

## 반응공학

문 1.  $2A + 3B \rightarrow 5C$  반응에서  $-r_A = 10 \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 인 경우,  $r_B$ 와  $r_C$ 는?

	$r_B [\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}]$	$r_C [\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}]$
①	-6.7	4
②	6.7	4
③	-15	25
④	15	25

문 2.  $A \xrightleftharpoons[k_b]{k_f} B$ 의 가역 1차 반응에서  $k_f = 0.014 \text{ min}^{-1}$ ,  $k_b = 0.001 \text{ min}^{-1}$ 이고,

A와 B의 초기 농도가 각각  $1 \text{ mol L}^{-1}$ 와  $0.5 \text{ mol L}^{-1}$ 일 때, 평형에서 A의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$ 는?

- ① 0.05  
② 0.1  
③ 0.15  
④ 0.2

문 3. 균일 액상 반응에서  $0.01 \text{ mol L}^{-1}$ 의 초기 농도를 갖는 반응물 A가  $0.05 \text{ L min}^{-1}$ 의 부피 유속으로  $0.1 \text{ L}$  관형 흐름 반응기(PFR)로 유입되어 다음의 반응식 및 속도식과 같이 진행된다. 이 반응을 연속 교반 반응기(CSTR)에서 동일한 유입 조건으로 수행할 때 같은 전환율을 얻기 위해 필요한 공간시간  $\tau[\text{min}]$ 은?



- ① 1  
② 2  
③ 3  
④ 4

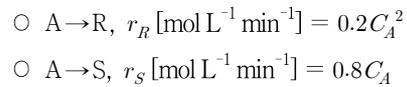
문 4. 초기에 반응물 A만 존재하는 정압의 등온 회분식 반응기에서  $A \rightarrow 2B$ 의 기상반응이 일어날 때, B의 농도를 나타낸 식으로 옳은 것은? (단, 모든 기체는 이상 기체로 가정하고,  $C_{A0}$ 는 A의 초기 농도,  $X$ 는 A의 전환율이다)

- ①  $C_{A0} \frac{1-X}{1+X}$   
②  $C_{A0} \frac{2X}{1+X}$   
③  $C_{A0} \frac{2+X}{1-X}$   
④  $C_{A0} \frac{X}{2+X}$

문 5. 비가역 1차 반응  $A \rightarrow R$ 에서 50%의 전환율에 도달하기 위해 필요한 연속 교반 반응기(CSTR)에서의 공간시간( $\tau_c$ )과 관형 흐름 반응기(PFR)에서의 공간시간( $\tau_p$ )의 비율( $\tau_c/\tau_p$ )로 옳은 것은?

- ①  $-\frac{1}{\ln 0.5}$   
②  $-\ln 0.5$   
③  $-\frac{0.5}{\ln 0.5}$   
④  $\frac{1}{\ln 0.5}$

문 6. 다음과 같은 액상 평행 반응이 관형 흐름 반응기(PFR)에서 진행된다. 반응기로 유입되는 반응물 A의 초기 농도는  $20 \text{ mol L}^{-1}$ 이고 반응기 출구에서 A의 전환율은 80%이다. 이때 반응기 출구에서 원하는 생성물인 R의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$ 는? (단,  $\ln 3 = 1.1$ 로 가정한다)



- ① 10.6  
② 11.6  
③ 12.6  
④ 13.6

문 7. 등온 회분식 반응기에서 반응물 A가 비가역 1차 반응으로 분해되고 있다. 반응속도상수는  $0.3 \text{ min}^{-1}$ 이고 초기 농도  $C_{A0}$ 가  $2 \text{ mol L}^{-1}$ 이면, 4분이 지난 후 반응물 A의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$ 는? (단,  $e^{-1.2} = 0.3$ 으로 가정한다)

- ① 0.3  
② 0.6  
③ 0.9  
④ 1.2

문 8. 부피유량이 일정한 관형 흐름 반응기에서 이성질화 반응이 액상 비가역 1차 반응으로 수행된다. 반응물의 유출 농도가 유입 농도의 10%가 되는 반응기 부피를  $V_1$ 이라고 할 때, 반응물의 유출 농도가 유입 농도의 1%가 되는 반응기 부피는?

- ①  $2V_1$   
②  $5V_1$   
③  $10V_1$   
④  $100V_1$

문 9. 반응엔탈피 변화  $\Delta H_R = -20 \text{ kcal mol}^{-1}$ 인 비가역 1차 반응  $A \xrightarrow{k} B$ 이  $10 \text{ L}$ 의 연속 교반 반응기(CSTR)에서 일어난다. 등온 조건을 유지하면서 90% 전환율을 얻기 위해 반응기로부터 제거하여야 할 단위시간당 열량 $[\text{kcal min}^{-1}]$ 은? (단, 반응속도상수  $k$ 는  $15 \text{ min}^{-1}$ , A의 초기 농도는  $1 \text{ mol L}^{-1}$ 이다)

- ① 150  
② 200  
③ 250  
④ 300

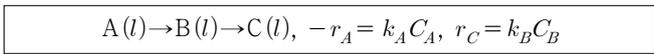
문 10. 액상 비가역 1차 반응  $A \xrightarrow{k} B$  이 30,000 L 부피의 등온 관형 흐름 반응기(PFR)에서 수행되고 있다. 반응속도상수  $k$ 가  $0.3 \text{ min}^{-1}$ 이고 A의 유입농도가  $1 \text{ mol L}^{-1}$ 일 때, 전환율 95%를 얻기 위한 A의 몰유속[ $\text{mol min}^{-1}$ ]은? (단,  $\ln 20 = 3$ 으로 가정한다)

- ① 1,000
- ② 2,000
- ③ 3,000
- ④ 4,000

문 11. 반응속도상수( $k$ )의 온도( $T$ ) 의존성에 관한 아레니우스(Arrhenius) 법칙에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ①  $k$ 와  $T$ 는 선형적 상관관계이다.
- ②  $\ln k$ 와  $T$ 는 선형적 상관관계이다.
- ③  $\ln k$ 와  $\frac{1}{T}$ 은 선형적 상관관계이다.
- ④  $\ln k$ 와  $\ln \frac{1}{T}$ 은 선형적 상관관계이다.

문 12. 액상 회분식 반응기에서 다음과 같이 반응물 A로부터 B와 C가 순차적으로 생성된다. 이때, 중간 생성물 B의 농도가 최대가 되는 반응시간을 구하는 식으로 옳은 것은? (단, 초기에 반응기에는 A만 존재한다)



- ①  $\frac{1}{k_B} \left( \frac{k_A}{k_B} \right)$
- ②  $\frac{1}{k_A} \left( \frac{k_A - k_B}{k_B} \right)$
- ③  $\frac{1}{k_A - k_B} \ln \frac{k_A}{k_B}$
- ④  $\frac{1}{k_A - k_B} \ln \frac{k_B}{k_A}$

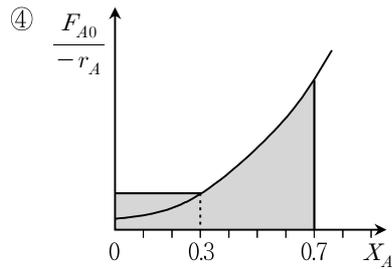
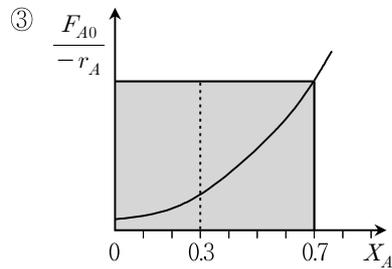
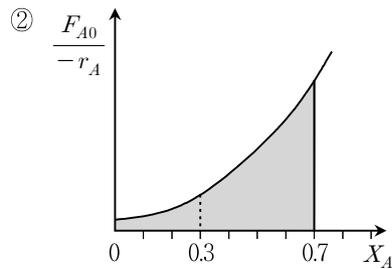
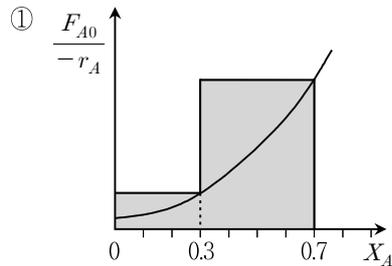
문 13. 정용 회분식 반응기에서 반감기(half life)를  $t_{1/2}$ 라 할 때,  $n$ 차 반응속도  $-r_A = kC_A^n$ 에서  $\ln t_{1/2}$ (y축) 대  $\ln C_{A0}$ (x축)을 그린 직선의 기울기는? (단,  $C_{A0}$ 는 A의 초기 농도,  $n \neq 1$ 이다)

- ①  $n$
- ②  $-n$
- ③  $n-1$
- ④  $1-n$

문 14. 연속 교반 반응기(CSTR)와 관형 흐름 반응기(PFR)가 차례로 연결된 반응기 시스템에  $8 \text{ mol L}^{-1}$ 의 초기 농도를 가지는 액상 반응물 A를 공급한다. 연속 교반 반응기 출구에서 A의 농도는  $2 \text{ mol L}^{-1}$ 이고 관형 흐름 반응기 출구에서 A의 농도는  $0.2 \text{ mol L}^{-1}$ 일 때, 관형 흐름 반응기의 부피는 연속 교반 반응기 부피의 몇 배인가? (단, 반응은 반응물 A에 대하여 2차 반응이다)

