

1. 액상 기초반응 $2A \rightarrow B$ 를 회분식 반응기(Batch reactor)에서 진행하되, 반응물 A의 초기농도를 $C_{A0} = 1\text{mol}/\ell$ 로 하여 10분간 진행하니, A의 농도가 $0.5\text{mol}/\ell$ 가 되었다. 반응속도상수 k 값은 얼마인가?

- ① $1\ell/\text{mol} \cdot \text{min}$ ② $0.1\ell/\text{mol} \cdot \text{min}$
③ $0.5\ell/\text{mol} \cdot \text{min}$ ④ $0.01\ell/\text{mol} \cdot \text{min}$

2. 비가역 균일계 액상반응($A \rightarrow B$)은 A에 관하여 0차 반응이다. 이 반응을 혼합흐름반응기(CSTR)에서 수행할 때 50%의 전환율을 나타내었다면, 같은 크기의 관형흐름반응기(PFR)에서 반응하면 얻을 수 있는 전환율은 얼마인가? (단, 반응기의 종류 이외의 다른 모든 반응조건은 동일하다.)

- ① 25% ② 40% ③ 50% ④ 75%

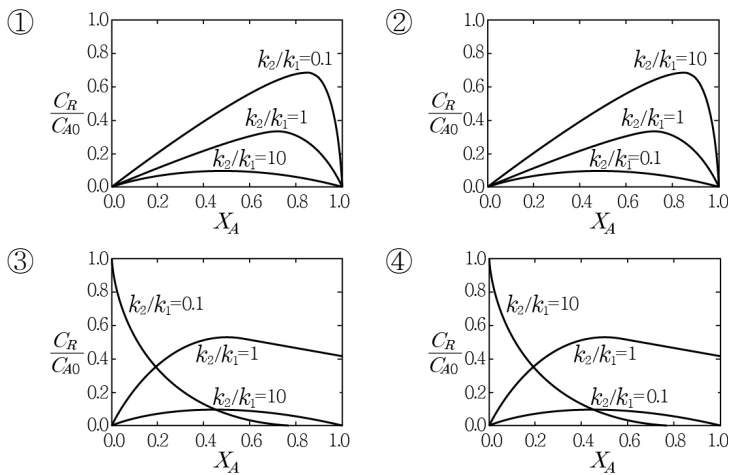
3. 1차 비가역 균일계 액상반응($A \rightarrow B$)이 10ℓ 의 혼합흐름반응기(CSTR)와 30ℓ 의 관형흐름반응기(PFR)를 직렬로 연결한 반응시스템에서 진행된다. 순수한 반응물 A를 이용하여 $k=0.1\text{min}^{-1}$, $v_{A0}=1\ell/\text{min}$, $F_{A0}=10\text{mol}/\text{min}$ 의 조건으로 반응을 진행할 때, 두 개의 반응기를 통과한 후의 반응물 A의 최종 농도는 얼마인가? (단, $e^3=20$ 으로 가정한다.)

- ① $0.25\text{mol}/\ell$ ② $0.3\text{mol}/\ell$
③ $0.35\text{mol}/\ell$ ④ $0.4\text{mol}/\ell$

4. 액상 0차반응 $A \rightarrow R$ 을 A의 초기농도 $C_{A0} = 1\text{mol}/\ell$ 로 하여 회분식반응기에서 수행하니, A의 반감기가 5분이었다. 이 반응을 혼합흐름반응기(CSTR)에서 A의 초기몰유량 $F_{A0} = 1\text{mol}/\text{min}$ 로 하여 수행함으로써, A의 전환율(X_A)을 50%가 되게 하려 한다. 필요한 반응기 부피는?

- ① 1L ② 5L ③ 10L ④ 20L

5. 다음 중 A의 단분자형 1차 연속반응 $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ 을 플러그 흐름반응기(PFR)에서 진행할 때, A의 전환율 X_A 대 C_R/C_{A0} 를 그린 그래프로 옳은 것은? (단, 각 반응단계는 1차반응임)



6. 2차 비가역 균일계 액상반응($A \rightarrow B$)이 순환비(recycle ratio)가 4인 관형흐름반응기(PFR)에서 진행된다. 순수한 A를 반응물로 출발하여 일정 온도에서 반응을 진행하여 A가 50%까지 전환되었다. 다른 반응조건은 동일하게 하고 순환류를 폐쇄시킬 경우 A의 전환율은 얼마인가? (단, 순환비는 반응기 입구로 되돌아가는 유체의 부피를 반응기를 떠나는 유체의 부피로 나눈 값을 의미한다.)

