درجه اول برگشت‌ناپذیر حالت خاصی از واکنش درجه اول برگشت‌پذیری است که در آن $K_e = \infty$

۴ - گزینه «۱»

در واکنش اتوکاتالیزوری زمانی سرعت واکنش ماکزیمم است که $C_A = C_R$

$$C_A + C_R = C_{A_0} + C_{R_0} = C_0 \rightarrow 2C_A = C_{A_0} + C_{R_0} = 1 + 0/1 \rightarrow C_A = C_R = \frac{1/1}{2} = 0/55$$

$$-r_A = 2 \times (0/55)^2 = 0/605 \text{ mol/lit.min}$$

۵- گزینه «۴»

۶

$$k_e = \frac{k_1}{k_r} = \frac{C_{B_e}}{(C_{A_e})^2} = 1 \quad (*)$$

$$\frac{C_{A_0} - C_{A_e}}{2} = \frac{C_{B_e} - C_{B_0}}{1} \rightarrow \frac{1 - C_{A_e}}{2} = C_{B_e} \rightarrow C_{B_e} = \frac{1 - C_{A_e}}{2} \xrightarrow{*} C_{A_e}^2 = \frac{1 - C_{A_e}}{2}$$

$$\rightarrow C_{A_e} = 1 \rightarrow x_e = 100\%$$

$$x_{A_0} = 0.6 x_e \rightarrow x_{A_0} = 0.6 \rightarrow C_{A_0} = 0.6$$

$$r_A = \frac{dC_A}{dt} = -k_1 C_A^2, \quad k_1 dt = \int \frac{-dC_A}{C_A^2} \rightarrow \frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}} = k_1 \tau \Rightarrow \frac{x_A}{1 - x_A} = C_{A_0} k t \Rightarrow \frac{0.6}{1 - 0.6} = \Delta t$$

$$\Rightarrow t = 0.75 \text{ min} = 45 \text{ s}$$

۶- گزینه «۲»

برای تهیه تعداد زیادی محصول متنوع و تهیه مقدار کم محصول از راکتور ناپیوسته استفاده می‌شود.

۷- گزینه «۳»

با توجه به نمودار واکنش درجه اول است، شیب این نمودار k است.

$$\ln \frac{C_A}{C_{A_0}} = -kt = \ln(1 - x_A) \Rightarrow k = \frac{2 - 1}{10 - 5} = 0.2$$

$$-0.2 \times t = \ln(1 - 0.5) = \ln 0.5 = -0.7 \rightarrow t = \frac{0.7}{0.2} = 3.5 \text{ min}$$

۸- گزینه «۴»

در صورتی که واکنش از درجه صفر باشد و همچنین هر واکنشی که در راکتور مخلوط شونده انجام شود جریان برگشتی تأثیری در میزان تولید واکنش ندارد.

۹ - گزینه «۱»

در این واکنش برای رسیدن به ماکزیمم محصول میانی باید:

$$\tau = \frac{1}{\sqrt{k_1 k_2}} = \frac{1}{2}$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} - C_A}{-r_A}, -r_A = k_1 C_A$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} - C_A}{k C_A} = \frac{1 - C_A}{2 C_A} = \frac{1}{2} \rightarrow C_A = 0.5$$

۱۰ - گزینه «۴»

$$\phi\left(\frac{R}{A}\right) = \frac{dC_R}{-dC_A} = 5 \rightarrow C_R = -5(C_A - 2) = 10 - 5C_A$$

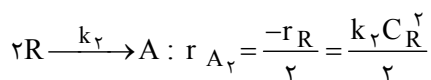
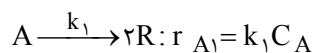
۱۱ - گزینه «۲»

$$r_A = -\frac{dC_A}{dt} = -k \rightarrow C_A - C_{A_0} = -kt$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 5: C_A = \frac{1}{2} C_{A_0} \rightarrow k = 0.2 \text{ mol/lit.min}$$

$$-C_{A_0} x = -kt \rightarrow t = \frac{2 \times 0.5}{0.2} = 5 \text{ min}$$

۱۲ - گزینه «۳»



$$-r_A = r_{A1} + r_{A2} = k_1 C_A - \frac{k_2 C_R^2}{2} = 2C_A - 0.5C_R^2$$

$$C_A - C_{A_0} = \frac{C_{R_0} - C_R}{2} \rightarrow C_R = 2(1 - C_A)$$

$$C_A = 1 \times (1 - 0.5) = 0.5; C_R = 1$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} - C_A}{-r_A} = \frac{1 - 0.5}{2 \times 0.5 - 0.5 \times 1} = 1$$

۱۳- گزینه «۳»

$$n_A = n_B \rightarrow P_{A_0} = P_{B_0} = \frac{2}{3} = 1/\Delta \text{ atm}$$

$$C_A = 0/\Delta C_{A_0} \rightarrow P_A = 0/\Delta P_{A_0} = 0/3\Delta \text{ atm}$$

$$P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n} (\pi - \pi_0) \rightarrow 0/3\Delta = 1/\Delta - \frac{1}{+2} (\pi - 2) \rightarrow \pi = 4/\Delta \text{ atm}$$

۱۴- گزینه «۱»

$$V = V_0 (1 + \varepsilon_A x_A), \varepsilon = \frac{1-2}{1} \times \frac{2}{3} = -\frac{2}{3}$$

$$\frac{V - V_0}{V_0} \times 100 = -\frac{2}{3} \times 0/8 = -\Delta 3$$

۱۵- گزینه «۳»

با توجه به واحد k واکنش از درجه صفر است. در واکنش درجه صفر در راکتور لوله‌ای با ε_A ثابت داریم: $kt = k \frac{V}{V_0} = C_{A_0} x_A$ با دو برابر شدن

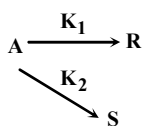
طول لوله، حجم راکتور دو برابر شده و میزان تبدیل هم دو برابر می‌شود.

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؟

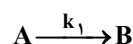
($C_{A_0} = 20 \text{ mol/lit}$ و $k_1 = k_2 = 1 \text{ min}^{-1}$)

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

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؟ ($k_1 = 1 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 2 \text{ mol/lit.min}$)

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

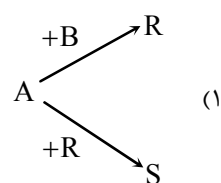
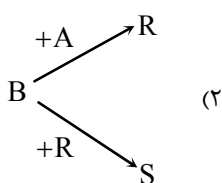


۸- ماده A تحت سه واکنش موازی $A \xrightarrow{k_2} C$ تبدیل می‌شود. واکنش اول از درجه ۲ و دو واکنش دیگر از درجه ۱ می‌باشند. انرژی فعالیت $A \xrightarrow{k_2} D$

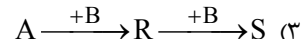
واکنش‌ها به صورت $E_p < E_1 < E_2$ است. برای تولید ماکزیمم محصول C کدام گزینه بهتر است؟

- (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.

