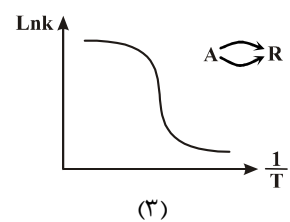
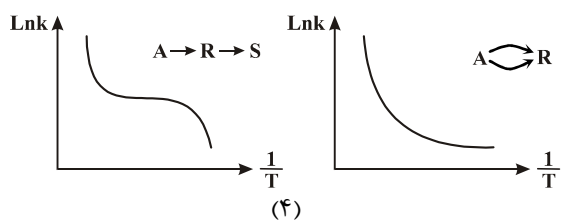
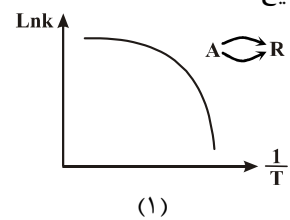
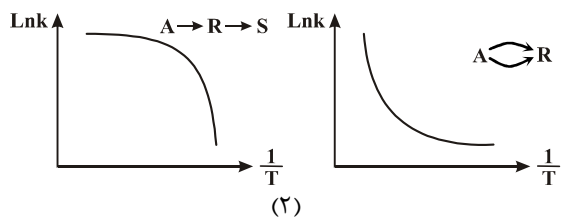


## سینتیک و طرح راکتورهای شیمیایی

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 ابتدایی  $2A \xrightarrow{k} R$  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  $2 \text{ m}^3$  می‌شود. معادله سرعت واکنش  $A \rightleftharpoons R$ ،

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

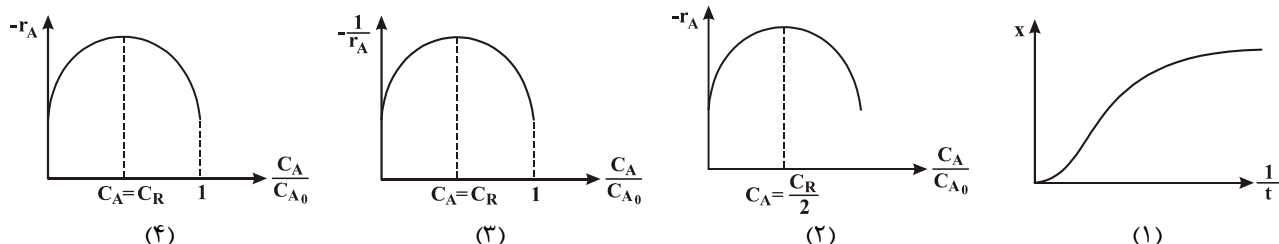
۱۱- واکنش آنزیمی  $A \xrightarrow{E} R$  که در آن غلظت آنزیم  $C_{E_0} = 0.01$  و  $C_{A_0} = 1$  است؛ زمان نیمه عمر  $5/32$  دارد. سرعت اولیه این واکنش  $0.1$  است. معادله سرعت واکنش  $-r_A$  کدام است؟

(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

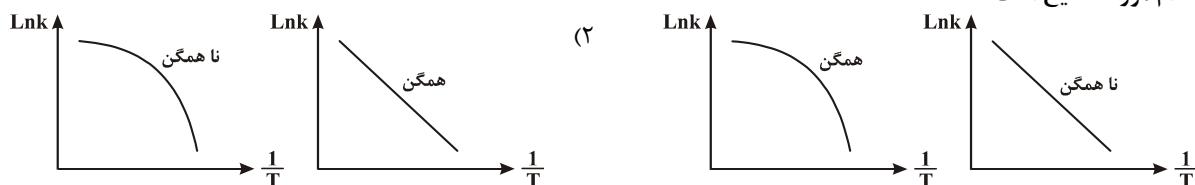
۱۳- کدام مورد در مورد واکنش اتوکاتالیزتی صحیح است؟



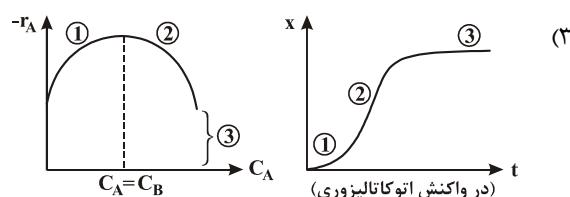
۱۴- برای اینکه تبدیل A در یک راکتور مخزنی همزن‌دار پیوسته از  $50\%$  به  $80\%$  افزایش یابد، حجم راکتور چند برابر باید شود؟  
(  $-r_A = K C_A^2$  فرض شود.)

- (۱) ۴۰ (۲) ۲۰ (۳) ۱۰ (۴) ۵

۱۵- کدام مورد صحیح است؟



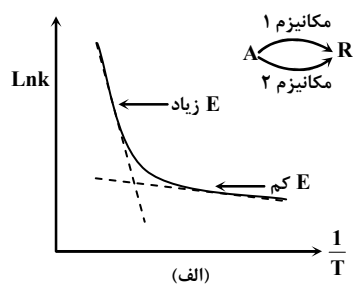
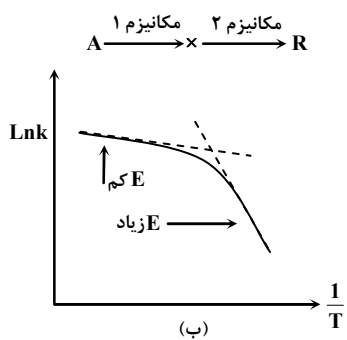
(۴) روش انتگرال خاص واکنش‌های غیر ابتدایی است.



## 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).

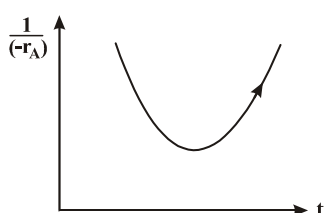


۲ - گزینه «۲»

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»

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

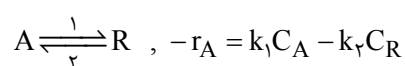
$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A_0}} &= kt \\ \Rightarrow C_A &= \frac{N_A}{V} \\ C_{A_0} &= \frac{N_{A_0}}{V} \end{aligned} \right\} \Rightarrow t = \frac{V}{k} \left[ \frac{1}{N_A} - \frac{1}{N_{A_0}} \right]$$

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:

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

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

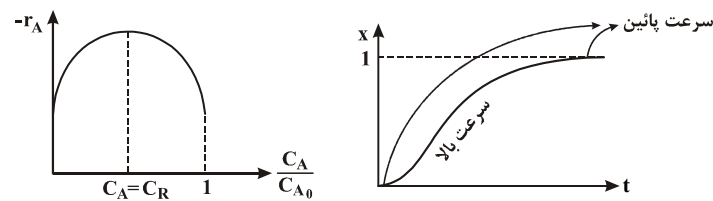
$$-r_A = \frac{12 \times 0.01 \times C_A}{0.7 + C_A} = \frac{0.12 C_A}{0.7 + C_A}$$

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»

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

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

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 اتوکاتالیتی داریم:

