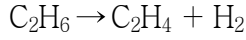


반응공학

1. 다음 분해반응이 기초속도법칙을 따를 때, 반응차수는?



- ① 0
② 1
③ 2
④ 3

2. 화학 반응기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 공간시간은 반응기 부피를 반응기로 유입되는 부피유량으로 나눈 것이다.
② 회분식반응기는 대규모 조업이나 개발이 완료된 공정, 그리고 연속운전이 용이한 공정에 사용된다.
③ 여러 개의 작은 동일 부피의 연속교반탱크반응기(CSTR)들이 직렬연결된 계로 플러그흐름반응기(PFR)를 근사하여 모델링할 수 있다.
④ 등은 1차 반응의 경우 동일한 반응조건에서 동일한 전환율을 달성하기 위해 필요한 연속교반탱크반응기 부피가 플러그흐름 반응기 부피보다 일반적으로 더 크다.

3. 등은 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 $A \rightarrow B$ 액상 1차 반응을 진행하여 A의 전환율 50%를 얻었다. 동일한 반응조건에서 반응기 부피를 3배로 크게 할 경우, A의 전환율[%]은?

- ① 65
② 75
③ 85
④ 95

4. 등은 회분식반응기에서 순수한 A를 반응물로 다음 세 개의 비가역 액상 기초반응이 경쟁적으로 진행된다. 반응 1, 반응 2, 반응 3의 반응속도 상수 k_1, k_2, k_3 가 모두 같을 때, 반응 시작 1시간 후 C 및 D에 대한 B의 총괄선택도($S_{B/CD}$)는? (단, $S_{B/CD} = \frac{\text{생성된 B의 몰 수}}{\text{생성된 C와 D의 몰 수}}$ 이다)

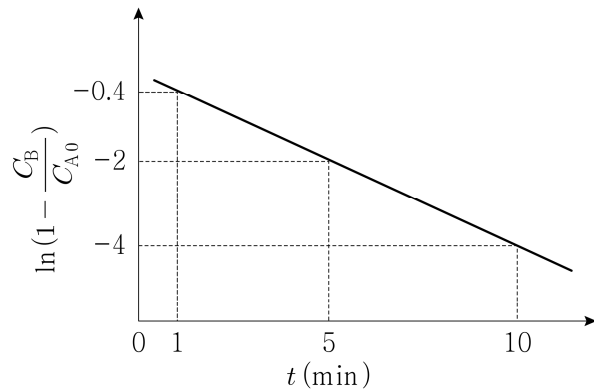
- 반응 1: $A \rightarrow B$
○ 반응 2: $A \rightarrow C$
○ 반응 3: $A \rightarrow D$

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

5. 등은 회분식반응기에서 $A \rightarrow B$ 액상 반응을 진행하여 반응차수와 반응속도상수를 결정하려고 한다. A의 반감기는 A의 초기농도에 반비례하며, A의 초기농도가 10 mol L^{-1} 일 때 반감기가 10분이다. 이 반응의 반응차수와 반응속도상수를 바르게 연결한 것은?

	반응차수	반응속도상수
①	1	0.01 min^{-1}
②	1	0.1 min^{-1}
③	2	$0.01 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$
④	2	$0.1 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$

6. 등온 회분식반응기에서 순수한 A를 반응물로 $A \rightarrow B$ 액상 기초반응을 진행하여 다음 그래프를 얻었다. 동일한 반응조건에서 10 L min^{-1} 의 A를 연속교반탱크반응기(CSTR)에 공급하여 반응을 진행할 경우, A의 전환율 60%를 얻기 위해 필요한 CSTR 부피[L]는? (단, t 는 반응시간, C_{A0} 는 A의 초기농도, C_B 는 t 에서 B의 농도이다)



- ① 32.5
② 37.5
③ 42.5
④ 45
7. 등온 플러그흐름반응기(PFR)에서 $A \rightarrow B$ 기상 2차 반응을 T_{PFR} 에서 진행하여 전환율 X_A 를 얻었다. 이 반응을 동일 부피의 등온 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 진행하여 동일한 전환율을 얻기 위해 필요한 반응온도를 T_{CSTR} 이라 할 때, 옳은 것은? (단, 반응속도 상수는 아레니우스(Arrhenius) 식을 따르며, E_a 는 활성화에너지, R 은 기체상수이며, 반응기 종류와 반응온도 이외의 다른 반응조건은 동일하다)

- ① $\frac{R}{E_a}(T_{CSTR} - T_{PFR}) = \ln \frac{1}{(1 - X_A)}$
② $\frac{R}{E_a}(T_{CSTR} - T_{PFR}) = \ln(1 - X_A)$
③ $\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_{CSTR}} - \frac{1}{T_{PFR}} \right) = \ln \frac{1}{(1 - X_A)}$
④ $\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_{CSTR}} - \frac{1}{T_{PFR}} \right) = \ln(1 - X_A)$

8. 변용 회분식반응기에서 순수한 A를 반응물로 $A \rightarrow 2B$ 기상 1차 반응을 일정 온도 및 압력에서 진행하여, 반응 시작 10분 후 반응기 부피가 50% 증가하였다. 이 반응의 반응속도상수[min^{-1}]는? (단, $\ln 2 = 0.7$ 이다)

- ① 0.07
② 0.7
③ 1.4
④ 7.0

9. 200 L 정용 등온 회분식반응기를 이용하여 초기조건 500 K, 80 atm에서 $A \rightarrow B + C$ 기상 2차 반응을 진행한다. 초기 반응물이 A 75%와 비활성기체 25%로 구성되어 있을 때, A의 전환율 80%를 얻기 위해 필요한 반응시간[min]은? (단, 기체는 모두 이상기체이고, 반응속도 상수는 $0.1 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$, 기체상수는 $0.08 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다)

- ① $\frac{20}{3}$
② $\frac{40}{3}$
③ $\frac{60}{3}$
④ $\frac{80}{3}$

10. 등온 플러그흐름반응기(PFR)에서 $A + 2B \rightarrow C$ 기상반응을 진행한다. 반응물 A와 B는 동일한 농도로 8 atm, 1,000 K에서 반응기로 유입되며, 반응기 입구에서 전체 반응물의 부피 유량은 5.0 L min^{-1} 이다. 제한반응물(limiting reactant)의 전환율이 80%일 때, 반응기 출구에서 A와 C의 몰유량[mol min^{-1}]을 바르게 연결한 것은? (단, 기체는 모두 이상기체이고, 기체상수는 $0.08 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다)

- | | A의 몰유량 | C의 몰유량 |
|---|--------|--------|
| ① | 0.10 | 0.10 |
| ② | 0.10 | 0.15 |
| ③ | 0.15 | 0.10 |
| ④ | 0.15 | 0.15 |

11. 아레니우스(Arrhenius) 식($k(T) = Ae^{-E_a/RT}$)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, k 는 반응속도상수, T 는 절대온도, A 는 빈도인자, E_a 는 활성화에너지, R 은 기체상수이다)

- ① 활성화에너지는 반응이 일어나기 위해서 반응물들이 반드시 넘어야 하는 에너지 장벽이다.
 ② 반응온도가 높을수록 반응속도상수는 증가한다.
 ③ 반응속도상수는 반응물 농도의 함수이다.
 ④ $\ln k$ 를 $\frac{1}{T}$ 에 대해 도시하여, 기울기로부터 활성화에너지를 구할 수 있다.

12. 정상상태 플러그흐름반응기(PFR)에서 $A \rightarrow B$ 반응을 진행할 때, A에 관한 몰수지식으로 옳은 것은? (단, F_{A0} 는 반응기로 공급되는 A의 몰유량, X_A 는 A의 전환율, V 는 반응기 부피, $-r_A$ 는 A의 소멸속도, t 는 반응시간이다)

- ① $-r_A = F_{A0} \frac{dX_A}{dV}$
 ② $-r_A = \frac{F_{A0}}{V} dX_A$
 ③ $-r_A = \frac{F_{A0}}{V} \frac{dX_A}{dt}$
 ④ $-r_A = VF_{A0} \frac{dX_A}{dt}$

13. 원통형 플러그흐름반응기(PFR)에서 $A \rightarrow B$ 액상 2차 반응을 일정 온도에서 진행하여 A의 전환율 80%를 얻었다. 반응기 부피가 12 L이고 평균유속이 10 m min^{-1} 일 때, 반응기 단면적의 지름[m]은? (단, 반응속도상수는 $1 \text{ L mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$, A의 초기농도는 1 mol L^{-1} , 원주율 $\pi = 3$ 이다)

- ① 0.01
 ② 0.02
 ③ 0.03
 ④ 0.04

14. 등온 회분식반응기에서 $A \rightarrow B$ 액상 0차 반응을 진행한다. A의 초기 농도는 1 mol L^{-1} 이며, 반응 시작 30분 후 A의 농도가 0.2 mol L^{-1} 로 감소하였다. 이 반응의 반응속도상수[$\text{mol L}^{-1} \text{ h}^{-1}$]는?

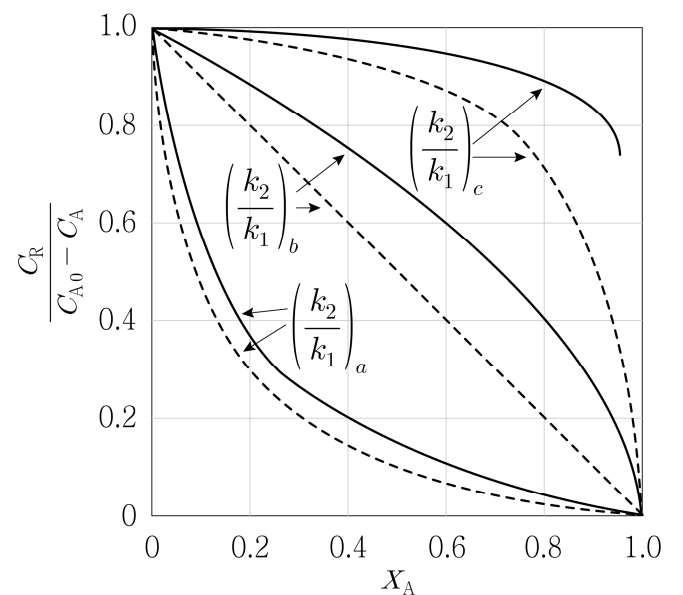
- ① 0.4
 ② 0.8
 ③ 1.6
 ④ 3.2

15. 등온 회분식반응기에서 순수한 A를 반응물로 $A \rightarrow B$ 액상 기초반응을 진행하여 반응 시작 20분 후 A의 전환율 80%를 얻었다. 동일한 반응물을 동일한 반응조건에서 부피가 2 L인 플러그흐름반응기(PFR)에 공급하여 반응을 진행할 경우, A의 전환율 80%를 얻기 위한 A의 부피유량[L min^{-1}]은?

- ① 0.1
 ② 0.15
 ③ 0.2
 ④ 0.25

16. 그림은 연속교반탱크반응기(CSTR)와 플러그흐름반응기(PFR)에서 진행한 $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ 연속 액상 1차 반응에 대해 A의 전환율(X_A)과

R의 수율($\frac{C_R}{C_{A0} - C_A}$)과의 관계를 반응속도상수 비율($\frac{k_2}{k_1}$)에 따라 나타낸 그래프이다. CSTR을 나타내는 것과 반응속도상수 비율의 크기 비교를 바르게 연결한 것은? (단, 모든 반응은 순수한 A를 반응물로 일정 온도에서 진행한다)



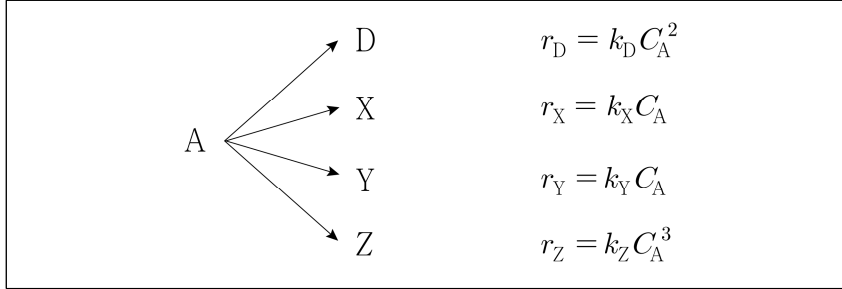
CSTR

반응속도상수 비율의 크기 비교

- ① 점선 $\left(\frac{k_2}{k_1}\right)_a > \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_b > \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_c$
 ② 점선 $\left(\frac{k_2}{k_1}\right)_a < \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_b < \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_c$
 ③ 실선 $\left(\frac{k_2}{k_1}\right)_a > \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_b > \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_c$
 ④ 실선 $\left(\frac{k_2}{k_1}\right)_a < \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_b < \left(\frac{k_2}{k_1}\right)_c$