- ① 0.5 ② 0.625 ③ 0.750 ④ 0.875

7. 어떤 고체촉매반응에서 고체촉매의 크기를 충분히 작게 하였다니, 촉매반응의 전체 반응속도가 촉매 외부의 유체흐름 조건이나 촉매세공 내 확산에 의해 영향을 받지 않았다. 이 촉매반응의 율속단계로 볼 수 없는 것은?

- ① 흡착 ② 표면반응 ③ 탈착 ④ 외부확산

8. $A \rightarrow B$ 인 기초 반응에서 속도 상수(k)는 $k=0.001\text{sec}^{-1}$ 이다. 초기 농도가 $C_{A0}=1.0\text{mol}/\ell$ 일 때 일정부피의 회분 반응에서 99.9%의 전환율을 얻는 데 필요한 시간은 얼마인가? (단, $\ln 10=2.3$ 으로 가정한다.)

- ① 2300sec ② 4600sec
③ 6900sec ④ 9200sec

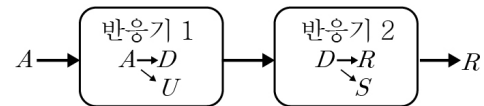
9. 정용 회분식 반응기에서 반감기가 $3.5 \times 10^2\text{s}$ 인 1차 분해반응의 속도상수 k 는? (단, $\ln 2=0.7$ 로 가정한다.)

- ① 0.2 s^{-1} ② 0.02 s^{-1}
③ 0.002 s^{-1} ④ 0.0002 s^{-1}

10. 플러그흐름반응기(PFR) 1개를 사용하여 비가역 액상 1차 반응 $A \rightarrow R$ 을 수행하니, 전환율이 $X_{A1}=0.5$ 가 되었다. 공급물의 속도를 동일하게 유지하며 같은 반응기를 1개 더 연결하면 최종전환율 X_{A2} 는 얼마인가?

- ① 0.60 ② 0.75 ③ 0.85 ④ 0.95

11. 직렬 연결된 2개의 혼합흐름반응기(CSTR)에서 각각 다음 평행반응들이 일어난다. 최종적으로 원하는 생성물 R을 최대한 얻기 위한 작업방법을 바르게 서술한 것은?



- 반응기1: U(원하지 않는 생성물) $r_U = \frac{dC_U}{dt} = k_U$
A $\swarrow$ D(원하는 생성물) $r_D = \frac{dC_D}{dt} = k_D C_A$
- 반응기2: R(원하는 생성물) $r_R = \frac{dC_R}{dt} = k_R C_D$ $E_R = 30 \frac{\text{kcal}}{\text{mole}}$
D $\swarrow$ S(원하지 않는 생성물) $r_S = \frac{dC_S}{dt} = k_S C_D$ $E_S = 20 \frac{\text{kcal}}{\text{mole}}$

- ① 반응기1: A의 농도를 낮게 작업, 반응기2: 고온으로 작업
② 반응기1: A의 농도를 높게 작업, 반응기2: 고온으로 작업
③ 반응기1: A의 농도를 낮게 작업, 반응기2: 저온으로 작업
④ 반응기1: A의 농도를 높게 작업, 반응기2: 저온으로 작업

12. 1차 비가역 균일계 기상 기초반응($A \rightarrow 2B$)이 순수한 A로부터 반응이 시작되어, 5분 후에 반응기의 부피가 50% 증가되었다. 일정 온도, 일정 압력에서 부피가 변하는 회분식 반응기(Batch reactor)를 이용하여 반응이 진행되었다면 속도상수 k 는 얼마인가? (단, $\ln 2=0.7$, $\ln 3=1.1$ 로 가정한다.)

- ① 0.07 min^{-1} ② 0.10 min^{-1}
③ 0.12 min^{-1} ④ 0.14 min^{-1}

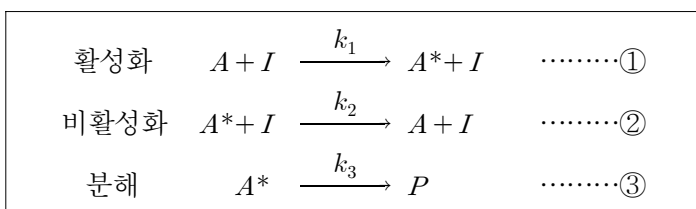
13. 기체 A와 기체 B가 고체 촉매상에서 비가역반응을 통하여 기체 C를 생성한다. ($A + B \rightarrow C$) 표면반응이 속도제한단계 (Rate-limiting step)이며, 엘레이-리디얼 (Eley-Rideal) 메커니즘을 따라 반응이 진행된다. 즉, 반응이 진행되는 동안 반응물 A와 생성물 C는 촉매 표면에 흡착하고, 반응물 B는 흡착하지 않는다. 다음에 표시된 속도식 중 옳은 것은? (K_A : A의 흡착평형상수, K_B : B의 흡착평형상수, K_C : C의 흡착평형상수, P_A : A의 분압, P_B : B의 분압, P_C : C의 분압, k : 반응속도상수)

$$\begin{aligned} \textcircled{1} \quad -r_A' &= \frac{k(P_A P_B - P_C)}{(1 + K_A P_A + K_C P_C)^2} \\ \textcircled{2} \quad -r_A' &= \frac{k P_A P_C}{(1 + K_A P_A + K_B P_B + K_C P_C)} \\ \textcircled{3} \quad -r_A' &= \frac{k P_A P_B}{1 + K_A P_A + K_C P_C} \\ \textcircled{4} \quad -r_A' &= \frac{k P_A P_B}{1 + K_B P_B} \end{aligned}$$

14. 생물시스템에서 연속반응기 대비 회분반응기가 많이 쓰이는 이유로 옳바른 것은?
- ① 필요로 하는 물질의 양이 많아 연속 작업이 불필요하다.
 - ② 반응속도가 너무 느려 반응시간이 너무 오래 걸린다.
 - ③ 필요로 하는 물질의 양이 너무 적어 연속 작업이 필요하다.
 - ④ 반응속도가 너무 빨라 반응시간이 짧게 걸린다.

15. 효소(Enzyme)와 기질(Substrate)의 반응은 일반적으로 미카엘리스-멘텐 속도식을 따라 진행되는 것으로 알려져 있다. ($-r_s = \frac{V_{\max}(S)}{K_M + (S)}$, K_M : 미카엘리스 상수, (S) : 기질의 농도) 이 속도식을 역수로 취하여 $1/(S)$ 를 x 축으로 $-1/r_s$ 를 y 축으로 도시하면 y 축 절편이 $1/V_{\max}$ 이고, 기울기가 $K_M/V_{\max}$ 인 직선이 된다. 이 형태의 그래프를 라인위버-버크 도식이라 한다. 이 그래프에서 효소반응의 억제제(inhibitor)와 관련된 다음의 설명 중 옳은 것은?
- ① 경쟁 억제제(competitive inhibitor)의 농도가 늘어나면 라인위버-버크 도식에서 y 축 절편이 증가한다.
 - ② 무경쟁 억제제(uncompetitive inhibitor)의 농도가 늘어나면 라인위버-버크 도식에서 y 축 절편이 증가한다.
 - ③ 무경쟁 억제제(uncompetitive inhibitor)의 농도가 늘어나면 라인위버-버크 도식에서 기울기가 감소한다.
 - ④ 비경쟁 억제제(noncompetitive inhibitor, 또는 혼합 억제제)의 농도가 늘어나면 라인위버-버크 도식에서 y 축 절편은 증가하고 기울기는 감소한다.

16. $A \rightarrow P$ 반응이 다음 세 개의 기초반응으로 구성된 메커니즘을 가진다. A^* 는 활성중간체이며 I 는 불활성 분자이다.



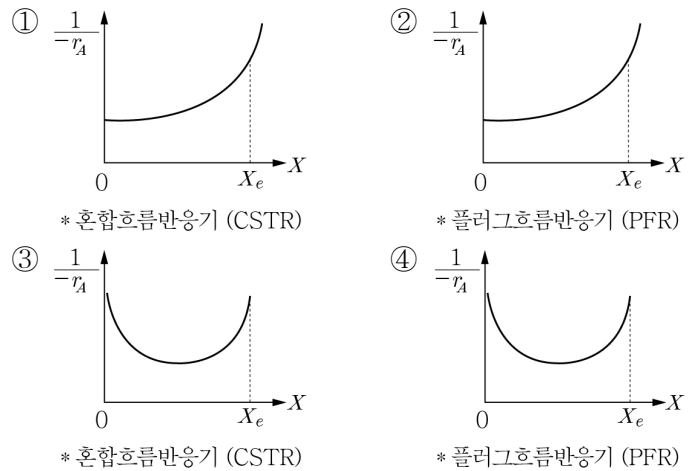
유사 정상상태 가정법(Pseudo-steady-state hypothesis)을 이용하여 속도식을 유도하면 본 반응은 반응물 A에 관하여 몇 차 반응인가? (단, 불활성 분자의 농도 I 는 반응 중에 일정하다고 가정한다.)

- ① 0차 ② 1차 ③ 2차 ④ 3차

17. 부피가 10L인 2개의 혼합흐름반응기(CSTR)가 직렬로 연결되어 있다. 첫 반응기에서 비가역 액상 1차반응 ' $A \rightarrow R$ '을 수행하니, 출구 흐름에서 전환율이 $X_{A1}=0.5$ 가 되었다. 이 2개의 CSTR들을 1개의 큰 CSTR로 대체하여 같은 흐름조건에서 같은 전환율을 얻고자 한다면, 큰 CSTR의 부피는 얼마인가?

- ① 15L ② 20L ③ 25L ④ 30L

18. 발열반응(exothermic reaction)이면서 가역인 1차반응 ' $A \rightleftharpoons B$ '을 단일조작에 의해 평형전환율 X_e 까지 수행할 때, 전환율 X 대 $1/-r_A$ 의 그래프 모양과 그에 따른 적합한 반응기를 바르게 나타낸 것은?



19. 어떤 액상반응에 대한 반응속도의 역수 $1/-r_A$ 를 반응물의 농도 C_A 에 대해서 그린 그래프가 아래와 같다. 2개의 반응기(플러그흐름반응기(PFR) 또는 혼합흐름반응기(CSTR))를 적절히 사용함으로써 A의 농도를 초기농도 C_{A0} 에서 최종농도 C_{Af} 까지 반응시키려 한다. 가장 적합한 방법은 무엇인가?

- ① 농도 C_{A1} 까지는 작은 CSTR을, 그 후에는 큰 CSTR을 사용한다.
- ② 농도 C_{A1} 까지는 작은 PFR을, 그 후에는 큰 PFR을 사용한다.
- ③ 농도 C_{A1} 까지는 CSTR을, 그 후에는 PFR을 사용한다.
- ④ 농도 C_{A1} 까지는 PFR을, 그 후에는 CSTR을 사용한다.

20. 평행반응 ' $A \rightarrow R$ (원하는 생성물) & $A \rightarrow S$ (원하지 않는 생성물)'에 대해서, R에 대한 순간수율(φ)을 반응물의 농도 C_A 의 함수로 그린 그래프는 아래와 같다. 플러그흐름반응기(PFR)와 혼합흐름반응기(CSTR)를 적절히 사용함으로써 A의 농도를 초기농도 C_{A0} 에서 최종농도 C_{Af} 로 줄이려고 한다. 원하는 생성물 R을 많이 얻기 위한 가장 적합한 방법은 무엇인가?

- ① 농도 C_{A1} 까지는 작은 CSTR을 그 후에는 큰 CSTR을 사용한다.
- ② 농도 C_{A1} 까지는 작은 PFR을 그 후에는 큰 PFR을 사용한다.
- ③ 농도 C_{A1} 까지는 CSTR을 그 후에는 PFR을 사용한다.
- ④ 농도 C_{A1} 까지는 PFR을 그 후에는 CSTR을 사용한다.