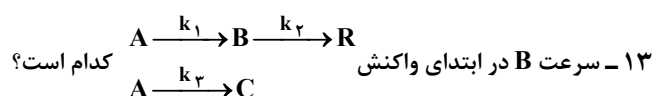
۱۲- دو راکتور لوله‌ای پیوسته به طور موازی به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر ۲۵ درصد از خوراک، وارد راکتور با حجم ۶ لیتر شود، حجم راکتور دوم چقدر است؟

۱۸ (۴)

۹ (۳)

۰/۵ (۲)

۲ (۱)

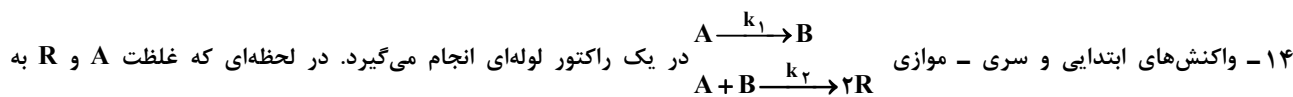


$r_B = (k_1 + k_3) C_A$ (۴)

$r_B = k_1 C_A$ (۳)

$r_B = k_3 C_A$ (۲)

$r_B = k_1 C_A - k_2 C_B$ (۱)



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

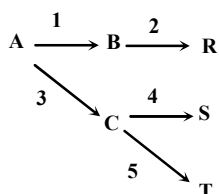
$C_S = \frac{1}{2} C_B$ (۴)

$C_S = C_B$ (۳)

$C_S + C_B = 0.5$ (۲)

$C_S + C_B = 1$ (۱)

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



$E_\Delta < E_\Gamma$ و $E_\Delta < E_\Gamma$ (۱)

$E_\Gamma < E_\Delta$ و $E_\Gamma < E_\Delta$ (۲)

$E_\Gamma < E_\Delta$ و $E_\Delta < E_\Gamma$ (۳)

$E_\Delta < E_\Gamma$ و $E_\Gamma < E_\Delta$ (۴)

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.

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - واکنش ابتدایی $C \rightarrow A + B$ در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌گیرد. برای رسیدن به درصد تبدیل 50° برای جزء B ، حجم سیستم چند درصد تغییر خواهد کرد؟ (خوراک شامل A و B با نسبت‌های استوکیومتری وارد راکتور می‌شوند. $\frac{C_{A_0}}{C_{B_0}} = 2$)

۶۶ (۱)	۵۰ (۲)	۳۳ (۳)	۲۵ (۴)
--------	--------	--------	--------

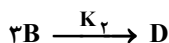
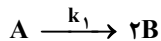
۲ - یک واکنش با سینتیک $-r_A = kC_A^{5/2}$ در یک راکتور ناپیوسته و در فاز مایع انجام می‌گیرد. بعد از ۴ دقیقه ۷۵ درصد از A تجزیه می‌شود. بعد از 10° دقیقه غلظت A چقدر خواهد بود؟

$C_A = 5$ (۱)	$C_A = 10$ (۲)	$C_A = 0$ (۳)	$C_A = 2$ (۴)
---------------	----------------	---------------	---------------

۳- زمان اقامت متوسط در یک راکتور لوله‌ای پیوسته در فشار ثابت برای واکنش گازی $A \rightarrow R + S$ برابر با کدام گزینه می‌باشد؟

$$\bar{t} = \int_0^x \frac{C_{A_0} dx}{(-r_A)(1+\epsilon x)} \quad (1) \quad \bar{t} = \frac{C_{A_0} dx}{(-r_A)(1+\epsilon x)} \quad (2) \quad \bar{t} = \int_0^x \frac{(1+\epsilon x) dx}{(-r_A)} \quad (3) \quad \bar{t} = \frac{C_{A_0} dx}{(1+\epsilon x)} \quad (4)$$

۴- سرعت واکنش ابتدایی زیر بر اساس جزء B کدام است؟



$$r_B = 2k_1 C_A - k_2 C_B^2 \quad (4) \quad r_B = 0.5 k_1 C_A - k_2 C_B^2 \quad (3) \quad r_B = k_1 C_A - k_2 C_B^2 \quad (2) \quad r_B = 2k_1 C_A + k_2 C_B^2 \quad (1)$$

۵- واکنش انتقالی با معادله سرعت $-r_A = k_1 C_A^2 + k_2$ فرض شده است. تغییر درجه واکنش در چه غلظتی اتفاق می‌افتد؟ ($k_2 = 4, k_1 = 1$)

$$0.5 \quad (4) \quad \sqrt{2} \quad (3) \quad 2 \quad (2) \quad 1 \quad (1)$$

۶- زمان رسیدن به انتهای واکنش $A \xrightarrow{k} 2B$ و $k = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit.min}}$ در راکتور ناپیوسته چند دقیقه است؟ (واکنش در فاز گاز صورت می‌گیرد)

$$(C_{A_0} = 2, \text{Ln} 2 = 0.7)$$

$$0.7 \quad (1) \quad 0.5 \quad (2) \quad 1/4 \quad (3) \quad 1 \quad (4)$$

۷- واکنش $A + B \xrightarrow{k} 2C + D$ با معادله سرعت $-r_A = k C_A C_B$ در یک راکتور مخلوط شونده انجام می‌شود. به ازاء چه غلظتی از A سرعت واکنش ماکزیمم می‌شود؟

$$C_A = (C_{A_0} - C_{B_0}) \quad (4) \quad C_A = \frac{1}{2} (C_{B_0} - C_{A_0}) \quad (3) \quad C_A = (C_{B_0} - C_{A_0}) \quad (2) \quad C_A = \frac{1}{2} (C_{A_0} - C_{B_0}) \quad (1)$$

۸- خوراک با شدت 15 lit/min حاوی A و با غلظت اولیه 6 mol/lit و $C_A = 6 \text{ mol/lit}$ وارد یک راکتور مخلوط شونده به حجم 1 لیتر می‌شود. واکنش برگشت پذیر $A \leftrightarrow B$ با معادله سرعت $-r_A = 0.1 C_A - 0.05 C_B \text{ mol/lit.min}$ در داخل راکتور انجام می‌گیرد. غلظت تعادلی و غلظت A در داخل راکتور کدام است؟

$$C_{A_e} = 20, C_A = 45 \quad (4) \quad C_{A_e} = 20, C_A = 140 \quad (3) \quad C_{A_e} = 15, C_A = 140 \quad (2) \quad C_{A_e} = 15, C_A = 45 \quad (1)$$

۹- واکنش $A \rightarrow 2R$ در فاز ابع با سرعت $-r_A = 2 C_A$ صورت می‌گیرد. خوراک خالص A با شدت $1 \frac{\text{mol}}{\text{sec}}$ و با غلظت اولیه $2 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$ وارد

یک راکتور مخلوط شونده با حجم 5 m^3 می‌شود. اگر این واکنش در راکتور لوله‌ای انجام گیرد، چه حجمی لازم است تا میزان تبدیل تغییر نکند؟

$$(\text{Ln} 2 = 1/1)$$

$$5 \quad (1) \quad 5/5 \quad (2) \quad 10 \quad (3) \quad 11 \quad (4)$$

۱۰- واکنش درجه صفر $A \rightarrow B$ مفروض است. با در نظر گرفتن شرایط یکسان، در کدام راکتور میزان تبدیل بیشتر است؟

$$(1) \text{ راکتور مخلوط شونده} \quad (2) \text{ راکتور ناپیوسته} \quad (3) \text{ راکتور لوله‌ای} \quad (4) \text{ تفاوتی ندارد}$$

۱۱- کدام گزینه صحیح نمی‌باشد؟

(۱) در واکنش‌های ابتدایی رابطه مستقیمی بین معادله‌ی شیمیایی و سرعت واکنش وجود دارد.

(۲) زمانی که یک معادله شیمیایی و یک معادله سرعت برای نشان دادن پیشرفت واکنش کافی باشد، واکنش منفرد است.

(۳) در معادله سرعت، ثابت سرعت (k) تنها وابسته به دماست.

(۴) واکنش منفرد واکنشی است که مکانیزم و رابطه سرعت آن با استوکیومتری آن مطابقت داشته باشد.

