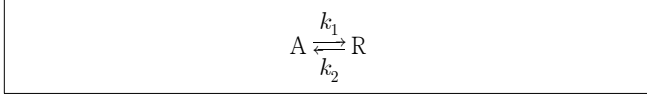


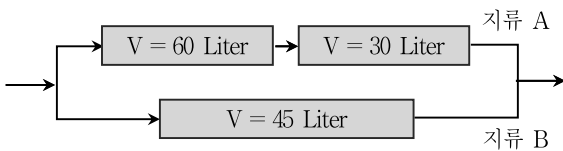
반응공학

- 문 1. 부피가 일정한 회분식 반응기(batch reactor) 내에서 다음과 같은 가역 1차 반응이 순수한 A로부터 출발하여 진행된다. 평형에 도달했을 때 A의 평형전환율이 80%라고 하면, 이 반응의 평형상수 K_C 는?



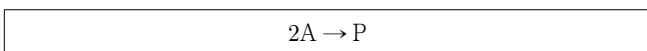
- ① 1 ② 2
③ 3 ④ 4

- 문 2. 다음 그림은 두 개의 평행한 지류로 이루어진 세 개의 플러그흐름 반응기(PFR)를 보여주고 있다. 각 지류 A, B에서의 전환율이 동일하기 위한 공급물의 유량 비율은?



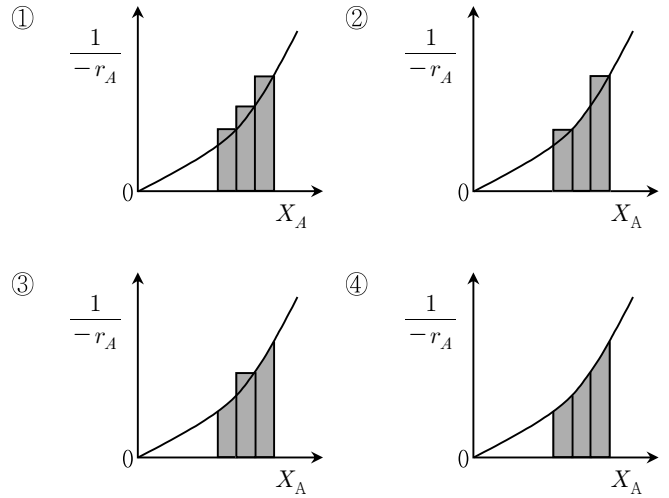
- | | 지류 A | 지류 B |
|---|------|------|
| ① | 1/3 | 2/3 |
| ② | 2/3 | 1/3 |
| ③ | 1/4 | 3/4 |
| ④ | 3/4 | 1/4 |

- 문 3. 다음과 같은 반응에 대한 반응속도식을 구하기 위하여 일정한 부피를 갖는 회분식 반응기에서 반응실험을 수행하였다. 만약 이 반응이 기초반응(elementary reaction)이라면, 시간에 따라서 선형적으로 증가하는 농도함수의 표현으로 옳은 것은?



- ① $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}}$
② $\ln \frac{C_{A0}}{C_A}$
③ $C_{A0} - C_A$
④ $\frac{C_{A0}}{C_A}$

- 문 4. 어떤 반응에서 반응기를 “CSTR – PFR – CSTR”과 같이 직렬로 연결했을 때, 반응기의 크기를 결정하기 위한 $\frac{1}{-r_A}$ 과 X_A 의 관계를 나타내는 그래프로 옳은 것은? (단, r_A 와 X_A 는 각각 A의 반응 속도와 전환율이다)



- 문 5. 다음 메커니즘에 따라 $2A + B + C \rightarrow D + B$ 의 반응이 일어날 경우, 전체 반응속도식으로 옳은 것은?



- ① $r = kC_A^2 C_B C_C$
② $r = kC_A C_B^2 C_C$
③ $r = kC_A C_B C_C^2$
④ $r = kC_A C_B C_C$

- 문 6. 공간시간(space time)이 1.5분이고 $C_{A0} = 5 \text{ mol/l}$ 이며, 원료 공급이 1분에 1,000 mol로 공급되는 혼합흐름 반응기(CSTR)의 최소 부피[L]는?

- ① 100
② 200
③ 300
④ 400

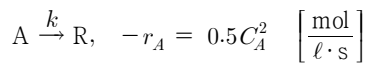
- 문 7. 일정 부피의 회분식 반응기에서 $A \rightarrow B$ 비가역반응이 일어나고 있다. 이 반응은 액상 1차 반응이며, 90% 전환에 100초의 시간이 걸렸다면, 반응 시작 후 전환율이 99.9%에 도달하기 위한 반응 시간은?

- ① 150초
② 200초
③ 250초
④ 300초

문 8. $2A \rightarrow R$ 은 비가역 2차 반응이다. 등온 회분식 반응기에서 A를 어떤 초기농도로 10분 동안 반응시켰을 때 A의 25%가 전환되었다. A의 초기농도를 3배로 증가시킨다면 A의 50%가 전환되기 위한 반응시간은?

