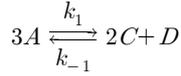


## 반응공학

- 문 1. 다음 반응이 기상에서 가역적으로 일어난다. 이 반응이 기초반응 (elementary reaction)일 때 반응속도식은? (단,  $K = \frac{k_1}{k_{-1}}$  이다)



- ①  $-r_A = k_1(C_A^3 - C_C^2 - C_D)$   
 ②  $-r_A = k_1(C_A^3 - \frac{C_C^2 + C_D}{K})$   
 ③  $-r_A = K(C_A^3 - C_C^2 C_D)$   
 ④  $-r_A = k_1(C_A^3 - \frac{C_C^2 C_D}{K})$

- 문 2. 이상기체인 A와 B가 일정한 부피 및 온도 조건의 회분식반응기에서 반응이 일어날 때, 반응물 A의 분압이  $P_A$ 라고 한다면 반응속도식은?

- ①  $-r_A = -\frac{V}{RT} \frac{dP_A}{dt}$   
 ②  $-r_A = -\frac{1}{RT} \frac{dP_A}{dt}$   
 ③  $-r_A = -\frac{RT}{V} \frac{dP_A}{dt}$   
 ④  $-r_A = -RT \frac{dP_A}{dt}$

- 문 3. 반응  $A \rightarrow R$  에서 반응속도식은 다음과 같다.

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = \frac{k_1 C_A}{1 + k_2 C_A}$$

반응차수 및  $k_1, k_2$ 에 대한 설명으로 옳은 것으로만 묶은 것은?

- ㄱ.  $\frac{1}{C_A}$ 에 대하여  $\frac{1}{-r_A}$ 를 나타낸 그래프에서 실험 data 회귀선의 기울기는  $\frac{1}{k_1}$ 이다.  
 ㄴ.  $\frac{1}{C_A}$ 에 대하여  $\frac{1}{-r_A}$ 을 나타낸 그래프에서 실험 data 회귀선의 기울기는  $\frac{k_2}{k_1}$ 이다.  
 ㄷ. 반응물 A가 낮은 농도에서는 1차이고 높은 농도에서는 0차이다.  
 ㄹ. 반응물 A가 낮은 농도에서는 0차이고 높은 농도에서는 1차이다.

- ① ㄱ, ㄷ  
 ② ㄱ, ㄹ  
 ③ ㄴ, ㄷ  
 ④ ㄴ, ㄹ

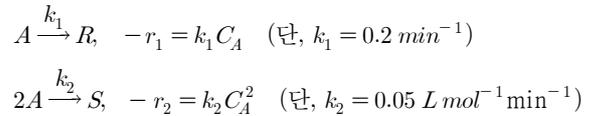
- 문 4. 화학양론식이  $A + 3B \rightarrow 2R + S$ 인 반응이 다음과 같이 2차 반응 속도식으로 표현된다.

$$-r_A = k_1 C_A C_B$$

반응속도( $r_A, r_B, r_R$ )의 관계식으로 옳은 것은?

- ①  $-r_A = -\frac{1}{3}r_B = \frac{1}{2}r_R$   
 ②  $-r_A = -3r_B = 2r_R$   
 ③  $r_A = \frac{1}{3}r_B = \frac{1}{2}r_R$   
 ④  $r_A = 3r_B = 2r_R$

- 문 5. 다음과 같은 복합반응이 액상반응으로 진행되며 반응 원료는 순수한 성분 A이다. 원하는 생성물이 R일 경우 이 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?



- ① R의 수율을 높이기 위해서는 연속교반반응기(CSTR)보다 플러그흐름반응기(PFR)가 유리하다.  
 ② R의 수율을 높이기 위해서는 플러그흐름반응기(PFR)보다 연속교반반응기(CSTR)가 유리하다.  
 ③ R의 수율을 높이기 위해서는 플러그흐름반응기(PFR) 뒤에 연속교반반응기(CSTR)를 직렬로 연결하는 것이 유리하다.  
 ④ R의 수율과 반응기의 종류는 무관하다.

- 문 6.  $A \rightarrow 2B$ 의 1차 기상반응이 10 atm의 순수한 A에서 시작되어 정용회분식반응기에서 진행되고 있다. 반응개시 10 min 후에 전환율이 50%가 되었다. 이때의 반응기 전체압력  $P_t$  [atm]와 반응속도상수  $k$  [ $\text{min}^{-1}$ ]는? (단, 온도는 일정하며, A, B는 이상기체로 가정한다)

- ①  $P_t = 15, k = \frac{\ln 0.5}{10}$   
 ②  $P_t = 15, k = \frac{-\ln 0.5}{10}$   
 ③  $P_t = 16.6, k = \frac{\ln 0.33}{10}$   
 ④  $P_t = 16.6, k = \frac{-\ln 0.33}{10}$

- 문 7. 회분식반응기에서 실험을 통하여 1차 비가역 액상반응이 10분 동안 50% 전환됨을 확인하였다. 이 반응을 공급 몰유량  $100 \text{ mol h}^{-1}$ , 반응물 공급 농도  $4 \text{ mol L}^{-1}$ 로 연속 공정에 도입하여 95% 전환율을 달성하고자 한다. 연속교반반응기(CSTR)의 부피는 플러그흐름반응기(PFR) 부피의 몇 배인가? (단, 부피유량 [ $\text{L h}^{-1}$ ]은 일정하며,  $\ln 2 = 0.7, \ln 5 = 1.6$ 으로 한다)

- ①  $\frac{19}{2}$   
 ②  $\frac{19}{3}$   
 ③  $\frac{19}{4}$   
 ④  $\frac{19}{5}$

문 8. 회분식반응기에서 237°C의 온도로 비가역반응을 진행시켜 전환율 90%를 얻었다. 온도를 227°C로 낮추어 반응을 수행하여 동일한 전환율을 얻는데 2.7배의 시간이 소모되었을 경우, 이 반응의 활성화에너지[kJmol<sup>-1</sup>]는? (단, ln2.7=1, R=8Jmol<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>로 한다)

- ① 154
- ② 184
- ③ 204
- ④ 240

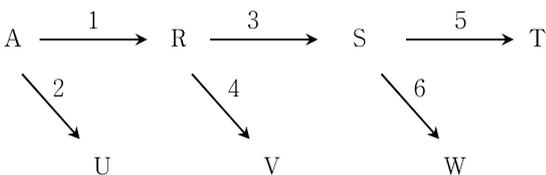
문 9. 다음의 액상반응 A+B→C+R에서 생성물 C가 촉매로 작용하여 반응속도를 증진시킨다. 반응속도식은 -r<sub>A</sub> = kC<sub>A</sub>C<sub>C</sub>로 나타낼 수 있다. A와 C의 초기 농도는 C<sub>A0</sub> = 0.8molL<sup>-1</sup>, C<sub>C0</sub> = 0.4molL<sup>-1</sup>이다. 이 반응에서 반응속도가 최대가 되는 A의 전환율[%]은?

- ① 25
- ② 30
- ③ 35
- ④ 40

문 10. 원전 노심에서 유출되는 방사선 물질인 요오드 131의 반감기는 8일 정도로 알려져 있다. 10톤 정도 되는 방사선 요오드 오염수가 현재의 방사성 강도의 1/100로 떨어지는 데 걸리는 기간[일]은? (단, 방사선 물질의 감쇄는 1차 반응으로 가정한다)

- ① 3  $\frac{\ln 10}{\ln 2}$
- ② 6  $\frac{\ln 10}{\ln 2}$
- ③ 16  $\frac{\ln 10}{\ln 2}$
- ④ 26  $\frac{\ln 10}{\ln 2}$

문 11. 아래와 같은 반응계에서 T를 가능한 한 많이 생산하고자 한다. 이를 위해 필요한 조건에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 활성화에너지(E)의 크기는 E<sub>1</sub> > E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> < E<sub>4</sub>, E<sub>5</sub> > E<sub>6</sub>이다)



- ① 반응의 시작단계에는 온도가 낮은 것이 유리하다.
- ② 반응의 중간단계에는 온도가 낮은 것이 유리하다.
- ③ 반응의 종결단계에는 온도가 높은 것이 유리하다.
- ④ 반응의 전 과정에서 온도가 높은 것이 유리하다.

문 12. 주어진 반응전환율에 대하여  $\frac{V}{F_{A0}}$ 를 최소로 할 수 있는 최적의 온도진행에 대하여 옳지 않은 것은? (단, V는 반응기의 부피이고, F<sub>A0</sub>는 반응물 A의 몰공급속도(molar feed rate)이다)

- ① 어떠한 조성에서도 최적의 온도는 항상 반응속도가 최대인 온도이다.
- ② 비가역반응에서 반응속도는 온도의 증가에 따라 증가하므로 최적의 온도진행은 허용되는 최고의 온도에서 일어난다.
- ③ 흡열반응에서는 온도의 상승에 따라 평형전환율과 반응속도가 모두 증가하므로 최적의 온도진행은 허용되는 최고의 온도에서 일어난다.
- ④ 일반적으로 발열가역반응에서의 최적의 온도진행은 처음에 저온에서 시작하여 전환율이 증가하면 온도를 증가시키는 것이다.

문 13. 액상에서 반응물이 촉매의 표면에 도달할 때 반응물의 농도는 점차적으로 줄어들게 된다. 촉매 표면에서 멀리 떨어진 지점의 농도가 C<sub>A∞</sub>이고 촉매 표면에서의 농도가 C<sub>AS</sub>라고 할 때, 정상 상태에서 이 두 농도 사이에 성립되는 관계식은? (단, k<sub>L</sub>은 액상에서 촉매 표면으로의 물질전달 계수이고, k는 촉매 표면에서의 반응속도 상수이며, 촉매반응은 1차 반응으로 진행된다)

- ① C<sub>AS</sub> =  $\frac{k_L}{k+k_L} C_{A\infty}$
- ② C<sub>AS</sub> =  $\frac{k+k_L}{k_L} C_{A\infty}$
- ③ C<sub>AS</sub> =  $\frac{k}{k+k_L} C_{A\infty}$
- ④ C<sub>AS</sub> =  $\frac{k+k_L}{k} C_{A\infty}$

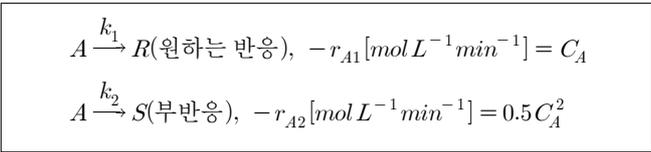
문 14. 불균일계 촉매반응에서 유효인자(effectiveness factor, η)와 틸레 계수(Thiele modulus, φ)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 촉매 기공 내의 확산저항이 클수록 유효인자 값은 작아진다.
- ② 틸레계수 값이 매우 작은 경우(φ ≪ 1), 촉매반응속도는 기공 확산에 의해 제한받지 않는다.
- ③ 1차 반응에서는 η =  $\frac{\tanh(\phi)}{\phi}$ 가 성립한다.
- ④ 틸레계수가 1을 초과하여 큰 값이 될수록 유효인자 값은 1에 접근한다.

문 15. 2차 비가역반응일 때, 일정한 온도의 정용회분식반응기에서 75%의 전환율을 얻는데 필요한 반응시간[s]은? (단, 반응물의 초기 농도 = 1 molL<sup>-1</sup>, 반응속도상수 = 1 × 10<sup>-4</sup> L mol<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>)

- ① 300
- ② 3,000
- ③ 30,000
- ④ 300,000

문 16. 다음과 같은 액상의 병렬반응이 연속교반반응기(CSTR)에서 일어나 반응물 A의 유입농도  $C_{A0} = 2.0 \text{ mol L}^{-1}$ 로부터 80%의 전환율을 얻었다.



이 반응기에서 공간시간( $\tau[\text{min}]$ )과 R의 총괄수득율( $\Phi_R$ )은?

- ①  $\tau = 1.3, \Phi_R = 0.63$
- ②  $\tau = 2.3, \Phi_R = 0.73$
- ③  $\tau = 3.3, \Phi_R = 0.83$
- ④  $\tau = 4.3, \Phi_R = 0.93$

문 17. 반응물 A에 대해서 1차 반응으로 알려진 반응이 연속교반반응기(CSTR)에서 액상으로 진행되고 있다. 공간시간과 속도상수의 곱으로 나타나는 무차원군 Damköhler number가 0.5인 연속교반반응기(CSTR) 4개를 직렬로 연결하였을 때 전체 반응기를 통해 얻어지는 A의 전환율[%]은? (단,  $1.5^4 = 5$ )

- ① 80
- ② 70
- ③ 60
- ④ 50

문 18. Langmuir 흡착등온식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

(단,  $P_A$ : 기체 A의 분압,  $\theta_A$ : A가 흡착된 표면분율,  $k_{aA}$ : A의 흡착속도상수,  $k_{dA}$ : A의 탈착속도상수)

- ① 흡착속도식은  $k_{aA} P_A (1 - \theta_A)$ 로 주어진다.
- ② 탈착속도식은  $k_{dA} \theta_A$ 로 주어진다.
- ③ 평형상태에서  $k_{aA} P_A (1 - \theta_A) + k_{dA} \theta_A = 1$ 로 주어진다.
- ④ Langmuir 흡착등온식은  $\theta_A = \frac{K_{aA} P_A}{1 + K_{aA} P_A}$ 로 주어진다.

(단,  $K_{aA} = \frac{k_{aA}}{k_{dA}}$ )

문 19. 연속반응  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$  가 연속교반반응기(CSTR)에서 진행되고 있다. 이 반응기에서 R의 농도를 최대로 하기 위한 A의 전환율은? (단, 반응속도 상수:  $k_1 = 2 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ ,  $k_2 = 8 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ )

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

문 20. 부피가 500 L인 케모스타트(미생물이 들어 있는 연속교반반응기)에서 균체를 생산하고자 한다. 무균 공급액의 유속은  $100 \text{ L h}^{-1}$ 이며, 포도당(기질)의 농도는  $5.0 \text{ g L}^{-1}$ 이다. 균체 생산속도는  $r = \mu_m \frac{S}{K_S + S}$  이고, 수율은  $Y_{X/S} = \frac{0.4 \text{ g 균체세포}}{1.0 \text{ g 포도당}}$  인 경우, 정상 상태에서 운전되는 케모스타트의 유출액에서 균체세포의 농도는 포도당 농도의 몇 배인가? (단, S는 반응기 내 포도당 농도이며,  $\mu_m = 0.3 \text{ h}^{-1}$ ,  $K_S = 0.1 \text{ g L}^{-1}$ )

- ① 0.6
- ② 2.6
- ③ 5.6
- ④ 9.6