۱۲- واکنش گازی با سینتیک درجه اول در یک راکتور لوله‌ای انجام می‌گیرد. میزان تبدیل بدست آمده 50% درصد می‌باشد. اگر طول این لوله دو

$$(\text{Ln} 2 = 0.7) \text{ برابر شود میزان تبدیل کدام است؟}$$

$$0.25 \quad (1) \quad 0.5 \quad (2) \quad 0.75 \quad (3) \quad 1 \quad (4)$$

۱۳- داده‌های زیر نتایج آزمایشگاهی مربوط به یک واکنش ابتدایی در یک راکتور مخلوط شونده است. خوراک گازی حاوی جزء A خالص می‌باشد. ضریب انبساط حجمی (ε_A) برای این واکنش کدام است؟

C_A	۱	۱	۸	۲ (۲)	۳ (۱)
C_B	۴	۱	۱	۰/۵ (۴)	۱ (۳)
$-r_A$	۲	۱	۲		

۱۴- واکنش ابتدایی و برگشت پذیر $A \leftrightarrow R$ با غلظت‌های اولیه $C_{A_0} = 4$ و $C_{R_0} = 1$ و ثابت تعادل $K_C = 3$ را در نظر بگیرید. اگر بعد از ۱۵ دقیقه غلظت جزء A، $2/5$ شود. در این لحظه غلظت R چقدر است؟

۳/۵ (۴)	۳ (۳)	۲/۵ (۲)	۲ (۱)
---------	-------	---------	-------

۱۵- واکنش فاز مایع با استوکیومتری $A + 2B \rightarrow C$ داریم خوراک ورودی با دبی ۳ لیتر بر دقیقه و با غلظت‌های $C_{A_0} = 100$ ، $C_{B_0} = 300$ اگر غلظت B خروجی از راکتور با حجم ۵ لیتر، 200 مول بر لیتر باشد، غلظت خروجی A و سرعت مصرف A به ترتیب چند مول بر لیتر بر دقیقه است؟

۳۰ و ۵۰ (۴)	۵۰ و ۴۵ (۳)	۶۰ و ۵۰ (۲)	۵۰ و ۳۰ (۱)
-------------	-------------	-------------	-------------

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۳»

چون خوراک با نسبت‌های استوکیومتری وارد شده درصد تبدیل‌های A و B برابر است.

$$\varepsilon_B = \frac{\Delta n}{b} \quad y_B = \frac{1-3}{1} \times \frac{1}{3} = -\frac{2}{3}$$

$$V = V_o(1 + \varepsilon_B x_B) = V_o(1 - \frac{2}{3} \times 0.5) = \frac{2}{3} V_o$$

$$\frac{V - V_o}{V_o} \times 100 = \frac{\frac{2}{3} V_o - V_o}{V_o} \times 100 = -33\%$$

۲ - گزینه «۳»

این واکنش پس از ۸ دقیقه به پایان می‌رسد، بنابراین پس از ۱۰ دقیقه واکنش به پایان رسیده است.

$$r = \frac{dC_A}{dt} = -kC_A^{\circ/\Delta} \rightarrow -kt = \int_{C_{A_0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^{\circ/\Delta}}$$

$$(C_A = C_{A_0} - \circ/\gamma\Delta C_{A_0}) = \circ/\gamma\Delta C_{A_0}$$

$$-kt = \gamma(\sqrt{C_A} - \sqrt{C_{A_0}}) \Rightarrow -\gamma k = \gamma(\sqrt{\circ/\gamma\Delta C_{A_0}} - \sqrt{C_{A_0}}) \Rightarrow -\gamma k = \sqrt{C_{A_0}}(\circ/\Delta - 1) \Rightarrow \frac{\sqrt{C_{A_0}}}{k} = \gamma$$

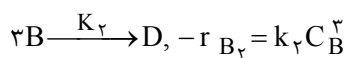
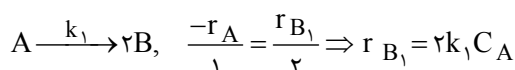
$$C_A = \circ, kt = -\gamma\sqrt{C_{A_0}} \Rightarrow t = 8$$

۳ - گزینه «۲»

می‌دانیم که زمان اقامت از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\bar{t} = \frac{\tau}{1 + \varepsilon_A x_a}, \tau = \frac{C_{A_0} dx_A}{(-r_A)} \Rightarrow \bar{t} = \frac{C_{A_0} dx}{(-r_A)(1 + \varepsilon x)}$$

۴ - گزینه «۴»



$$r_B = 2k_1 C_A - k_2 C_B^2$$

۵ - گزینه «۲»

$$k_1 C_A^2 \gg k_2 \Rightarrow -r_A = k_1 C_A^2$$

$$k_2 \gg k_1 C_A^2 \Rightarrow -r_A = k_2$$

$$k_1 C_A^2 = k_2 \Rightarrow C_A = \sqrt{\frac{k_2}{k_1}} = \sqrt{\frac{4}{1}} = 2$$

در ابتدای واکنش:

در انتهای واکنش:

تغییر درجه واکنش:

۶ - گزینه «۳»

با توجه به واحد k واکنش از درجه صفر است. در انتهای واکنش میزان تبدیل ۱۰۰٪ است. برای واکنش درجه صفر در راکتور ناپیوسته:

$$\frac{C_{A_0}}{\varepsilon_A} \ln(1 + \varepsilon_A x_A) = kt$$

$$x_A = 1, \varepsilon_A = \frac{2-1}{1} \times 1 = 1$$

$$t = \frac{2}{1} \ln(1 + 1 \times 1) = 2 \times \ln 2 = 1/4$$

۷ - گزینه «۱»

$$\frac{C_A - C_{A_0}}{1} = \frac{C_B - C_{B_0}}{1} \Rightarrow C_B = C_A - C_{A_0} + C_{B_0}$$

$$-r_A = k C_A C_B \Rightarrow -r_A = k C_A (C_A - C_{A_0} + C_{B_0}) = k C_A^2 - k C_A (C_{A_0} - C_{B_0})$$

$$\frac{-dr_A}{dC_A} = 0 \rightarrow 2k C_A + k(C_{B_0} - C_{A_0}) = 0 \rightarrow C_A = \frac{1}{2}(C_{A_0} - C_{B_0})$$

۸ - گزینه «۴»

$$\frac{C_{A_e} - C_{A_0}}{1} = \frac{C_{B_e} - C_{B_0}}{1} \Rightarrow C_{B_e} = 60 - C_{A_e}$$

$$k_c = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{B_e}}{C_{A_e}} \Rightarrow \frac{0/1}{0/0.5} = 2 = \frac{60 - C_{A_e}}{C_{A_e}} \Rightarrow C_{A_e} = 20 \text{ mol/lit}$$

$$-r_A = 0/1 C_A - 0/0.5 \Delta(60 - C_A) = 0/1 \Delta C_A - 3$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} V}{F_{A_0}} = \frac{C_{A_0} - C_A}{-r_A} \text{ , } \frac{60 \times 10}{150} = \frac{60 - C_A}{0/1 \Delta C_A - 3} = 4 \Rightarrow C_A = 45$$

۹ - گزینه «۲»

$$\tau = \frac{C_{A_0} V}{F_{A_0}} = \frac{r \times \Delta}{10} = 1$$

$$\tau = \frac{x_A C_{A_0}}{-r_A} \Rightarrow 1 = \frac{r x_A}{r \times r (1 - x_A)} \Rightarrow x_A = \frac{r}{r}$$

$$k\tau = -\ln(1 - x_A) \Rightarrow r\tau = -\ln\left(1 - \frac{r}{r}\right) \Rightarrow \tau = \frac{1}{r} \ln r$$

برای واکنش درجه اول در راکتور لوله‌ای:

$$\tau = \frac{C_{A_0} V}{F_{A_0}} \Rightarrow \frac{1}{r} \ln r = \frac{1 \times V}{10} \Rightarrow V = \Delta / \Delta m^r$$

۱۰ - گزینه «۴»

نکته: برای واکنش‌های درجه صفر، میزان تبدیل مستقل از نوع راکتور است.

