

반응공학

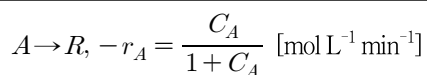
문 1. 반응속도식이 $-r_A = kC_A^2C_B C_C^3$ 일 때, 옳지 않은 것은? (단, C_I 는 I 의 농도이다)

- ① 반응속도 $-r_A$ 는 단위시간당 단위부피당 반응하는 A 의 몰수이다.
- ② A 에 대해 반응차수는 2차이다.
- ③ 반응속도상수 k 는 무차원(dimensionless)이다.
- ④ 전체 반응차수는 6차이다.

문 2. 등온 회분식 반응기에서 $A \rightarrow 2R$ 인 액상 반응이 진행된다. 반응이 A 에 대해 2차일 때, 반응 개시 후 전환율 50%에 도달하는 데 걸리는 시간(t_{50})에 대한 전환율 75%에 도달하는 데 걸리는 시간(t_{75})의 비 $\left(\frac{t_{75}}{t_{50}}\right)$ 는?

- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4

문 3. 직렬로 연결된 두 개의 혼합흐름 반응기에서 다음과 같은 액상 반응이 진행된다. 첫 번째 반응기로 공급되는 A 의 농도가 2.0 mol L^{-1} 일 때 첫 번째 반응기 출구와 두 번째 반응기 출구에서 A 의 농도가 각각 0.5 mol L^{-1} 와 0.2 mol L^{-1} 로 측정되었다. 반응기 입구에서 부피 유속이 10 L min^{-1} 일 때, 두 반응기 부피의 합[L]은? (단, C_A 는 A 의 농도이다)



- ① 2.5
- ② 6.3
- ③ 25
- ④ 63

문 4. 반응물 A 에 대해 다음의 플러그흐름 반응기 물질수지식을 유도하기 위한 가정으로 옳지 않은 것은? (단, F_A 는 A 의 몰유량, V 는 반응기 부피, r_A 는 A 에 대한 반응속도이다)

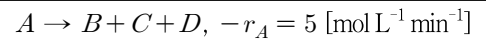
$$\frac{dF_A}{dV} = r_A$$

- ① 반응기 내 흐름장(flow field)은 플러그흐름 분포로 모델화될 수 있다.
- ② 반응기 축방향으로 r_A 의 변화는 없다.
- ③ 정상상태에서 반응기가 운전된다.
- ④ 반응기 반지름방향으로 A 의 농도변화는 없다.

문 5. 등온 회분식 반응기에서 $2A \rightarrow B$ 인 액상 기초반응을 수행하여 A 의 초기농도가 1 mol L^{-1} 일 때 10분 후 50%의 전환율을 얻었다. 이 반응을 동일 온도의 혼합흐름 반응기에서 수행하여 동일한 전환율을 얻고자 할 때, 필요한 혼합흐름 반응기의 부피[L]는? (단, 혼합흐름 반응기로 A 가 1 mol L^{-1} 의 농도와 10 mol min^{-1} 의 몰유량으로 공급된다)

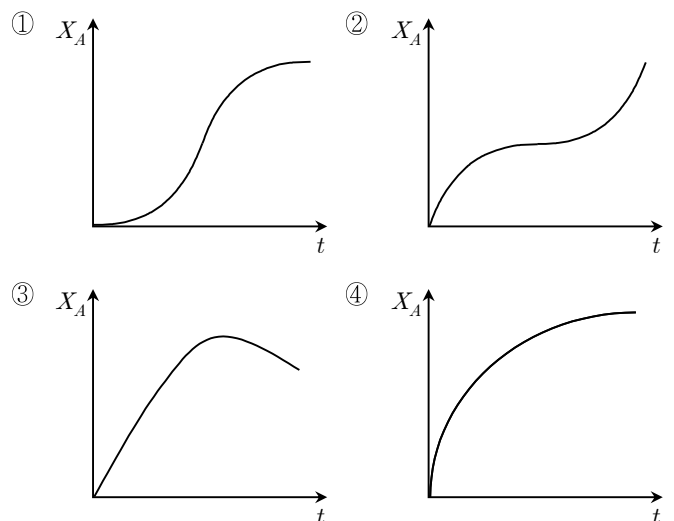
- ① 10
- ② 20
- ③ 100
- ④ 200

문 6. 다음과 같은 A 에 대한 0차 기상 반응이 부피 2L인 플러그흐름 반응기에서 등온 정압 조건하에 진행된다. 순수한 A 가 공급되며 반응기 입구에서 A 의 농도는 100.0 mol L^{-1} 이고 반응기 출구에서 A 의 농도는 25.0 mol L^{-1} 이다. 반응기 입구에서 A 의 몰유량 $[\text{mol min}^{-1}]$ 은?



- ① 13.3
- ② 16.7
- ③ 20.0
- ④ 23.3

문 7. 자동촉매반응(autocatalytic reaction) $A + R \rightarrow R + R$ 의 시간(t)에 따른 전환율(X_A) 그래프는? (단, 반응 초기에는 A 와 미량의 R 이 존재한다)



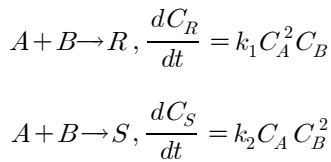
문 8. 직렬로 연결된 두 개의 혼합흐름 반응기에서 $A \rightarrow B$ 인 1차 등온 액상 반응이 진행된다. 최종 전환율이 0.75일 때, 두 반응기 부피의 합이 최소가 되는 첫 번째 반응기 출구 전환율은?

- ① 0.3
- ② 0.4
- ③ 0.5
- ④ 0.6

문 9. 등은 정압 조건의 혼합흐름 반응기에서 $A \rightarrow 2R$ 인 기상 기초반응이 진행된다. 비활성 물질이 반응물 A 와 함께 공급되며 반응기 입구에서 A 의 몰분율은 0.8, 반응속도상수 k 는 0.1 min^{-1} 일 때, 전환율 50%를 얻기 위한 공간시간[min]은?

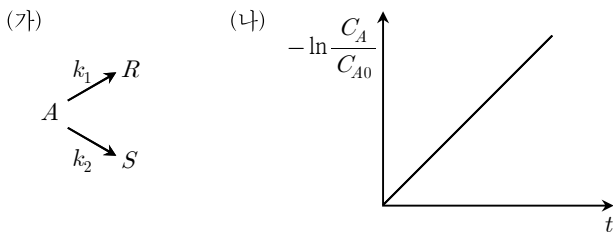
- ① 7
② 14
③ 28
④ 56

문 10. 혼합흐름 반응기에서 다음과 같은 액상 반응들이 경쟁적으로 진행된다. A 의 전환율이 80%일 때, 반응기 출구에서 S 의 농도 [mol L^{-1}]는? (단, C_I 는 I 의 농도, 반응기로는 A 와 B 만 공급되고, 반응기 입구에서 A 와 B 의 농도는 10 mol L^{-1} 으로 동일하며, $k_1 = k_2$ 이다)



- ① 2
② 4
③ 6
④ 8

문 11. 등은 회분식 반응기에서 그림 (가)와 같이 두 개의 액상 기초반응이 경쟁적으로 진행된다. 시간(t)에 따른 반응물 A 의 농도 변화를 그림 (나)와 같이 그래프로 나타낼 때, 그래프에서 직선의 기울기는? (단, C_{A0} 는 A 의 초기농도이며, C_A 는 시간 t 에서 A 의 농도이다)

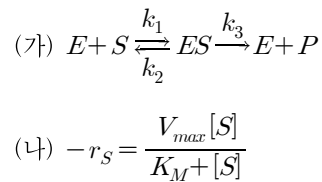


- ① $\frac{k_1}{k_2}$
② $k_1 k_2$
③ $k_1 - k_2$
④ $k_1 + k_2$

문 12. 연속식 반응기에서 순수한 A 로부터 $A \xrightarrow{k_1} B$ 인 1차 액상 반응을 이용하여 B 를 생산하고자 한다. 이때 $B \xrightarrow{k_2} C$ 인 1차 액상 반응도 부반응으로 함께 진행된다. 플러그흐름 반응기와 혼합흐름 반응기에서 B 의 생산을 최대화 하기 위한 공간시간[min]은? (단, k_1 은 0.4 min^{-1} , k_2 는 0.1 min^{-1} 이며, $\ln 2 = 0.69$ 로 가정한다)

	플러그흐름 반응기	혼합흐름 반응기
①	4.6	5.0
②	5.0	4.6
③	5.0	6.6
④	6.6	5.0

문 13. (가)와 (나)는 각각 효소(enzyme)가 포함된 화학반응식과 반응 속도식이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, E 는 효소, S 는 기질(반응물), ES 는 효소-기질 복합체, P 는 생성물, $[I]$ 는 I 의 농도를 나타낸다)



- ① ES 에 대해 유사 정상상태 가정(pseudo steady state hypothesis, PSSH)을 적용하면 $k_1[E][S] = k_2[ES] + k_3[ES]$ 이 성립한다.
- ② K_M 은 $\frac{k_1}{k_2 + k_3}$ 로 나타낼 수 있다.
- ③ V_{max} 는 주어진 전체 효소 농도에서 최대 반응속도를 의미한다.
- ④ k_3 는 전환수(turnover number)를 나타내며, 효소가 기질과 함께 포화되었을 때 단일 효소분자에서 단위시간당 생성물로 변하는 기질분자의 수이다.

