

## سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

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

(۱) ۶۶ (۲) ۵۰ (۳) ۳۳ (۴) ۲۵

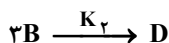
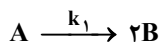
۲ - یک واکنش با سینتیک  $-r_A = kC_A^{5/2}$  در یک راکتور ناپیوسته و در فاز مایع انجام می‌گیرد. بعد از ۴ دقیقه ۷۵ درصد از  $A$  تجزیه می‌شود. بعد از ۱۰ دقیقه غلظت  $A$  چقدر خواهد بود؟

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

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

$$\bar{t} = \int_0^x \frac{C_{A_0} dx}{(-r_A)(1+\epsilon x)} \quad (۱) \quad \bar{t} = \int_0^x \frac{C_{A_0} dx}{(-r_A)} \quad (۲) \quad \bar{t} = \int_0^x \frac{(1+\epsilon x) dx}{(-r_A)} \quad (۳) \quad \bar{t} = \frac{C_{A_0} dx}{(1+\epsilon x)} \quad (۴)$$

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



$$r_B = 2k_1 C_A - k_2 C_B^2 \quad (۴) \quad r_B = 0.5 k_1 C_A - k_2 C_B^2 \quad (۳) \quad r_B = k_1 C_A - k_2 C_B^2 \quad (۲) \quad r_B = 2k_1 C_A + k_2 C_B^2 \quad (۱)$$

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؟ ( $k_2 = 4, k_1 = 1$ )

$$0.5 \quad (۴) \quad \sqrt{2} \quad (۳) \quad 2 \quad (۲) \quad 1 \quad (۱)$$

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)

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

$$0.7 \quad (۱) \quad 0.5 \quad (۲) \quad 1/4 \quad (۳) \quad 1 \quad (۴)$$

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؟

$$C_A = (C_{A_0} - C_{B_0}) \quad (۴) \quad C_A = \frac{1}{2} (C_{B_0} - C_{A_0}) \quad (۳) \quad C_A = (C_{B_0} - C_{A_0}) \quad (۲) \quad C_A = \frac{1}{2} (C_{A_0} - C_{B_0}) \quad (۱)$$

۸- خوراک با شدت  $15 \text{ lit/min}$  حاوی A و با غلظت اولیه  $6 \text{ mol/lit}$  و  $C_A = 6 \text{ mol/lit}$  وارد یک راکتور مخلوط شونده به حجم  $1 \text{ لیتر}$  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؟

$$C_{A_e} = 20, C_A = 45 \quad (۴) \quad C_{A_e} = 20, C_A = 140 \quad (۳) \quad C_{A_e} = 15, C_A = 140 \quad (۲) \quad C_{A_e} = 15, C_A = 45 \quad (۱)$$

۹- واکنش  $A \rightarrow 2R$  در فاز مایع 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  $5 \text{ m}^3$  می‌شود. اگر این واکنش در راکتور لوله‌ای انجام گیرد، چه حجمی لازم است تا میزان تبدیل تغییر نکند؟

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

$$5 \quad (۱) \quad 5/5 \quad (۲) \quad 10 \quad (۳) \quad 11 \quad (۴)$$

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

$$(۱) \text{ راکتور مخلوط شونده} \quad (۲) \text{ راکتور ناپیوسته} \quad (۳) \text{ راکتور لوله‌ای} \quad (۴) \text{ تفاوتی ندارد.}$$

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

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

$$0.25 \quad (۱) \quad 0.5 \quad (۲) \quad 0.75 \quad (۳) \quad 1 \quad (۴)$$

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 ( $\varepsilon_A$ ) 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؟

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

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؟

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

### سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

۱ - گزینه «۳»

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

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

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

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

۲ - گزینه «۳»

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

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

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

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

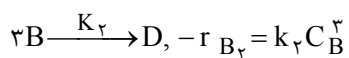
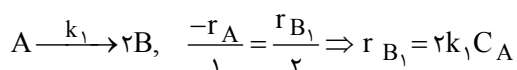
$$C_A = \circ, kt = -\gamma\sqrt{C_{A_0}} \Rightarrow t = 8$$

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»



$$r_B = \gamma k_1 C_A - k_2 C_{B_2}$$

۵ - گزینه «۲»

$$k_1 C_A^{\gamma} \gg k_2 \Rightarrow -r_A = k_1 C_A^{\gamma}$$

$$k_2 \gg k_1 C_A^{\gamma} \Rightarrow -r_A = k_2$$

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

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»

$$\frac{C_{A_e} - C_{A_0}}{1} = \frac{C_{B_e} - C_{B_0}}{1} \Rightarrow C_{B_e} = 6 - C_{A_e}$$

$$k_c = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C_{B_e}}{C_{A_e}} \Rightarrow \frac{0/1}{0/0.5} = 2 = \frac{6 - C_{A_e}}{C_{A_e}} \Rightarrow C_{A_e} = 2 \text{ mol/lit}$$

$$-r_A = 0/1 C_A - 0/0.5 \Delta(6 - C_A) = 0/1 \Delta C_A - 3$$

$$\tau = \frac{C_{A_0} V}{F_{A_0}} = \frac{C_{A_0} - C_A}{-r_A} \text{ , } \frac{6 \times 10}{1.5 \times 0} = \frac{6 - C_A}{0/1 \Delta C_A - 3} = 4 \Rightarrow C_A = 4.5$$

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»

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

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