۱۱ - گزینه «۴»

در واکنش‌های ابتدایی رابطه مستقیمی بین معادله شیمیایی و سرعت واکنش وجود دارد و مکانیزم و رابطه سرعت آن با استوکیومتری آن مطابقت داشته باشد.

واکنش منفرد واکنشی است که برای نشان دادن پیشرفت واکنش یک معادله شیمیایی و یک معادله سرعت کافی باشد. ثابت سرعت (k) تنها وابسته به دماست.

۱۲ - گزینه «۳»

با دو برابر شدن طول راکتور حجم آن نیز دو برابر می‌شود.

$$\tau = \frac{V}{v_0}, \quad k\tau = \ln(1 - x_A)$$

$$\frac{\tau_r}{\tau} = \frac{\ln(1 - x_{Ar})}{\ln(1 - x_A)} \Rightarrow r = \frac{\ln(1 - x_{Ar})}{\ln 0.5} \Rightarrow \ln(1 - x_{Ar}) = -1/4 = -2\ln 2 = -\ln 4 = \ln 0.25 \Rightarrow x_{Ar} = 0.75$$

۱۳ - گزینه «۴»

ابتدا باید معادله سرعت واکنش را بر اساس داده‌ها بدست آورد. و سپس با استفاده از معادله سرعت واکنش و با توجه به اینکه واکنش ابتدایی است به استوکیومتری واکنش دست یافت.

$$\frac{-r_{A_1}}{-r_{A_2}} = \left(\frac{C_{B_1}}{C_{B_2}}\right)^n \rightarrow r = (r)^n \Rightarrow n = \frac{1}{2}$$

$$\frac{-r_{A_3}}{-r_{A_2}} = \left(\frac{C_{A_3}}{C_{A_2}}\right)^m \rightarrow r = (r)^m \Rightarrow m = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow -r_A = k C_A^{\frac{1}{2}} C_B^{\frac{1}{3}} : \frac{1}{2} A \rightarrow \frac{1}{3} B$$

$$\varepsilon_A = \frac{\Delta y}{a} \times y_A = \frac{\frac{1}{2} - \frac{1}{3}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{3}$$

۱۴ - گزینه «۲»

$$C_A - C_{A_0} = C_{R_0} - C_{R_0} : C_{R_0} = C_{A_0} + C_{R_0} - C_{A_0} = 4 + 1 - 2.5 = 2.5$$

۱۵ - گزینه «۴»

$$C_A - C_{A_0} = \frac{C_B - C_{B_0}}{2} : C_{A_0} = 0.5(200 - 300) + 100 = 50$$

$$\tau = \frac{V}{v_0} = \frac{C_{A_0} - C_A}{-r_A} \Rightarrow \frac{50}{3} = \frac{100 - 50}{-r_A} \Rightarrow -r_A = 30 \text{ mol/lit.min}$$

سیتتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱. در واکنش $A \xrightleftharpoons[S]{R}$ رابطه $\phi\left(\frac{R}{A}\right) = 0.1 + 0.01C_A$ برقرار است. اگر غلظت خوراک ورودی به یک راکتور مخلوط شونده پیوسته $C_{Ao} = 10 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد، حداکثر محصول R قابل تولید در این راکتور چند مول بر لیتر است؟

(۱) 2 (۲) 1.5 (۳) 1 (۴) 0.5

۲. واکنش $A + B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} R$ به معادله سرعت $-r_A = k_1 C_A C_B - k_2 C_R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌شود. $C_{Ao} = C_{Bo} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و غلظت A در حالت تعادل $0.5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ است. اگر $C_A = 0.6 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد، سرعت واکنش $-r_A = 0.16 \frac{\text{mol}}{\text{lit.min}}$ است. ثابت‌های سرعت k_1 و k_2 کدام است؟

(۱) $k_1 = 3 \frac{\text{lit}}{\text{mol.min}}$, $k_2 = 1.5 \text{ min}^{-1}$ (۲) $k_1 = 1 \text{ min}^{-1}$, $k_2 = 0.5 \text{ min}^{-1}$

(۳) $k_1 = 2 \frac{\text{lit}}{\text{mol.min}}$, $k_2 = 1 \text{ min}^{-1}$ (۴) $k_1 = 0.5 \frac{\text{lit}}{\text{mol.min}}$, $k_2 = 0.25 \text{ min}^{-1}$

۳. ماده R در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته طبق واکنش $A \rightarrow R$ تولید می‌شود. هم‌زمان با این واکنش دو واکنش دیگر $A \rightarrow T$, $A \rightarrow S$ نیز صورت می‌گیرد، که مواد ناخواسته S و T تولید می‌شوند. در صورتی که غلظت ماده اولیه A این واکنش‌ها را افزایش دهیم، چه تاثیری بر روی راندمان محصول R خواهد گذاشت. اگر هر سه واکنش ابتدایی باشند؟

- (۱) درصد تولید R افزایش و درصد تولید S و T ثابت خواهد ماند.
 (۲) درصد تولید R کاهش و درصد تولید S و T ثابت خواهد ماند.
 (۳) تاثیری بر درصد تولید R نخواهد گذاشت.
 (۴) درصد تولید R کاهش و درصد تولید S و T افزایش می‌یابد.

۴. واکنش گازی درجه صفر $A \rightarrow 4R + B$ با خوراک A خالص و فشار اولیه 3 اتمسفر انجام می‌شود. ثابت سرعت واکنش $k = 0.1 \frac{\text{atm}}{\text{min}}$ است. اگر حجم ثابت باشد فشار سیستم بعد از 10 دقیقه چند اتمسفر خواهد شد؟

(۱) 12.5 (۲) 3.5 (۳) 4.5 (۴) 7

۵. واکنش فاز مایع درجه دوم $2A \rightarrow B$ در یک راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. اگر در مدت 10 دقیقه نصف مول‌های A ترکیب شونده مصرف شود، بعد از چند دقیقه تحت شرایط یکسان 90 درصد از مول‌های A مصرف خواهد شد؟

- (۱) 25 (۲) 50 (۳) 90 (۴) 25

۶. واکنش درجه اول برگشت‌ناپذیر، حالت خاصی از یک واکنش درجه اول برگشت‌پذیر می‌باشد، در این حالت ضریب تعادلی K_C کدام است؟

- (۱) $k_C = 0$ (۲) $k_C = k_1$ (۳) $k_C = k_2$ (۴) $k_C = \infty$

۷. اگر سرعت واکنشی به صورت $-r_A = \frac{0.5C_A}{1+C_A}$ باشد، کدام گزینه در مورد آن، صادق است؟

- (۱) درجه واکنش در محدوده‌ای از غلظت، صفر است.
(۲) ثابت سرعت در محدوده‌ای از غلظت، برابر با 0.5 است.
(۳) ثابت سرعت در محدوده‌ای پایین غلظت A، برابر با 0.5 است.
(۴) همه موارد صحیح است.

۸. یک واکنش اتوکاتالیزوری $A + R \rightarrow R + R$ با معادله سرعت $-r_A = kC_A C_R$ در یک راکتور ناپیوسته انجام

می‌شود. اگر $C_{A0} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و $C_{R0} = 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد، حداکثر سرعت $\left(\frac{\text{mol}}{\text{lit} \cdot \text{دقیقه}} \right)$ ، در چه غلظتی از A حاصل می‌شود؟

- (۱) 0.5 (۲) 1.25 (۳) 1.5 (۴) 2.1

۹. جسم A در فاز مایع با معادله سرعت درجه دو در یک راکتور ناپیوسته تجزیه می‌شود. اگر بعد از گذشت 10 دقیقه، نصف A از بین برود، زمان لازم برای تجزیه شدن کامل A، برابر کدام است؟

- (۱) دو برابر زمان لازم برای نصف شدن مقدار A (۲) چهار برابر زمان لازم برای نصف شدن مقدار A
(۳) هشت برابر زمان لازم برای نصف شدن مقدار A (۴) در زمان محدود واکنش کامل نمی‌شود.