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4

문 15. 비가역 1차 반응  $A(l) \rightarrow B(l)$ 을 직렬로 연결된 두 개의 연속 교반 반응기에서 수행하고자 한다. 반응물 A만을 몰유량  $F_{A0}$ 로 첫 번째 반응기에 주입한다. 첫 번째 반응기에서 배출되는 A의 몰유량이  $0.7 F_{A0}$ 이고, 두 번째 반응기에서 배출되는 A의 몰유량이  $0.3 F_{A0}$ 가 되도록 설계할 때, 두 반응기 부피의 합을 음영으로 옳게 표시한 것은? (단,  $-r_A$ 는 A의 반응속도,  $X_A$ 는 A의 전환율이다)



문 16. 회분식 반응기에서 다음과 같은 액상 복합 반응이 일어난다. 초기 농도  $C_{A0} = 2.0 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $C_{B0} = 4.0 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $C_{R0} = C_{S0} = 0$ 으로 반응이 진행되어, 성분 A와 R의 농도가 각각  $C_A = 0.3 \text{ mol L}^{-1}$ 와  $C_R = 1.5 \text{ mol L}^{-1}$ 가 될 때, 성분 B와 S의 농도는?

- $A + B \rightarrow R$   
○  $A + R \rightarrow S$

	$C_B [\text{mol L}^{-1}]$	$C_S [\text{mol L}^{-1}]$
①	0.1	2.4
②	0.2	1.2
③	1.2	0.2
④	2.4	0.1

문 17. 하나의 반응계에서 다음과 같은 반응들이 각각 주어진 반응속도로 진행된다. 물질 B의 선택도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- $A \rightarrow B, -r_{A1} = k_{1A} C_A^2$   
○  $A \rightarrow X, -r_{A2} = k_{2A} C_A$   
○  $A + X \rightarrow Y, -r_{A3} = k_{3A} C_A C_X$

- ① B의 선택도는 반응온도에 무관하다.  
② B의 선택도는 반응속도상수  $k_{3A}$ 에 무관하다.  
③ A의 농도를 높이면 B의 선택도가 커진다.  
④  $k_{1A}/k_{2A}$ 의 값이 바뀌면 B의 선택도도 변화한다.

문 18. 부피가  $20 \text{ m}^3$ 인 연속 교반 반응기(CSTR)에서 정용계 1차 반응  $A \rightarrow R$ 이 50%의 전환율로 일어나고 있다. 체류시간분포를 측정한 결과,  $10 \text{ m}^3$ 이 무반응 영역(dead zone)으로 반응에 관여하지 않고 있었다. 혼합을 개선하여 완전혼합상태에서 반응기를 운전할 경우의 전환율[%]은?

- ① 33.3  
② 50.0  
③ 66.7  
④ 75.0

문 19. 불균일계 촉매가 충전된 반응기에서 기상 반응이 일어나고 있다. 외부확산에 의하여 반응속도가 제한될 경우 나타나는 현상으로 옳은 것은?

- ① 반응속도는 공간속도에 따라 변화된다.  
② 반응속도는 촉매입자의 크기에 정확히 반비례한다.  
③ 반응속도는 촉매입자의 크기에 무관하게 일정한 값을 가진다.  
④ 반응속도는 온도가 높아짐에 따라 지수적으로 증가한다.

문 20. 미카엘리스-멘텐(Michaelis-Menten) 속도식을 따르는 효소 반응을 등은 회분식 반응기에서 수행하고자 한다. 반응 초기 기질의 농도는  $C_{A0}$ 이며 미카엘리스(Michaelis) 상수와 최대 반응속도를 각각  $K_M$ 과  $V_{\max}$ 라 할 때, 반응시간( $t$ )을 전환율( $X$ )의 함수로 나타낸 식으로 옳은 것은?

- ①  $t = \frac{K_M}{V_{\max}} \ln \frac{1}{1-X} - \frac{C_{A0} X}{K_M}$   
②  $t = \frac{K_M}{V_{\max}} \ln \frac{1}{1-X} + \frac{C_{A0} X}{V_{\max}}$   
③  $t = \frac{K_M}{V_{\max}} \ln \frac{1}{1-X} + \frac{C_{A0} X}{K_M}$   
④  $t = \frac{K_M}{V_{\max}} \ln \frac{1}{1-X} - \frac{C_{A0} X}{V_{\max}}$