- ① 5분
- ② 10분
- ③ 15분
- ④ 30분

문 9. 반응물 A가 $1 \text{ mol}/\ell$ 의 농도로 4ℓ 부피의 CSTR에 공급되어, 등온에서 다음과 같이 반응을 한다. 출구에서의 농도를 측정한 결과 $0.5 \text{ mol}/\ell$ 이었다. 반응기에 공급해야 하는 반응물의 공급속도 $[\ell/\text{s}]$ 는?



- ① 0.5
- ② 0.75
- ③ 1.0
- ④ 1.25

문 10. 다음과 같은 액상 반응에서 반응물 A의 농도를 달리하면서 부피가 일정한 회분식 반응기에서 초기 반응속도를 관찰하였으나 반응속도의 변화를 관찰할 수 없었다. 만일 A를 CSTR에 주입하여 주어진 조건에서 60%의 전환율을 얻었다면, PFR을 사용하여 동일한 조건에서 얻을 수 있는 전환율은?



- ① 50%
- ② 60%
- ③ 65%
- ④ 70%

문 11. 반응평형에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 온도가 증가할 때 평형전환율은 흡열반응에서는 감소하고 발열반응에서는 증가한다.
- ② 모든 반응에서 불활성 물질의 감소는 기체반응에서 압력이 증가하는 것과 같은 작용을 한다.
- ③ 만일 반응평형상수 $K \gg 1$ 이면 실제로 완전한 전환이 가능하여 반응을 비가역반응으로 간주할 수 있다.
- ④ 열역학에 의한 평형상수는 계의 압력, 불활성 물질의 존재 여부, 반응의 속도론에 대해서는 영향을 받지 않고 계의 온도에 의하여 영향을 받는다.

문 12. 불균일계 촉매반응에서 유효인자(effectiveness factor)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 물수가 늘어나는 반응의 경우 유효인자 값은 커진다.
- ② 등온반응에서 유효인자의 값은 1보다 클 수 없다.
- ③ 등온반응인 경우 Thiele 계수가 커지면 유효인자 값은 작아진다.
- ④ 1차반응의 경우 유효인자는 세공 내의 평균농도를 세공 입구에서의 농도로 나눈 값으로 표현된다.

문 13. 기체 반응물 A가 부피 50ℓ 의 CSTR 내로 47°C 에서 $100 \ell/\text{min}$ 의 속도로 들어가고 있다. 이 반응은 부피가 2배로 증가하는 반응이며 전환율은 60%이다. 반응기 출구에서의 온도는 127°C 이고, 압력은 1 atm으로 일정할 경우, 이때의 공간시간과 평균 체류시간(mean residence time)은?

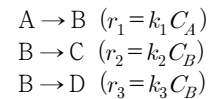
공간시간[min] 평균 체류시간[min]

- | | | |
|---|------|------|
| ① | 0.25 | 0.25 |
| ② | 0.25 | 0.50 |
| ③ | 0.50 | 0.25 |
| ④ | 0.50 | 0.50 |

문 14. 액상 1차 반응 $A \rightarrow R$ 이 직렬로 연결된 2개의 CSTR에서 일어나고 있다. 첫 번째 반응기의 입구와 출구에서 A의 농도가 각각 1과 $0.6 \text{ mol}/\ell$ 이다. 두 번째 반응기의 부피가 첫 번째 반응기의 6배라고 가정할 때, 두 번째 반응기 출구에서 A의 농도 $[\text{mol}/\ell]$ 는?

- ① 0.08
- ② 0.10
- ③ 0.12
- ④ 0.14

문 15. 다음과 같은 반응이 체류시간 τ 인 CSTR에서 일어날 때, 반응기 출구에서 B의 농도 C_B 에 대한 식으로 옳은 것은? (단, 공급원료에는 A만이 존재하며 그 농도는 C_{A0} 로 가정한다)



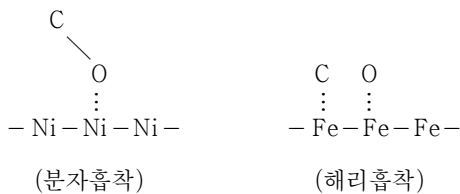
- ① $\frac{\tau k_1 C_{A0}}{(1 + (k_2 + k_3)\tau)}$
- ② $\frac{(1 + k_1\tau)C_{A0}}{(1 + (k_2 + k_3)\tau)k_1\tau}$
- ③ $\frac{\tau k_2 C_{A0}}{(1 + k_1\tau)(1 + k_2\tau)(1 + k_3\tau)}$
- ④ $\frac{\tau k_1 C_{A0}}{(1 + (k_2 + k_3)\tau)(1 + k_1\tau)}$