۱۰. واکنشی در فاز مایع با تبدیل 80 درصد نخست در یک راکتور لوله‌ای پیوسته (مورد اول) و سپس در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته (مورد دوم) انجام می‌شود. نسبت حجم مورد اول به مورد دوم، برابر کدام است؟

- (۱) 0.1 (۲) 0.2 (۳) 0.3 (۴) 0.4

۱۱. در یک واکنش فاز گاز $2A \rightarrow R$ در یک راکتور ناپیوسته در فشار ثابت با حجم اولیه 2 لیتر صورت می‌گیرد. پس از 5 دقیقه، غلظت A از 10 به 4 مولار تغییر می‌کند. حجم راکتور در این لحظه چند لیتر است؟

- (۱) 1.25 (۲) 1.33 (۳) 1.67 (۴) 2.0

۱۲. واکنش $A \rightarrow R$ در یک راکتور ناپیوسته با $C_{A0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ و سرعت $-r_A = 4C_A^{0.5}$ انجام می‌گیرد. میزان تبدیل A بعد از یک ساعت از شروع واکنش، کدام است؟

- (۱) 0.75 (۲) 0.80 (۳) 0.90 (۴) 1.00

۱۳. در واکنش سری درجه اول $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ ، $k_2 = 1$ و $k_1 = 0.07$ باشد. مقدار C_s را پس از 1

دقیقه طوری بیابید که $C_{Ao} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد؟

- (۱) $1 - e^{-1}$ (۲) $2 - e^{-1}$ (۳) $1 - e$ (۴) $2 - e$

۱۴. در واکنش‌های درجه اول $A \begin{cases} \xrightarrow{k_1} R \\ \xrightarrow{k_2} S \end{cases}$ ، اگر $k_1 = 3k_2 = 1$ باشد، مقدار $t_{\frac{1}{2}}$ در حالی که $C_{Ao} = 2 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$ باشد،

کدام است؟

- (۱) 0.4 (۲) 0.517 (۳) 0.69 (۴) 0.8

۱۵. در یک راکتور مخلوط شونده پیوسته، یک واکنش درجه اول صورت می‌گیرد و درصد تبدیلی برابر 20 دارد. اگر دبی حجمی ورودی به راکتور نصف شود، درصد تبدیل کدام خواهد بود؟

- (۱) 33 (۲) 40 (۳) 50 (۴) 67

پاسخ تشریحی

۱. گزینه ۳ درست است.

$$C_R - C_{R_0} = \phi \left(\frac{R}{A} \right) (C_{A_0} - C_A)$$

$$C_R = (0.1 + 0.01C_A)(10 - C_A) \quad (1)$$

$$\frac{\partial C_R}{\partial C_A} = 0 \rightarrow 0.01(10 - C_A) - (0.1 + 0.01C_A) = 0 \rightarrow C_A = 0$$

حال در رابطه (1) جایگذاری می‌کنیم:

$$C_{R_{\max}} = (0.1 + 0)(10 - 0) = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

۲. گزینه ۲ درست است.

نکته: چون مواد A و B به نسبت استوکیومتری وارد شده‌اند پس در تمام طول واکنش به نسبت استوکیومتری می‌باشند.
($C_A = C_B$)

$$-r_A = k_1 C_A C_B - k_2 C_R \xrightarrow[C_{R_0}=0]{C_A=C_B} -r_A = k_1 C_A^2 - k_2 (C_{A_0} - C_A)$$

$$\text{در حالت تعادل: } 0 = k_1 (0.5)^2 - k_2 (1 - 0.5) \rightarrow k_2 = 0.5k_1$$

$$C_A = 0.6, \quad (-r_A) = 0.16 : 0.16 = k_1 (0.6)^2 - k_2 (1 - 0.6)$$

$$\Rightarrow 0.16 = 0.36k_1 - 0.4k_2$$

از حل دو معادله و دو مجهول فوق خواهیم داشت:

$$k_1 = 1 \frac{\text{lit}}{\text{mol} \cdot \text{min}}, \quad k_2 = 0.5 \text{ min}^{-1}$$

۳. گزینه ۳ درست است.

$$\phi \left(\frac{R}{A} \right) = \frac{k_1 C_A}{k_1 C_A + k_2 C_A + k_3 C_A} = \frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3}$$

به همین ترتیب

$$\varphi\left(\frac{S}{A}\right) = \frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3}$$

$$\varphi\left(\frac{T}{A}\right) = \frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3} \quad \text{خواهد بود. در یک راکتور مخلوط شوند:}$$

$$C_R - C_{R_0} = \varphi\left(\frac{R}{A}\right)(C_{A_0} - C_A)$$

$$C_R - C_{R_0} = \frac{k_1}{k_1 + k_2 + k_3}(C_{A_0} - C_A)$$

به همین ترتیب

$$C_S - C_{S_0} = \frac{k_2}{k_1 + k_2 + k_3}(C_{A_0} - C_A)$$

$$C_T - C_{T_0} = \frac{k_3}{k_1 + k_2 + k_3}(C_{A_0} - C_A)$$

واضح است که با افزایش C_{A_0} مقدار محصولات R, S و T زیاد می شود ولی درصد آن ها در محصول نهایی ثابت باقی می ماند.

۴. گزینه ۴ درست است.

$$P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n}(\pi - \pi_0)$$

چون خوراک A خالص است پس:

$$P_{A_0} = \pi_0 = 3 \text{ atm}$$

$$P_A = 3 - \frac{1}{5-1}(\pi - 3) \quad (1)$$

مسئله π را خواسته است. ابتدا باید P_A را محاسبه کنیم:

$$-\frac{dP_A}{dt} = k \rightarrow P_A = P_{A_0} - kt$$

$$P_A = 3 - 10(0.1) = 2 \text{ atm}$$

با جایگذاری در رابطه (1):

$$2 = 3 - \frac{1}{4}(\pi - 3) \Rightarrow \pi = 7 \text{ atm}$$

۵. گزینه ۳ درست است.

برای واکنش درجه دوم فاز مایع در راکتور ناپیوسته داریم:

$$\frac{x_A}{1-x_A} = ktC_{A_0}$$

حالت اول و دوم رابطه فوق را نوشته و بر هم تقسیم می کنیم:

$$\frac{\left(\frac{x_{A_2}}{1-x_{A_2}}\right)}{\left(\frac{x_{A_1}}{1-x_{A_1}}\right)} = \frac{t_2}{t_1} \rightarrow \frac{\left(\frac{0.9}{1-0.9}\right)}{\left(\frac{0.5}{1-0.5}\right)} = \frac{t_2}{10}$$

$$\frac{9}{1} = \frac{t_2}{10} \rightarrow t_2 = 90 \text{ min}$$

۶. گزینه ۴ درست است.

در یک واکنش درجه اول برگشت‌ناپذیر ثابت تادلی k_c برابر بی‌نهایت می‌باشد.

۷. گزینه ۴ درست است.

درجه واکنش صفر است. $\Rightarrow -r_A = \frac{0.5C_A}{C_A} = 0.5 \rightarrow C_A \gg 1$: اول واکنش

درجه واکنش برابر یک است. $-r_A = 0.5C_A$: آخر واکنش

با توجه به موارد فوق، گزینه ۴ درست است.

۸. گزینه ۲ درست است.

در یک واکنش اتوکاتالیزوری، سرعت واکنش زمانی حداکثر است که:

$$C_A = C_R = \frac{C_{A_0} + C_{R_0}}{2} = \frac{2 + 0.5}{2} = 1.25 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$$

۹. گزینه ۴ درست است.