17. 다음 복합반응에서 반응물 A가 분해되어 1개의 목적 생성물 D와 3개의 비목적 생성물 X, Y, Z가 생성된다. X, Y, Z에 대한 D의 순간 선택도($S_{D/XYZ}$)가 최대가 될 때, 반응물 A의 농도는? (단, r_j 는 j 의 생성속도, k_j 는 j 의 생성반응에 대한 반응속도상수, C_A 는 A의 농도,

$$S_{D/XYZ} = \frac{r_D}{r_X + r_Y + r_Z} \text{이다}$$



- ① $\sqrt{\frac{k_Z}{k_D}}$
- ② $\sqrt{\frac{k_X + k_Y}{k_Z}}$
- ③ $\sqrt{\frac{k_D}{k_X + k_Y + k_Z}}$
- ④ $\sqrt{\frac{k_X + k_Y + k_Z}{k_D}}$

18. 동일한 부피의 연속교반탱크반응기(CSTR) n 개를 직렬로 연결하여 $A \rightarrow B$ 액상 기초반응을 일정 온도에서 진행한다. CSTR 한 개의 공간시간(τ)은? (단, k 는 반응속도상수, C_{A0} 는 첫 번째 반응기로 유입되는 A의 농도, C_A 는 n 번째 반응기 출구에서 A의 농도이다)

- ① $\frac{n}{k} [1 - (\frac{C_A}{C_{A0}})^{\frac{1}{n}}]$
- ② $\frac{1}{k} [1 - (\frac{C_A}{C_{A0}})^{\frac{1}{n}}]$
- ③ $\frac{1}{k} [n(\frac{C_{A0}}{C_A})^{\frac{1}{n}} - 1]$
- ④ $\frac{1}{k} [(\frac{C_{A0}}{C_A})^{\frac{1}{n}} - 1]$

19. 50 L 회분식반응기에서 순수한 A를 반응물로 $A \rightarrow B$ 발열 액상 기초반응을 진행한다. A의 초기농도가 1 mol L^{-1} , 초기 반응온도가 400 K일 때, 지속적인 열제거로 반응기의 온도를 400 K로 유지한다. 반응 시작 5분 후 열제거 속도 [kcal min^{-1}]의 크기는? (단, 교반기에 의해 반응기에 가해진 일은 무시하고, 반응속도상수는 0.2 min^{-1} , 반응열 $\Delta H_R(400 \text{ K}) = -10 \text{ kcal mol}^{-1}$ 이다)

- ① $\frac{100}{e}$
- ② $\frac{150}{e}$
- ③ $\frac{200}{e}$
- ④ $\frac{250}{e}$

20. 고체 촉매가 균일하게 충전된 등온 충전층반응기(PBR)에서 $A \rightarrow B$ 기상 반응을 진행할 때, 압력강하는 $\frac{P}{P_0} = (1 - \alpha W)^{1/2}$ 식을 따른다.

반응기 길이가 5 m일 때, 입구에서 압력이 10 atm, 출구에서 압력이 8.66 atm이었다. 동일한 반응조건에서 반응기 길이를 15 m로 늘려 반응기 부피를 3배로 크게 했을 때, 반응기 출구에서의 압력[atm]은? (단, P_0 는 반응기 입구에서 압력, P 는 반응기 출구에서 압력, α 는 압력강하 파라미터, W 는 촉매 무게, 0.866의 제곱은 0.75이다)

- ① 1.5
- ② 2.5
- ③ 5.0
- ④ 7.5

21. 다음은 플러그흐름반응기(PFR)의 반응기 입구에 추적자를 펄스 입력(pulse input)한 후 반응기 출구에서 시간에 따른 추적자 농도를 측정한 결과이다. 반응기에서 유체의 평균체류시간[min]은? (단, 35분 이후 추적자는 검출되지 않는다)

시간[min]	0	5	10	15	20	25	30	35
추적자 농도[g L ⁻¹]	0	2	5	7	3	2	1	0

- ① 11.25
- ② 13.25
- ③ 14.25
- ④ 15.25

22. 정상상태 단열 플러그흐름반응기(PFR)에서 $A + B \rightarrow C$ 액상 기초 반응을 진행한다. 동일한 몰유량의 A와 B가 반응기로 공급되고, 반응기 입구와 반응기 출구에서의 온도가 각각 T_1 과 T_2 일 때, 반응기 출구에서 A의 전환율(X_A)은? (단, 반응한 A의 단위몰당 반응열 $\Delta H_R = -6,000 \text{ cal mol}^{-1}$, A와 B의 열용량 $C_{P,A} = C_{P,B} = 15 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, C의 열용량 $C_{P,C} = 30 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이고, 반응열과 열용량은 모두 온도에 무관하며 일정한 값을 갖는다)

- ① $\frac{T_2 - T_1}{100}$
 ② $\frac{T_2 - T_1}{150}$
 ③ $\frac{T_2 - T_1}{200}$
 ④ $\frac{T_2 - T_1}{300}$

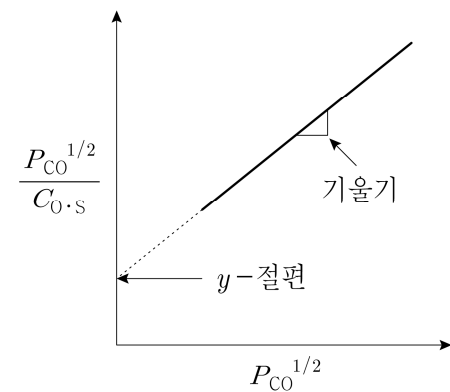
23. 등온 회분식반응기에서 5 mol L^{-1} 의 순수한 A를 반응물로 $A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$ 액상반응을 진행한다. 반응 시작 2시간 후 B의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$ 는? (단, $k_1 = 0.1 \text{ h}^{-1}$, $k_2 = 0.05 \text{ mol L}^{-1} \text{ h}^{-1}$, $e^{-0.2} = 0.8$ 이다)

- ① 1
 ② 0.9
 ③ 0.1
 ④ 0.05

24. 분자체(molecular sieve) 촉매인 제올라이트에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 천연물질에서 얻어질 수 있는 분자체 촉매이다.
 ② 제올라이트 세공의 크기에 따라 다양한 분자들의 체류시간을 조절할 수 있다.
 ③ 미세한 활성물질 입자를 제올라이트 표면에 분산시켜 담지 촉매를 제조할 수 있다.
 ④ 제올라이트를 활용하면 반응속도를 증가시킬 수는 있지만, 목적 생성물의 선택도를 향상시킬 수 없다.

25. 고체표면 활성점(S)에 일산화탄소(CO)의 해리 흡착($\text{CO} + 2\text{S} \rightleftharpoons \text{C} \cdot \text{S} + \text{O} \cdot \text{S}$)에 대한 흡착등온식으로부터 다음 그래프를 얻었다. 이 그래프의 기울기와 y -절편을 바르게 연결한 것은? (단, P_{CO} 는 CO의 분압, $C_{\text{O} \cdot \text{S}}$ 는 O·S의 농도, C_t 는 전체활성점 농도, K_A 는 흡착 평형상수이다)



- | | 기울기 | y -절편 |
|---|-----------------|---------------------------|
| ① | $\frac{1}{C_t}$ | $\frac{1}{C_t K_A^{1/2}}$ |
| ② | $\frac{2}{C_t}$ | $\frac{1}{C_t K_A^{1/2}}$ |
| ③ | $\frac{1}{C_t}$ | $\frac{1}{C_t K_A}$ |
| ④ | $\frac{2}{C_t}$ | $\frac{1}{C_t K_A}$ |