문 14. 촉매반응의 일반적인 특성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 촉매는 주로 반응속도를 높여서 가역반응의 평형전환율을 높인다.
- ② 촉매활성을 나타내는 전환빈도(turnover frequency, TOF)는 단위시간, 단위활성점당 반응하는 분자수를 의미한다.
- ③ 불균일계 고체 촉매반응은 주로 유체와 고체 사이의 계면에서 일어난다.
- ④ 촉매는 반응의 활성화에너지에 영향을 주어 반응속도를 변화시킨다.

문 15. 혼합흐름 반응기에서 $A \rightarrow B$ 인 2차 액상반응을 수행하여 공급하는 A 의 농도가 2 mol L^{-1} 일 때 50%의 전환율을 얻었다. 공간 시간과 반응속도상수는 변화시키지 않고 공급하는 A 의 농도를 20 mol L^{-1} 로 높였을 때, 출구에서 전환율[%]은?

- ① 60
② 70
③ 80
④ 90

문 16. 일정 부피 회분식 반응기에서 기체 반응물 A 가 $-r_A = kC_A^2$ 의 반응속도로 일정 온도에서 분해된다. 온도 $T[\text{K}]$ 에서 A 의 기체 압력 $p_A[\text{atm}]$ 는 시간 $t[\text{h}]$ 에 따라 다음의 관계식을 따를 때, 이 반응에 대한 반응속도상수 $k[\text{L mol}^{-1} \text{h}^{-1}]$ 는? (단, C_A 는 A 의 농도, $R[\text{atm L mol}^{-1} \text{K}^{-1}]$ 은 기체상수이며, 반응물 A 는 이상기체로 가정한다)

$$p_A = \frac{1}{3t + 1}$$

- ① $\frac{1}{9}RT$
② $\frac{1}{3}RT$
③ $3RT$
④ $9RT$

문 17. 정상상태 비등온 플러그흐름 반응기에서 진행되는 단일 가역반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 발열반응의 도달할 수 있는 최대 전환율은 단일조작선과 온도-평형전환율 상관식의 교점으로 구한다.
② 흡열반응의 경우 공급원료의 온도가 매우 낮은 상태에서는 생성물이 거의 생기지 않는다.
③ 발열반응의 경우 공급원료의 온도가 높아짐에 따라 평형전환율을 감소한다.
④ 발열반응의 경우 공급원료의 온도가 높아짐에 따라 평형전환율을 얻을 수 있는 위치는 반응기 입구로부터 멀어진다.

문 18. 정상상태 혼합흐름 반응기에서 $A \rightarrow B$ 인 액상 발열반응이 상변이 없이 진행된다. 온도 300 K 의 순수한 A 가 반응기로 공급되며 반응기의 온도는 460 K 으로 일정하게 유지된다. 전환율 60%를 얻기 위해, 공급되는 A 의 단위몰당 반응기에서 제거해야 하는 열 $[\text{cal mol}^{-1}]$ 은? (단, 교반기에 의해 반응기에 가해진 일은 무시할 수 있고 A 와 B 의 열용량은 $10 \text{ cal mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ 으로 동일하며, 300 K 에서 반응열 ΔH_r 은 $-8,000 \text{ cal mol}^{-1}$ 이다)

- ① 800
② 1,600
③ 2,400
④ 3,200

문 19. 혼합흐름 반응기에서 순수한 A 로부터 $A \xrightarrow{k_1} B$ 와 $A \xrightarrow{k_2} C$ 인 두 개의 1차 액상 반응이 경쟁적으로 진행될 경우 옳은 것은? (단, C_{A0} 는 반응기 입구에서 A 의 농도, C_I 는 반응기 출구에서 I 의 농도, τ 는 공간시간, S_I 는 반응물 A 가 반응하는 속도에 대한 I 가 생성되는 속도의 비를 나타낸다)

- ① $C_A = \frac{C_{A0}}{1 - (k_1 + k_2)\tau}$
② $C_B = \frac{\tau k_1 C_{A0}}{1 + (k_1 + k_2)\tau}$
③ $C_C = \frac{k_2 C_{A0}}{1 - (k_1 + k_2)\tau}$
④ $S_B = \frac{k_1}{k_1 - k_2}$

문 20. 고체 촉매를 이용한 반응기 설계에서 고정층(fixed bed) 반응기와 비교할 때 유동층(fluidized bed) 반응기의 장점에 해당하지 않는 것은?

- ① 반응기 내부의 온도 제어가 용이하다.
② 촉매무게당 전환율이 높다.
③ 반응기 내부에 국소고온점(hot spot)이 생성될 가능성이 낮다.
④ 촉매의 비활성화가 급격히 일어나 촉매를 자주 재생할 필요가 있을 경우 효과적이다.