واکنش‌های با درجه بزرگ‌تر یا مساوی یک هیچ‌گاه به پایان نمی‌رسند، به عبارت دیگر برای واکنش‌های درجه n ($n \geq 1$) زمان اختتام نداریم.

۱۰. گزینه ۴ درست است.

برای واکنش درجه اول فاز مایع داریم:

$$\text{راکتور لوله‌ای: } -\ln(1 - x_A) = k\tau_p$$

$$\text{راکتور مخلوط‌شونده: } \frac{x_A}{1 - x_A} = k\tau_m$$

از تقسیم دو رابطه بر هم داریم:

$$\frac{\tau_p}{\tau_m} = \frac{V_p}{V_m} = \frac{-\ln(1 - x_A)}{\left(\frac{x_A}{1 - x_A}\right)}$$

$$\frac{V_p}{V_m} = \frac{-\ln(0.2)}{\left(\frac{0.8}{0.2}\right)} = \frac{1.6}{4} = 0.4$$

۱۱. گزینه ۱ درست است.

$$2A \rightarrow R \quad \varepsilon_A = \frac{\Delta n}{a} \times y_{A_0} = -0.5$$

$$C_A = C_{A_0} \left(\frac{1 - x_A}{1 + \varepsilon_A x_A} \right) \rightarrow x_A = \frac{1 - \frac{C_A}{C_{A_0}}}{1 + \varepsilon_A \frac{C_A}{C_{A_0}}}$$

$$x_A = \frac{1 - \frac{4}{10}}{1 + (-0.5)\left(\frac{4}{10}\right)} = \frac{0.6}{0.8} = \frac{3}{4}$$

$$V = V_0(1 + \varepsilon_A x_A) = 2\left(1 - \frac{1}{2} \times \frac{3}{4}\right) = 1.25 \text{ lit}$$

۱۲. گزینه ۴ درست است.

$$-r_A = kC_A^n \rightarrow \frac{C_{A0}^{1-n} - C_A^{1-n}}{1-n} = kt$$

$$n = 0.5 \rightarrow \frac{1 - C_A^{0.5}}{0.5} = 4 \times 1$$

$$1 - \sqrt{C_A} = 2 \rightarrow \sqrt{C_A} = -1$$

و این نشان می‌دهد که واکنش تمام شده است و درجه تبدیل $x_A = 1$ یا 100% است.

$$t_{\text{end}} = \frac{C_{A0}^{1-n}}{(1-n)k} = \frac{1}{0.5 \times 4} = 0.5 \text{ hr}$$

زمان اختتام واکنش نیم ساعت بوده و واضح است که واکنش پس از 4 ساعت تمام می‌شود.

۱۳. هیچ کدام از گزینه‌ها درست نیست.

$$k_2 \gg k_1 \Rightarrow C_S = C_{A0}(1 - e^{-k_1 t})$$

$$k_1 \ll k_2 \Rightarrow C_S = C_{A0}(1 - e^{-k_2 t})$$

در این مسئله $k_1 \ll k_2$ و در نتیجه:

$$C_S = (1 - e^{-0.07})$$

که در گزینه‌ها نیست به نظر می‌رسد منظور طراح محترم گزینه (۱) می‌باشد که مادل با حالت $k_2 \ll k_1$ است.

۱۴. گزینه ۲ درست است.

$$-r_A = k_1 C_A + k_2 C_A = (k_1 + k_2) C_A = k' C_A$$

برای واکنش درجه اول، زمان نیمه عمر از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k'} = \frac{\ln 2}{k_1 + k_2}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{1 + \frac{1}{3}} = \frac{\ln 2}{\left(\frac{4}{3}\right)} = \frac{2.1}{4} = 0.517$$

۱۵. گزینه ۱ درست است.

برای واکنش درجه اول در یک راکتور مخلوط شونده داریم:

$$\frac{x_A}{1 - x_A} = k\tau \quad \text{یا} \quad x_A = \frac{k\tau}{1 + k\tau}$$

در حالت اول که درصد تبدیل $x_A = 0.2$ است، داریم:

$$k\tau = \frac{0.2}{1-0.2} = \frac{1}{4}$$

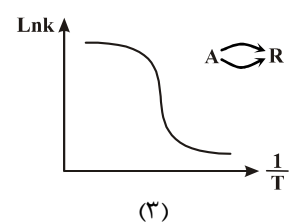
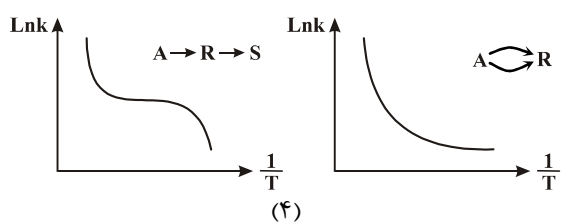
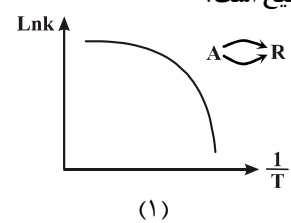
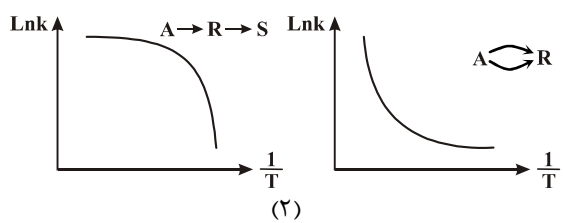
در حالت دوم که دبی حجمی ورودی به راکتور نصف می‌شود، زمان پر شدن دو برابر می‌شود:

$$\tau = \frac{V}{v_0} \rightarrow \tau' = 2\tau \rightarrow k\tau' = 2k\tau \Rightarrow k\tau' = \frac{1}{2}$$

$$x'_A = \frac{k\tau'}{1+k\tau'} = \frac{0.5}{1+0.5} = \frac{1}{3} \text{ یا } 33.3\%$$

سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - کدام مورد صحیح است؟



۲ — واکنش $A \rightarrow B$ در یک راکتور ناپیوسته صورت می‌گیرد. در این واکنش $-r_A = \frac{k_1 C_A^2}{1 + k_2 C_A}$ و $k_1 = 10^{18} \exp(-\frac{E_1}{RT})$

و $k_2 = 10^5 \exp(-\frac{E_2}{RT})$ می‌باشد. انرژی فعالیت در مراحل پایانی واکنش ۴۰۰۰ است، با این اطلاعات چه مقادیری برای E_1 و E_2 به دست می‌آید؟

- (۱) E_1 مشخص نبوده ولی $E_2 = ۴۰۰۰$ است.
 (۲) $E_1 = ۴۰۰۰$ ولی E_2 معلوم نیست.
 (۳) E_1 برابر ۲۰۰۰ و E_2 برابر ۲۰۰۰ است.
 (۴) بسته به دما هر کدام از حالات می‌تواند رخ دهد.

۳ — واکنش شیمیایی فاز مایع $A + R \rightarrow R + R$ با معادله سرعت $-r_A = k C_A C_R$ در حجم و دمای ثابت انجام می‌شود. معکوس سرعت واکنش با

- (۱) غلظت (C_A) یک ماکزیمم دارد
 (۲) زمان یک مینیمم دارد
 (۳) کسر تبدیل یک ماکزیمم دارد
 (۴) کسر تبدیل خطی تغییر می‌کند

۴ — کدام مورد جزء خصوصیات راکتور batch نیست؟

- (۱) کنترل شرایط عملی‌تر است.
 (۲) میزان تولید محصول کم است.
 (۳) برای آزمایش مربوط به سیستم متجانس متناسب است.
 (۴) دستگاه پیچیده است.