문 16. 기체 A와 기체 B가 촉매 표면에 흡착하여 $A + B \rightarrow C$ 의 이분자 반응(bimolecular reaction)이 일어난다. 표면 반응이 율속 단계(rate-determining step)이며 Langmuir-Hinshelwood 메커니즘을 따를 때, 속도식의 표현으로 옳은 것은? (단, 생성물 C의 흡착은 일어나지 않으며, 각 기호의 의미는 다음과 같다)

K_A : A의 흡착 평형상수 K_B : B의 흡착 평형상수
 P_A : A의 분압 P_B : B의 분압
 k' : 표면 반응의 반응속도 상수

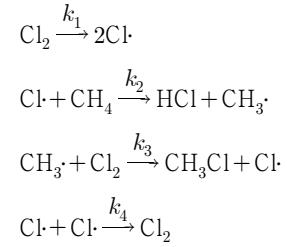
- ① $r_C = \frac{k' K_A K_B P_A P_B}{1 + K_A P_A}$
 ② $r_C = \frac{k' K_A K_B P_A P_B}{(1 + K_A P_A)^2}$
 ③ $r_C = \frac{k' K_A K_B P_A P_B}{1 + K_A P_A + K_B P_B}$
 ④ $r_C = \frac{k' K_A K_B P_A P_B}{(1 + K_A P_A + K_B P_B)^2}$

문 17. 다음 그림과 같이 일산화탄소의 흡착은 니켈(Ni) 표면 위에서는 분자흡착하고, 철(Fe) 표면 위에서는 분자가 아닌 산소와 탄소 원자로 해리흡착하는 것으로 알려져 있다. 해리흡착(dissociative adsorption)을 위한 등온선(isotherm)을 나타내는 식으로 옳은 것은? (단, C_i , $C_{O,s}$, P_{CO} , K_A 는 각각 흡착 활성점의 총 표면 농도, 산소 원자의 흡착 표면농도, 일산화탄소의 분압, 흡착 평형 상수이다)



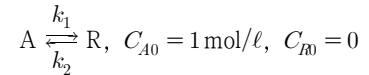
- ① $C_{O,s} = \frac{K_A P_{CO} C_i}{1 + K_A P_{CO}}$
 ② $C_{O,s} = \frac{1 + K_A P_{CO}}{K_A P_{CO} C_i}$
 ③ $C_{O,s} = \frac{(K_A P_{CO})^{1/2} C_i}{1 + 2(K_A P_{CO})^{1/2}}$
 ④ $C_{O,s} = \frac{1 + 2(K_A P_{CO})^{1/2}}{(K_A P_{CO})^{1/2} C_i}$

문 18. 메탄과 염소 분자의 반응은 다음과 같은 라디칼반응 메커니즘을 통하여 일어난다. 이 경우, HCl 생성을 위한 반응속도식에서 메탄과 염소 분자의 농도 각각에 대한 반응차수로 옳은 것은?



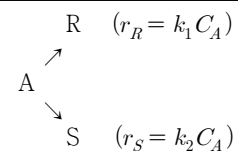
- | CH_4 | Cl_2 |
|---------------|---------------|
| ① 1/2차 | 1/2차 |
| ② 1차 | 1/2차 |
| ③ 1/2차 | 1차 |
| ④ 1차 | 1차 |

문 19. 부피가 일정한 등온 회분식 반응기에서 다음과 같은 액상의 가역 1차 반응이 일어난다. 1분 후 A의 전환율은 25%이고, 이 반응의 평형전환율은 50%이다. 반응속도[mol/ℓ·min]를 나타내는 식으로 옳은 것은? (단, $\ln 0.5$ 의 값은 -0.69이고 $\ln 0.25$ 의 값은 -1.38이다)



- ① $-r_A = 0.345 C_A - 0.345 C_R$
 ② $-r_A = 0.690 C_A - 0.345 C_R$
 ③ $-r_A = 1.035 C_A - 1.035 C_R$
 ④ $-r_A = 1.380 C_A - 1.380 C_R$

문 20. 2개의 직렬로 연결된 CSTR에서 다음과 같이 액상 반응물 A의 평행반응이 진행된다. 초기농도는 $C_{A0} = 1$, $C_{R0} = 0$, $C_{S0} = 0$ 이고 각 반응기의 공간시간은 $\tau_1 = 5 \text{ min}$, $\tau_2 = 10 \text{ min}$ 이다. 첫 번째 반응기 출구에서의 농도가 $C_{A1} = 0.4$, $C_{R1} = 0.4$, $C_{S1} = 0.2$ 일 때, 두 번째 반응기 출구에서의 농도는?



- | | C_{A2} | C_{R2} | C_{S2} |
|---|----------------|----------------|----------------|
| ① | $\frac{1}{10}$ | $\frac{3}{5}$ | $\frac{3}{10}$ |
| ② | $\frac{1}{10}$ | $\frac{3}{15}$ | $\frac{4}{15}$ |
| ③ | $\frac{1}{5}$ | $\frac{3}{5}$ | $\frac{3}{10}$ |
| ④ | $\frac{1}{5}$ | $\frac{3}{15}$ | $\frac{4}{15}$ |