

반응공학

문 1. 혼합흐름 반응기에서 $A \rightarrow R$ 인 비가역 1차 반응이 진행된다. 전환율 80%를 얻기 위해 필요한 공간시간은? (단, k 는 반응속도 상수이다)

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

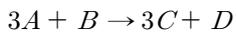
문 2. 회분식 반응기에서 $2A \rightarrow 2R$ 인 기초반응이 진행된다. 반응 개시 5분 후에 50%의 A가 소모되었다면, 전환율 80%가 되는 데 걸리는 시간[min]은?

- ① 5
- ② 10
- ③ 15
- ④ 20

문 3. 공간시간과 공간속도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

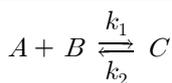
- ① 공간속도가 $3h^{-1}$ 이라는 것은 주어진 조건 하에서 1h당 반응기 부피의 3배에 해당하는 공급물이 반응기에 유입된다는 뜻이다.
- ② 공간시간은 주어진 조건에서 측정된 반응기 부피만큼의 공급물 처리에 필요한 시간을 의미한다.
- ③ 공간시간의 역수가 공간속도이다.
- ④ 공간시간은 반응기 부피를 반응기 출구에서의 부피유속으로 나눈 값이다.

문 4. 다음의 액상 기초반응이 회분식 반응기에서 진행된다. 반응물 A와 B의 초기농도가 10 mol L^{-1} 와 2 mol L^{-1} 이고 제한반응물(limiting reactant)의 전환율이 100%일 때, 제한반응물과 제한반응물이 아닌 반응물의 최종농도[mol L^{-1}]를 바르게 나열한 것은?



제한반응물	제한반응물이 아닌 반응물의 최종농도
① A	1
② B	1
③ A	4
④ B	4

문 5. 다음과 같은 가역 액상 기초반응에서 농도가 각각 3 mol L^{-1} 인 반응물 A와 B만 초기에 존재한다. 평형상태에서 A의 전환율이 50%일 때, 이 반응의 평형상수[L mol^{-1}]는?



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

문 6. 발열 가역반응에서 반응온도의 조작에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 반응온도를 높이면 평형전환율은 감소한다.
- ② 반응온도를 높이면 평형상수값은 감소한다.
- ③ 최적온도진행(optimum temperature progression)을 따르면 주어진 반응물의 전환율에 대하여 반응물 유입량에 대한 반응기 부피의 비를 최소화할 수 있다.
- ④ 최대속도궤적(locus of maximum rate)을 따르려면 반응온도는 반응 시작시점에서 낮게 유지할 필요가 있다.

문 7. 1,000개의 박테리아가 존재하는 생선 통조림을 150°C 에서 10분간 열처리하면 100개의 박테리아만 남는다. 1차 반응의 회분식 공정으로 가정할 때, 150°C 로 생선 통조림 안에 있는 1백억 개의 박테리아를 1개로 줄이기 위해 필요한 열처리시간[min]은?

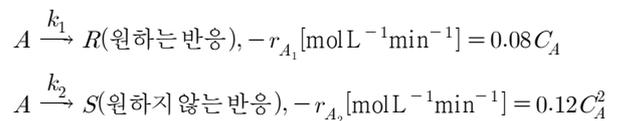
- ① 100
- ② 1,000
- ③ 10,000
- ④ 100,000

문 8. 혼합흐름 반응기에서 다음과 같은 비가역 액상 1차 반응이 연속적으로 진행된다. R의 최대 수율을 얻기 위해 필요한 반응기의 부피[L]와 R의 최대 수율이 얻어질 때 A의 농도[mol L^{-1}]를 바르게 나열한 것은? (단, A의 초기농도와 부피유속은 각각 6 mol L^{-1} 와 4 L min^{-1} 이다)



	반응기의 부피	A의 농도
①	8	1.2
②	16	1.2
③	8	2.0
④	16	2.0

문 9. 혼합흐름 반응기에서 반응물 A에 대해 다음 두 반응이 경쟁적으로 진행된다. A의 초기농도가 2 mol L^{-1} 일 때, 전환율 50%를 얻기 위해 필요한 공간시간[min]과 그때 R의 총괄수율(overall fractional yield)을 바르게 나열한 것은?

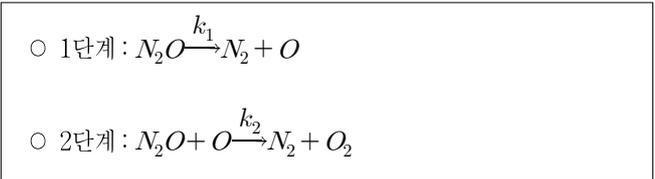


	공간시간	총괄수율
①	5	0.2
②	5	0.4
③	10	0.2
④	10	0.4

문 10. 이상흐름 반응기에서 체류시간분포에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, τ_s 는 혼합흐름 반응기의 체류시간, τ_p 는 플러그흐름 반응기의 체류시간, 시간 $t=0$ 일 때 추적자 농도는 C_0 이다)

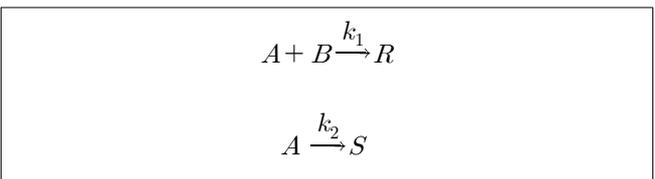
- ① 추적자 펄스가 혼합흐름 반응기의 입구로 주입되면, 단일 혼합흐름 반응기의 출구 농도는 $C=C_0e^{-t/\tau_s}$ 로 표현된다.
- ② 추적자 펄스가 혼합흐름 반응기의 입구로 주입되면, 단일 혼합흐름 반응기의 체류시간분포는 $\frac{e^{-t/\tau_s}}{\tau_s}$ 로 표현된다.
- ③ 단일 플러그흐름 반응기의 체류시간분포는 τ_p 만큼 지연된다.
- ④ 혼합흐름 반응기 → 플러그흐름 반응기 직렬계와 플러그흐름 반응기 → 혼합흐름 반응기 직렬계의 체류시간분포식은 서로 다르다.

문 11. 기체 상태에서 일산화이질소(N_2O)는 다음의 두 단계를 거쳐 분해된다. 전체반응의 속도식이 $-r_{N_2O} = k[N_2O]$ 일 때, 1단계와 2단계 반응의 상대적 속도에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① 1단계 반응이 2단계 반응보다 매우 느리며 1단계가 속도결정 단계이다.
- ② 1단계 반응이 2단계 반응보다 매우 빠르며 2단계가 속도결정 단계이다.
- ③ 1단계 반응과 2단계 반응의 속도는 유사하다.
- ④ 알 수 없다.

문 12. 반응물 A와 B로부터 다음 기초반응을 통하여 원하는 생성물 R과 부생성물 S가 생성된다. S에 대한 R의 상대적인 수율을 높이기 위한 반응물의 농도 조건은? (단, C_A 와 C_B 는 각각 반응물 A와 B의 농도이다)



- ① C_A 를 높인다.
- ② C_B 를 높인다.
- ③ C_A 와 C_B 를 모두 낮춘다.
- ④ 농도에 상관없다.

문 13. 플러그흐름 반응기에서 비가역 액상 반응이 $-r_A = kC_A^2$ 의 속도로 진행되고 있다. 반응기로 유입되는 반응물 A의 초기농도가 C_{A0} 이고 A의 전환율이 X_A 일 때, 반응기에서의 공간시간은? (단, k 는 반응속도상수, C_A 는 A의 농도이다)

- ① $\frac{1}{k} \ln \frac{1}{1-X_A}$
- ② $\frac{X_A}{kC_{A0}(1-X_A)^2}$
- ③ $\frac{X_A}{kC_{A0}(1-X_A)}$
- ④ $\frac{X_A}{k(1-X_A)}$

문 14. 다음의 반응 속도식을 갖는 비가역 액상 반응을 직렬로 연결된 두 개의 반응기에서 수행하고자 한다. 혼합흐름 반응기와 플러그흐름 반응기의 다양한 조합으로 이 반응을 진행시킬 때, 동일한 조건 하에서 부피가 최소로 되는 최적의 반응기 배열은? (단, 반응물 A의 초기농도는 2 mol L^{-1} , 반응 후 A의 최종농도는 0.5 mol L^{-1} 이다)

$$-r_A [\text{mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}] = \frac{1}{C_A^2 - 2C_A + 2}$$

- | | |
|-----------------|-----------------|
| <u>첫 번째 반응기</u> | <u>두 번째 반응기</u> |
| ① 혼합흐름 반응기 | 혼합흐름 반응기 |
| ② 플러그흐름 반응기 | 플러그흐름 반응기 |
| ③ 혼합흐름 반응기 | 플러그흐름 반응기 |
| ④ 플러그흐름 반응기 | 혼합흐름 반응기 |

문 15. 등온 혼합흐름 반응기에서 1차 기초반응이 진행된다. 반응물의 전환율이 60%일 때, Damköhler 수는?

- ① 1.0
- ② 1.5
- ③ 2.0
- ④ 2.5

문 16. 효소반응에 관한 다음의 Michaelis-Menten 속도식에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, $-r_S$ 는 반응속도, v_{max} 는 최대반응속도, K_m 은 Michaelis-Menten 상수, $[S]$ 는 기질의 농도이다)

$$-r_S = \frac{v_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

- ① v_{max} 는 전체효소농도의 함수이다.
- ② K_m 이 클수록 기질과 효소 사이의 친화도는 증가한다.
- ③ $[S] \gg K_m$ 인 경우, 반응속도는 1차반응에 가깝다.
- ④ 모든 효소 촉매반응은 Michaelis-Menten 식을 따른다.

문 17. $A \rightarrow R$ 의 비가역 액상 반응이 $-r_A [\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}] = 3C_A$ 의 속도로 진행된다. 반응기를 나가는 흐름의 $\frac{1}{2}$ 을 반응기로 재순환시킬 때, 전환율 40%를 얻기 위해 필요한 공간시간[min]은? (단, 반응물 A의 초기농도는 5 mol L^{-1} 이다)

- ① $\frac{1}{2} \ln \frac{4}{3}$
 ② $\frac{1}{2} \ln \frac{13}{9}$
 ③ $\frac{2}{3} \ln \frac{4}{3}$
 ④ $\frac{2}{3} \ln \frac{13}{9}$

문 18. 정상상태의 단열 혼합흐름 반응기에서 $A \rightarrow B$ 인 액상 반응이 상변이 없이 진행된다. 온도 20°C 의 순수 반응물 A가 10 mol L^{-1} 로 공급된다면, 반응기 온도가 60°C 로 유지될 때의 전환율[%]은? (단, 반응열은 $-\Delta H_R = 20 \text{ kcal mol}^{-1}$, 반응기 부피당 열용량은 $\rho C_p = 1 \text{ kcal L}^{-1} \text{K}^{-1}$ 이다)

- ① 20
 ② 25
 ③ 30
 ④ 35

문 19. 촉매반응 시스템에서 반응물이 촉매 내부로의 확산 제한을 받으면서 1차 반응으로 일어나는 경우, Thiele 계수에 영향을 주는 요소가 아닌 것은?

- ① 촉매 표면에서의 반응속도 상수
 ② 촉매의 입자크기
 ③ 반응물의 유효 확산계수
 ④ 촉매 표면에서의 반응물 농도

문 20. 다음의 액상 반응이 플러그흐름 반응기에서 진행된다. 초기농도가 5 mol L^{-1} 인 반응물 A를 10 mol min^{-1} 의 속도로 반응기에 공급할 경우, 전환율 80%를 얻기 위해 필요한 반응기 부피[L]는? (단, $\ln 5 = 1.6$ 으로 가정한다)

$$A \rightarrow P, -r_A [\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}] = \frac{2C_A}{(1+C_A)^2}$$

- ① 10.8
 ② 11.6
 ③ 21.6
 ④ 23.2