۵ — اگر دمای یک راکتور ۳ برابر شود، ثابت سرعت واکنش به چه صورت تغییر می‌کند؟

- (۱) $K_2 = 3K_1$
 (۲) $K_2 = K_1 e^{\frac{-2}{3} \frac{E}{RT_1}}$
 (۳) $K_2 = K_1 e^{\frac{-3}{2} \frac{E}{RT_1}}$
 (۴) $K_2 = K_1 e^{\frac{2}{3} \frac{E}{RT_1}}$

۶ — واکنش ابتدای $2A \xrightarrow{k} R$ در یک راکتور ناپیوسته در حجم ثابت صورت می‌گیرد. زمان لازم برای تبدیل A کدام است؟

- (۱) $\frac{V}{2k} [(\frac{1}{N_A})^2 - (\frac{1}{N_{A_0}})^2]$
 (۲) $\frac{V}{2k} [\frac{1}{N_A} - \frac{1}{N_{A_0}}]$
 (۳) $\frac{V}{k} [\frac{1}{N_A} - \frac{1}{N_{A_0}}]$
 (۴) $\frac{V}{2k} [\frac{1}{N_A} - \frac{1}{N_{A_0}}]$

۷ — یک واکنش درجه ۲ در فاز مایع و در راکتور ناپیوسته انجام می‌گیرد. زمان لازم برای مصرف $\frac{3}{4}$ از مقدار اولیه A کدام یک از مقادیر زیر است؟ ($C_{A_0} = 3$)

- (۱) $\frac{1}{4k}$
 (۲) $\frac{1}{k}$
 (۳) $\frac{1}{3k}$
 (۴) $\frac{4}{k}$

۸ — در یک راکتور ناپیوسته واکنش $A \rightleftharpoons R$ صورت می‌گیرد. ماکزیمم درجه تبدیل A در این راکتور چقدر خواهد بود؟ ($k_1 = 6 \text{ sec}^{-1}$, $k_2 = 2 \text{ sec}^{-1}$)

- (۱) $x_A = 0.25$
 (۲) $x_A = 0.5$
 (۳) $x_A = 0.75$
 (۴) $x_A = 1$

۹ — واکنش درجه صفرم $2A \rightarrow 3R + S$ در حالی که ماده A خالص و فشار اولیه ۵ اتمسفر است انجام می‌شود، ثابت سرعت واکنش $k = 0.2 \frac{\text{atm}}{\text{min}}$ است. اگر حجم سیستم ثابت باشد، فشار سیستم بعد از گذشت ۵ دقیقه چند اتمسفر است؟

- (۱) ۶
 (۲) ۳
 (۳) ۲
 (۴) ۴

۱۰ — خوراک مایع A ($100 \frac{\text{lit}}{\text{min}}$) وارد یک راکتور با اختلاط کامل (mixed) با حجم 2 m^3 می‌شود. معادله سرعت واکنش $A \rightleftharpoons R$ ،

- (۱) 0.65
 (۲) 0.7
 (۳) 0.43
 (۴) 0.56

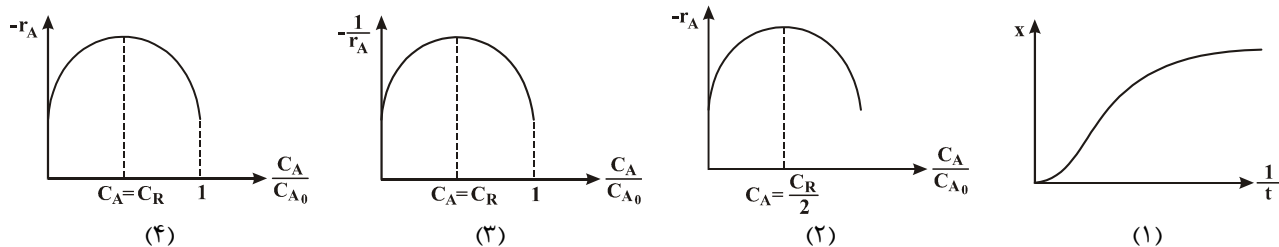
۱۱- واکنش آنزیمی $A \xrightarrow{E} R$ که در آن غلظت آنزیم $C_{E_0} = 0.01$ و $C_{A_0} = 1$ است؛ زمان نیمه عمر $5/32$ دارد. سرعت اولیه این واکنش 0.1 است. معادله سرعت واکنش $-r_A$ کدام است؟

(۱) $\frac{1/5 C_A}{0.5 + C_A}$ (۲) $\frac{0.2 C_A}{1 + C_A}$ (۳) $\frac{0.26 C_A}{3 + C_A}$ (۴) $\frac{0.12 C_A}{0.2 + C_A}$

۱۲- مهمترین هدف یا اهداف مطالعه راکتورها چیست؟

- (۱) بهینه کردن حجم راکتور در سیستم‌های چند واکنشی
- (۲) بهینه کردن حجم راکتور و توزیع محصول در سیستم‌های چند واکنشی
- (۳) بهینه کردن توزیع محصول در سیستم‌های چند واکنشی
- (۴) بهینه کردن توزیع محصول در سیستم‌های تک فازی

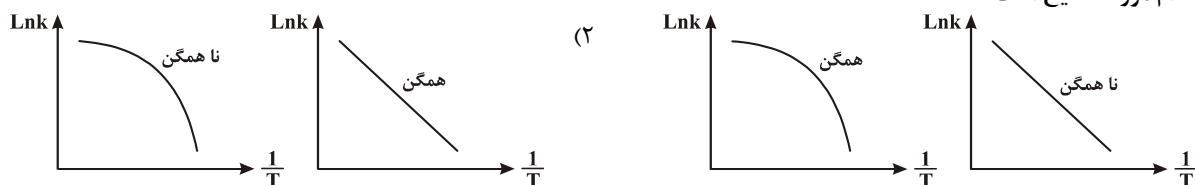
۱۳- کدام مورد در مورد واکنش اتوکاتالیزتی صحیح است؟



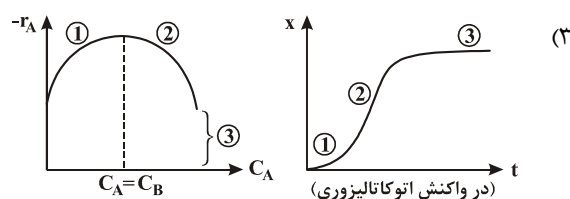
۱۴- برای اینکه تبدیل A در یک راکتور مخزنی همزن‌دار پیوسته از 50% به 80% افزایش یابد، حجم راکتور چند برابر باید شود؟
($-r_A = K C_A^2$ فرض شود.)

- (۱) ۴۰ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰ (۴) ۵

۱۵- کدام مورد صحیح است؟



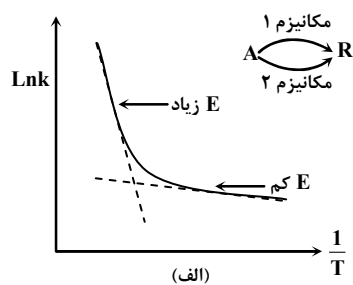
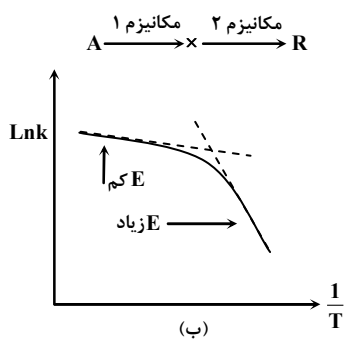
(۴) روش انتگرال خاص واکنش‌های غیر ابتدایی است.



سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۲»

برای واکنش‌های چندتایی، تغییرات انرژی فعال‌سازی با دما نشانگر تغییر در مکانیزم کنترل کننده واکنش است، اگر با افزایش دما، انرژی فعال‌سازی افزایش یابد، نشانگر موازی بودن مراحل است (نمودار الف) اما اگر با افزایش دما، انرژی فعال‌سازی کاهش یابد، نشانگر سری بودن مراحل است (نمودار ب).

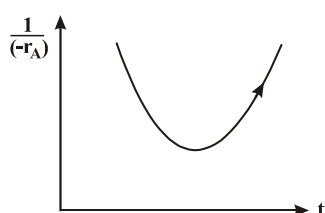


۲ - گزینه «۲»

در مراحل پایانی واکنش $k_2 C_A \ll k_1 C_A^2$ و بنابراین $-r_A = k_1 C_A^2$ و E مربوط به انرژی اکتیواسیون k_1 می شود.

۳ - گزینه «۲»

با توجه به شکل مقابل گزینه ۲ صحیح است.



۴ - گزینه «۴»

در راکتور ناپیوسته ورودی و خروجی نداریم و غلظت تابع مکان نیست ولی تابع زمان است و از ویژگی های آن می تون به موارد زیر اشاره نمود:

- (۱) کنترل شرایط عملی تر است.
- (۲) دستگاه نسبتاً ساده است
- (۳) میزان تولید محصول کم است.
- (۴) برای آزمایش سیستم های همگن مناسب است.

۵ - گزینه «۴»

$$\frac{K_2}{K_1} = \exp\left[\frac{-E}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)\right] = \exp\left[\frac{-E}{R}\left(\frac{1}{3T_1} - \frac{1}{T_1}\right)\right] = \exp\left[\frac{E}{R}\left(\frac{2}{3T_1}\right)\right] \Rightarrow K_2 = K_1 e^{\frac{2E}{3RT_1}}$$

۶ - گزینه «۳»

$$-r_A = kC_A^{\gamma} \Rightarrow \frac{-dC_A}{dt} = kC_A^{\gamma} \Rightarrow \frac{-dC_A}{C_A^{\gamma}} = kdt$$

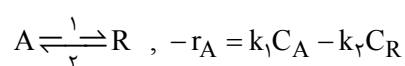
$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}} &= kt \\ \Rightarrow C_A &= \frac{N_A}{V} \\ C_{A_0} &= \frac{N_{A_0}}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow t = \frac{V}{k} \left[\frac{1}{N_A} - \frac{1}{N_{A_0}} \right]$$

۷ - گزینه «۲»

$$C_A = \frac{1}{4} C_{A_0} \text{ از } A \text{ مصرف شده بنابراین}$$

$$\begin{aligned} r_A &= \frac{dC_A}{dt} & r_A &= -kC_A^{\gamma} & \frac{dC_A}{dt} &= -kC_A^{\gamma} \\ \int_0^t -kdt &= \int_{C_{A_0}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^{\gamma}} \Rightarrow \left(\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}} \right) = kt \Rightarrow \frac{1}{\frac{3}{4}} - \frac{1}{\frac{1}{4}} = kt \Rightarrow t = \frac{1}{k} \end{aligned}$$

۸ - گزینه «۳»



در حالت تعادل سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر هستند. بنابراین داریم:

$$k_1 C_A - k_{\gamma} C_R = 0 \Rightarrow k = \frac{k_1}{k_{\gamma}} = \frac{C_{R_e}}{C_{A_e}} = \frac{M + x_{A_e}}{1 - x_{A_e}}, \quad M = \frac{C_{R_0}}{C_{A_0}}$$

در این سوال داریم:

$$\frac{k_1}{k_{\gamma}} = \frac{6}{2} = 3 \Rightarrow 3 = \frac{0 + x_{A_e}}{1 - x_{A_e}} \Rightarrow x_{A_e} = 0.75$$

۹ - گزینه «۱»

$$\frac{-dP_A}{dt} = k \Rightarrow P_{A_0} - P_A = kt \Rightarrow \Delta - P_A = 0.7 \times \Delta \Rightarrow P_A = 7 \text{ atm}$$

$$P_A = P_{A_0} - \frac{a}{\Delta n} (\pi - \pi_0) \Rightarrow 7 = \Delta - \frac{7}{7-7} (\pi - \Delta) \Rightarrow \pi = 6 \text{ atm}$$

۱۰ - گزینه «۳»

$$\tau = \frac{C_{A_0} x_A}{-r_A} = \frac{C_{A_0} x_A}{0.07 C_A - 0.07 C_R}$$

$$\frac{C_{A_0} - C_A}{1} = \frac{C_R - C_{R_0}}{1}, C_{R_0} = 0 \Rightarrow C_R = C_{A_0} - C_A = x_A C_{A_0}$$

$$\tau = \frac{V}{v_0} = \frac{C_{A_0} x_A}{0.07 C_{A_0} (1-x) - 0.07 C_{A_0} x_A} = \frac{7000}{100} = 70 \Rightarrow x = 0.43$$

۱۱ - گزینه «۴»

$$-r_A = \frac{k C_{E_0} C_A}{M + C_A}$$

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} \Rightarrow -\frac{dC_A}{dt} = \frac{k C_{E_0} C_A}{M + C_A} \Rightarrow \int_{C_{A_0}}^{C_A} \frac{(M + C_A)}{k C_{E_0} C_A} dC_A = \int_0^t -k dt$$

$$\Rightarrow t = \frac{M}{k C_{E_0}} \ln \frac{C_{A_0}}{C_A} + \frac{C_{A_0} - C_A}{k C_{E_0}} \Rightarrow \Delta / 77 = \frac{M}{k \times 0.01} \ln 7 + \frac{1 - 0.01 \Delta}{k \times 0.01} \quad (1)$$

در ابتدای واکنش $-r_A = 1$ و $C_{A_0} = C_A = 1$ در نتیجه:

$$0.1 = \frac{k \times 0.01 \times 1}{M + 1} \quad (2)$$

$$(1) \text{ و } (2) \Rightarrow M = 0.7, k = 12$$

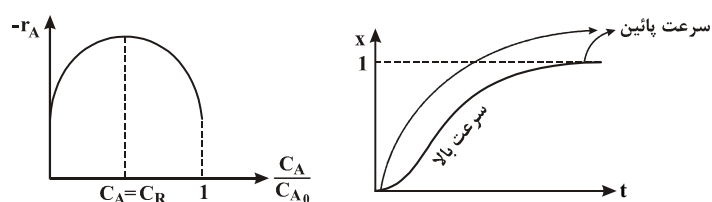
$$-r_A = \frac{12 \times 0.01 \times C_A}{0.7 + C_A} = \frac{0.12 C_A}{0.7 + C_A}$$

۱۲ - گزینه «۲»

هدف از مطالعه راکتورها بهینه کردن حجم راکتور و توزیع محصول در سیستم‌های چند واکنشی است.

۱۳ - گزینه «۴»

برای واکنش $A + R \rightarrow R + R$



۱۴ - گزینه «۳»

$$\tau = \frac{V}{v_0} = \frac{C_{A_0} x_A}{-r_A} = \frac{C_{A_0} x_A}{k C_{A_0} (1 - x_A)^2}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{x_2}{(1 - x_2)^2} \times \frac{(1 - x_1)^2}{x_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{0.8}{(1 - 0.8)^2} \times \frac{(1 - 0.5)^2}{0.5} = 10$$

۱۵ - گزینه «۲»

روش انتگرال خاص ابتدایی بوده و روش دیفرانسیل برای غیرابتدایی بهتر جواب می‌دهد اما برای ابتدایی نیز کارایی دارد.

نمودار $\ln k$ بر حسب $\frac{1}{T}$ برای واکنش همگن خطی و برای ناهمگن سهمی با تقعر به پائین است. در واکنش اتوکاتالستی داریم:

