

반응공학

문 1. 자동촉매반응(autocatalytic reaction)에 해당하는 반응식은?

- ① $A \rightarrow R$
 $\quad \searrow$
 $\quad \quad S$
- ② $A \rightarrow R \rightarrow S$
- ③ $A + R \rightarrow R + R$
- ④ $A + B \rightarrow R + S$

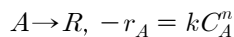
문 2. 화학 반응속도를 몰농도로 표현할 때, 비가역 0차 반응과 비가역 2차 반응에서 속도상수 k 의 단위를 바르게 연결한 것은? (단, 시간의 단위는 min이고 부피의 단위는 L이다)

- | 0차 반응 | 2차 반응 |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| ① $\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}$ | $\text{L mol}^{-1} \text{min}^{-1}$ |
| ② $\text{L mol}^{-1} \text{min}^{-1}$ | $\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}$ |
| ③ mol min^{-1} | $\text{L mol}^{-1} \text{min}^{-1}$ |
| ④ mol min^{-1} | $\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}$ |

문 3. 등은 혼합흐름 반응기 2개를 직렬로 연결하여 1차 액상 반응을 동일한 온도에서 진행한다. 최종 전환율이 주어질 때, 두 반응기 크기의 합이 최소가 되는 배치는?

- ① 작은 반응기를 먼저 배치한다.
- ② 두 반응기의 크기를 같게 한다.
- ③ 큰 반응기를 먼저 배치한다.
- ④ 반응기의 크기에 무관하다.

문 4. 다음 n 차 화학 반응속도식으로부터 얻어지는 반감기($t_{1/2}$)는? (단, $n > 1$ 이고, C_{A0} 는 A 의 초기농도이다)



- ① $\frac{2^{n-1}}{(n-1)kC_{A0}^{n-1}}$
- ② $\frac{2^{n-1}-1}{nkC_{A0}^{n-1}}$
- ③ $\frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_{A0}^n}$
- ④ $\frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_{A0}^{n-1}}$

문 5. 1차 액상 반응 $A \xrightarrow{k} B$ 의 반응속도상수 k 는 0.1 s^{-1} 이다. 농도가 0.5 mol L^{-1} 인 순수한 A 를 유량 1.0 L s^{-1} 로 등은 혼합흐름 반응기에 공급하여 생성물 B 를 1초당 0.1 mol 의 속도로 생성시킬 때, 필요한 반응기의 부피[L]는?

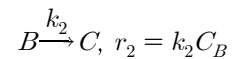
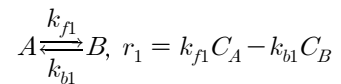
- ① 2.5
- ② 5
- ③ 25
- ④ 50

문 6. $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ 형태의 연속 단분자형 1차 반응이 순수한 A 로부터 정용 회분식 반응기에서 진행한다. R 의 농도가 최대일 때, A 의 전환율(X_A)은? (단, $k_1 = 2 \text{ min}^{-1}$ 이고 $k_2 = 4 \text{ min}^{-1}$ 이다)

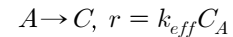
- ① 0.2
- ② 0.3
- ③ 0.4
- ④ 0.5

문 7. 다음과 같이 복합 반응을 중간체 B 에 대해 유사 정상상태 근사법을 적용하여 근사화된 단일 반응으로 나타낼 때, 유효 속도계수(k_{eff})는? (단, C_I 는 I 의 농도이다)

복합 반응:



근사화된 단일 반응:



- ① $\frac{k_{f1}k_2}{k_{b1}-k_2}$
- ② $\frac{k_{f1}k_2}{k_{b1}+k_2}$
- ③ $\frac{k_{b1}k_2}{k_{f1}-k_2}$
- ④ $\frac{k_{b1}k_2}{k_{f1}+k_2}$

문 8. 등은 정압하의 변용 회분식 반응기에서 균일계 기상반응 $A + 3B \rightarrow 2C$ 를 진행한다. 반응초기에 1몰의 A 와 3몰의 B 만을 반응기에 넣을 때, 전환율(X_A)로 나타낸 A 의 농도(C_A)는? (단, 기체는 모두 이상기체이고 C_{A0} 는 A 의 초기농도이다)

- ① $C_{A0} \frac{1-X_A}{1-0.5X_A}$
- ② $C_{A0} \frac{1-X_A}{1+0.5X_A}$
- ③ $C_{A0} \frac{1-0.5X_A}{1-X_A}$
- ④ $C_{A0} \frac{1+0.5X_A}{1-X_A}$

문 9. 등온 플러그흐름 반응기에서 균일계 2차 비가역 액상 반응 $A \rightarrow B$ 를 진행하여 전환율 50%를 얻었다. 이 반응의 전환율을 75%로 높이기 위한 방법으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 변화시키지 않는다)

- ㄱ. 반응기 부피를 1/3로 줄인다.
 ㄴ. 부피 유량을 3배로 늘린다.
 ㄷ. 온도를 올려서 속도상수 값을 3배로 늘린다.
 ㄹ. A의 초기농도를 3배로 늘린다.

- ① ㄱ, ㄴ
 ② ㄱ, ㄷ
 ③ ㄴ, ㄹ
 ④ ㄷ, ㄹ

문 10. 다음과 같이 일산화이질소(N_2O) 분해반응의 속도법칙이 주어질 때, 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$$2N_2O \rightarrow 2N_2 + O_2, -r_{N_2O} = \frac{k_{N_2O} C_{N_2O}}{1 + k' C_{O_2}}$$

- ① 산소의 농도가 매우 낮아 $1 \gg k' C_{O_2}$ 이면, 이 반응의 일산화이질소에 대한 겉보기 반응차수는 -1차이다.
 ② 산소의 농도가 충분히 커 $1 \ll k' C_{O_2}$ 이면, 이 반응의 산소에 대한 겉보기 반응차수는 -1차이다.
 ③ 이러한 형태의 속도식은 고체 촉매에 의해 촉진되는 액체반응 및 기체반응에서 흔하게 나타난다.
 ④ 반응성 중간체를 수반하는 균일반응에서도 이러한 형태의 속도식이 얻어진다.

문 11. 직렬로 연결된 동일한 크기와 온도의 혼합흐름 반응기에서 1차 액상 반응이 진행될 때 전환율은 담켈러(Damköhler) 수로 표시할 수 있다. 담켈러 수가 1일 때, 전환율이 80%를 넘기 위해 필요한 반응기의 최소 개수는?

- ① 1개
 ② 2개
 ③ 3개
 ④ 4개

문 12. 액상 이성질화 평형반응 $A \rightleftharpoons B$ 의 250 K에서 반응평형상수가 3.0이고, 반응열(ΔH_{Rx})은 $-8,314 \text{ J mol}^{-1}$ 이다. 400 K에서 이 반응의 반응평형상수를 K_{400} 이라 할 때, $\ln K_{400}$ 값은? (단, A와 B의 열용량은 동일하고, 기체상수 $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $\ln 3 = 1.1$ 이다)

- ① -1.4
 ② -0.4
 ③ 2.6
 ④ 3.6

문 13. Thiele 계수는 촉매반응에서 속도결정단계를 판단할 수 있는 중요한 파라미터이다. Thiele 계수가 1보다 매우 작을 때, 속도 결정단계는?

- ① 표면반응
 ② 외부확산
 ③ 내부확산
 ④ 반응물의 흡착

문 14. 구형 고체 연료의 연소 과정은 수축핵 모델(shrinking core model)로 설명할 수 있다. 이 모델의 반응 5단계를 순서대로 바르게 나열한 것은? (단, 고체 연료의 크기는 변하지 않는다)

- ㄱ. 기체 반응물이 입자를 둘러싸고 있는 기체경막을 통하여 고체 표면으로 확산하는 단계
 ㄴ. 미반응 핵 표면에서 기체 반응물과 고체가 반응하는 단계
 ㄷ. 기체 생성물이 기체경막을 통하여 유체 본체로 확산하는 단계
 ㄹ. 기체 반응물이 회층(ash layer)을 통과하여 미반응 핵 표면으로 침투 및 확산하는 단계
 ㅁ. 기체 생성물이 회층(ash layer)을 통과하여 고체 바깥 표면으로 확산하는 단계

- ① ㄱ → ㄹ → ㄴ → ㄷ → ㅁ
 ② ㄱ → ㄹ → ㄴ → ㅁ → ㄷ
 ③ ㄹ → ㄱ → ㄴ → ㄷ → ㅁ
 ④ ㄹ → ㄱ → ㄴ → ㅁ → ㄷ

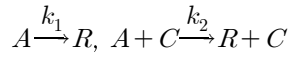
문 15. Arrhenius 법칙에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① $\ln k$ 대 $1/T$ 의 플롯은 양의 기울기를 가진 직선이다.
 ② 높은 활성화 에너지를 갖는 반응은 낮은 활성화 에너지를 갖는 반응보다 온도에 덜 민감하다.
 ③ 모든 반응은 고온일 때가 저온일 때보다 온도에 더욱 민감하다.
 ④ 빈도인자의 단위는 반응차수에 따라 달라진다.

문 16. 비등온반응기를 설계할 때 온도와 전환율의 관계식을 얻기 위해 필요한 것이 아닌 것은?

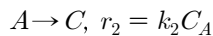
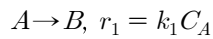
- ① 생성엔탈피
 ② 열용량
 ③ 열확산계수
 ④ 에너지수지식

문 17. 등온 회분식 반응기에서 반응물 A 와 촉매 C 에 의하여 정밀도 균일계 촉매반응이 다음의 두 경로로 일어나고 있다. 이에 대한 속도식은? (단, C_I 는 I 의 농도이고, 두 반응은 모두 기초반응법칙을 따른다)



- ① $-\frac{dC_A}{dt} = k_2 C_A C_C$
- ② $-\frac{dC_C}{dt} = k_2 C_A C_C$
- ③ $-\frac{dC_A}{dt} = k_1 C_A + k_2 C_A C_C$
- ④ $-\frac{dC_C}{dt} = k_1 C_A + k_2 C_A C_C$

문 18. 플러그흐름 반응기에서 반응물 A 에 대해 다음 비가역 1차 액상 반응이 경쟁적으로 진행된다. 두 반응의 속도상수 값이 동일할 때, 생성물 C 의 농도(C_C)를 공간시간(τ)의 함수로 옳게 나타낸 것은? (단, C_{A0} 는 A 의 초기농도이며, 생성물 B 와 C 의 초기농도는 0이다)



- ① $C_{A0} e^{-2k_1 \tau}$
- ② $C_{A0} (1 - e^{-2k_1 \tau})$
- ③ $\frac{C_{A0}}{2} (1 - e^{-2k_1 \tau})$
- ④ $\frac{C_{A0}}{2} (1 - e^{-k_1 \tau})$

문 19. 회분식 반응기에서 균일계 액상 반응 $A \rightarrow B$ 를 진행하여 목표 전환율을 달성하는 데 걸린 반응시간이 15 min이다. 이 반응을 동일한 온도에서 운전되는 플러그흐름 반응기에서 진행한다. 반응물 A 의 유입 몰유속은 50 mol min^{-1} , 유입 농도는 5 mol L^{-1} 일 때, 목표 전환율을 달성하는 데 필요한 플러그흐름 반응기의 부피[L]는?

- ① 50
- ② 75
- ③ 100
- ④ 150

문 20. 등온 플러그흐름 반응기에서 $2A \rightarrow B + C$ 인 비가역 기초반응을 액상에서 수행하여 반응물 A 의 전환율을 25%로 얻었다. 동일한 반응기 2개를 첫 번째 반응기에 추가하여 직렬로 연결했을 때, 얻을 수 있는 반응물 A 의 최종 전환율[%]은?

- ① 25
- ② 30
- ③ 50
- ④ 75