

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 $\frac{3}{4}$ حجم اولیه می‌رسد؟ ($k = 1$)

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

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) $\ln \frac{3}{2}$ (۲) $\frac{1}{2} \ln 2$ (۳) $\frac{1}{2} \ln \frac{3}{2}$ (۴) $\frac{1}{2}$

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 $100 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$ حاوی A خالص می‌باشد.) ($k = 1 \text{ min}^{-1}, C_{A_0} = 1 \frac{\text{mol}}{\text{lit}}$)

- (۱) ۱۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۳۰۰ (۴) ۳۵۰

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) $C_A = \frac{1-0.5x_A}{1-x_A}$

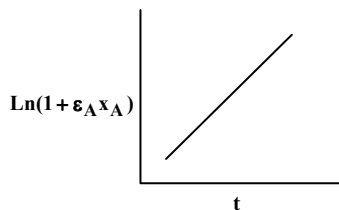
۵ - در سؤال ۱۱۸، اگر با ثابت بودن سایر شرایط، خوراک ورودی به راکتور شامل 60% گاز خنثی باشد، درصد تبدیل چقدر خواهد شد؟

- (۱) ۳۰ (۲) ۷۰ (۳) ۶۵ (۴) ۵۵

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

- (۳) $\frac{C_A}{C_{A_0}} = \frac{1-x_A}{1+\varepsilon_A x_A}$ (۴) $\ln\left(1 - \frac{\Delta V}{V_0 \varepsilon_A}\right) = kt$

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 $10 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$ 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) ۲

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 $-r_A = \frac{mol}{lit.min} = \frac{1}{2}$ 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 ملرچ 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 ($t_{\frac{1}{2}}$):

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

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

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»

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

$$\tau = \frac{V}{v_0} = \frac{\Delta}{10} = 0.5$$

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

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

۱۰- گزینه «۱»

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

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

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

۱۱- گزینه «۳»

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

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

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

۱۲- گزینه «۱»

$$\frac{N_{A_o} - N_A}{1} = \frac{N_B - N_{B_o}}{1} \Rightarrow N_{A_o} - N_A = N_B$$

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

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

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

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

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: $x_A = 1$

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

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