

반응공학

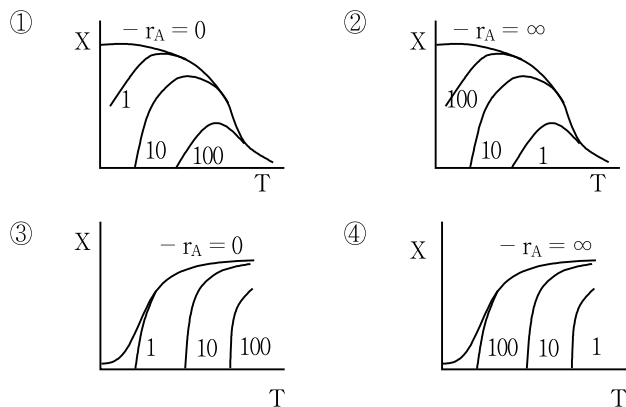
문 1. 온도가 T_1 에서 T_2 로 증가하였을 때, 반응속도상수가 2배 증가하였다. 이 반응에 대한 활성화 에너지(E)와 반응온도의 관계식으로 옳은 것은? (단, 반응속도상수는 Arrhenius 관계식을 따르며, R은 기체상수이다)

- ① $\frac{E}{R} = \frac{2(T_2 - T_1)T_2}{T_1}$
 ② $\frac{E}{R} = \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln 2$
 ③ $\frac{E}{R} = \frac{(T_2 - T_1)T_2}{T_1} \ln 2$
 ④ $\frac{E}{R} = \frac{2T_1 T_2}{T_2 - T_1}$

문 2. 비가역 액상반응이 혼합흐름 반응기(CSTR)와 플러그흐름 반응기(PFR)에서 각각 일어날 때 전환율이 같았다. 이때 플러그흐름 반응기의 부피가 혼합흐름 반응기의 부피보다 더 작게 되는 것은 어느 경우인가? (단, 각각의 반응기에 공급되는 반응물의 조건은 같다)

- ① 반응이 진행됨에 따라 반응속도가 감소하는 경우
 ② 반응이 진행됨에 따라 반응속도가 증가하는 경우
 ③ 반응이 진행됨에 따라 반응속도가 일정한 경우
 ④ 어떤 경우라도 플러그흐름 반응기가 혼합흐름 반응기의 부피보다 더 작다.

문 3. 가역반응 $A \rightleftharpoons R$ 이 발열반응인 경우 일반적인 온도 - 전환율 상관곡선으로 옳은 것은?



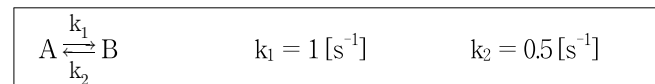
문 4. 실제 반응기에서 반응유체의 비이상 흐름에 영향을 주는 주요 인자가 아닌 것은?

- ① 반응유체의 체류시간분포
 ② 반응유체의 응집상태
 ③ 반응유체의 혼합특성
 ④ 반응유체의 농도

문 5. 다음 중 옳지 않은 것은?

- ① 균일상 반응(homogeneous reaction)의 반응속도는 물질전달 속도의 영향을 받는다.
 ② 기초반응(elementary reaction)은 반응속도식이 화학양론식에 대응하는 반응이다.
 ③ 반응속도상수의 단위는 반응차수에 따라 변한다.
 ④ 분자도(molecularity)는 반응에 참여한 분자의 수이다.

문 6. 가역 1차 액상반응에서 순수반응물 A가 혼합흐름 반응기(CSTR)에 1 mol s^{-1} 로 유입된다. 반응물 A의 전환율이 평형전환율의 60%가 되기 위한 반응기의 부피 [L]는? (단, A의 초기농도는 1 mol L^{-1} 이다)



- ① 1 ② 2
 ③ 4 ④ 8

문 7. 부피가 일정한 등온 회분식 반응기(batch reactor)에서 $A \rightarrow B$ 인 반응이 비가역적으로 일어날 때, A의 초기압력에 따라 다음과 같이 반감기가 각각 다르게 나타났다. 이 반응의 반응 차수는?

$P_{A0} [\text{mmHg}]$	$t_{1/2} [\text{s}]$
300	496
150	992

- ① 0 ② 1
 ③ 2 ④ 3

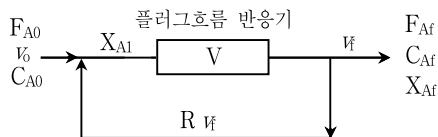
문 8. 등온, 등압하에 기상반응 $A \rightarrow 7R$ 이 혼합흐름 반응기(CSTR)에서 일어날 때 반응속도식은 $-r_A [\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}] = 1.0 C_A$ 이다. 50%의 A와 50%의 불활성물질로 구성된 반응물이 100 L min^{-1} 의 속도로 부피 100L인 반응기에 공급될 때 전환율은? (단, A의 초기농도는 1 mol L^{-1} 이다)

- ① 약 0.33 ② 약 0.50
 ③ 약 0.66 ④ 약 0.75

문 9. 액상의 비가역 연속반응 $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ 이 진행되고 있다. 각 반응은 1차 반응이고 공간시간을 τ 라 할 때, 다음 중 옳지 않은 것은?

- ① 플러그흐름 반응기의 경우 $\frac{dC_R}{d\tau} + k_2 C_R = k_1 C_{A0} e^{-k_1 \tau}$ 의 식이 성립된다.
 ② 혼합흐름 반응기의 경우 $C_A = \frac{C_{A0}}{1 + k_1 \tau}$ 의 식이 성립된다.
 ③ 동일한 전환율에 대해 플러그흐름 반응기가 혼합흐름 반응기보다 R의 수율이 높다.
 ④ 혼합흐름 반응기의 경우 $C_R = \frac{C_{A0}}{(1 + k_1 \tau)(1 + k_2 \tau)}$ 의 식이 성립한다.

문 10. 다음 그림과 같은 순환식 반응기(recycle reactor)가 있다. 이 반응기에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 전환율 간의 관계는 $X_{Af} = \left(\frac{R}{R+1}\right)X_{Af}$ 로 나타낼 수 있다.
- ② 반응기의 성능식은 $\frac{V}{F_{A0}} = (R+1) \int_{\left(\frac{R}{R+1}\right)X_{Af}}^{X_{Af}} \frac{dX_A}{-r_A}$ 로 나타낼 수 있다.
- ③ 액상반응인 경우 공간시간은 $\tau = - (R+1) \int_{\frac{C_{A0}+RC_{Af}}{R+1}}^{C_{Af}} \frac{dC_A}{-r_A}$ 로 나타낼 수 있다.
- ④ 순환비 R이 매우 작은 경우 성능식은 $\frac{V}{F_{A0}} = \frac{X_{Af}}{-r_A}$ 로 나타낼 수 있다.

문 11. 크기가 같은 플러그흐름 반응기(PFR)와 혼합흐름 반응기(CSTR)를 직렬로 연결한 반응기시스템에서 1차 비가역 액상반응이 일어날 때, 전환율을 극대화하기 위한 연결방법으로 옳은 것은?

- ① PFR과 CSTR의 순으로 연결
- ② CSTR과 PFR의 순으로 연결
- ③ 순서에 관계없음
- ④ 반응물의 초기농도에 따라 최적 배열 연결이 달라짐

문 12. 비등온반응기의 설계를 통해 최적조작온도를 결정하고자 한다. 설계시 허용되는 최고온도가 반응기 조작의 최적온도로 선택될 수 없는 반응유형은? (단, 최적조작이란 반응전환율을 극대화하고 반응기 부피를 최소화 할 수 있는 조작이다)

- ① 비가역 발열반응
- ② 비가역 흡열반응
- ③ 가역 흡열반응
- ④ 가역 발열반응

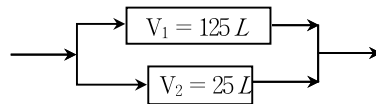
문 13. 플러그흐름 반응기(PFR)에서 $2A \rightarrow B$ 인 2차 비가역 액상반응이 일어났다. 반응기 부피는 100L이고 반응물의 부피유속이 10 L min^{-1} 일 때 전환율이 0.2였다. 반응기 부피를 4배로 늘릴 경우 전환율은?

- ① 0.35 ② 0.40
- ③ 0.45 ④ 0.50

문 14. 액상 기초반응(elementary reaction) $A \rightarrow P$ 가 혼합흐름 반응기(CSTR)에서 일어날 때 반응 전환율이 0.5였다. 만일 동일한 조건에서 같은 크기의 혼합흐름 반응기를 하나 더 추가하여 직렬로 연결한다면 반응물 A의 최종 전환율은?

- ① 0.70 ② 0.75
- ③ 0.80 ④ 0.85

문 15. 그림과 같이 플러그흐름 반응기(PFR)가 병렬로 연결되어 있을 때 각각의 반응기에서 동일한 전환율을 얻기 위해 작은 반응기(V_2) 쪽으로 보내야 하는 원료의 양은 전체 원료의 몇 % 인가?



- ① 약 10 ② 약 17
- ③ 약 50 ④ 약 83

문 16. 불균일계 촉매 반응에서 외부 물질전달, 내부 확산, 표면 반응 중 어느 것이 반응속도를 지배하고 있는가를 규명하는 것은 반응기 설계 및 해석에 매우 중요하다. 다음 반응속도에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?

- ① 입자외부 물질전달속도가 총괄반응속도를 지배하는 경우, 반응 속도 증가를 위해서는 반응물의 농도를 증가시켜야 한다.
- ② 입자외부 물질전달속도가 매우 느린 경우, 입자내부 확산계수는 온도가 증가함에 따라 감소한다.
- ③ 입자크기가 매우 작을 때 총괄반응속도는 외부물질전달속도에 크게 영향을 받지 않는다.
- ④ 입자외부 물질전달속도가 유속단계인 경우 총괄반응속도를 증가시키기 위해서는 입자를 지나는 유체의 유속을 증가시켜야 한다.

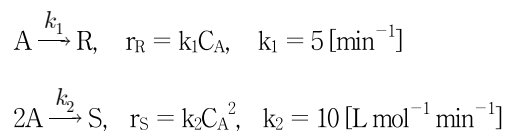
문 17. 기상반응 $A \rightarrow 2R$ 이 온도와 압력이 일정한 회분식 반응기(batch reactor)에서 일어났다. 80%의 A와 20%의 불활성물질로 구성된 반응물이 반응을 시작하여 2분만에 부피가 50% 증가되었다면, 이 반응의 전환율은?

- ① 0.255 ② 0.575
- ③ 0.625 ④ 0.715

문 18. 고정층 반응기와 유동층 반응기의 특성으로 옳지 않은 것은?

- ① 고정층 반응기의 기체흐름은 상대적으로 플러그흐름 반응기(PFR)에 가깝고, 유동층 반응기의 기체흐름은 혼합흐름 반응기(CSTR)에 가깝다.
- ② 고정층 반응기에서 촉매의 사용시 막힘현상에 의한 압력강하가 증가될 수 있다.
- ③ 유동층 반응기는 고체의 급속한 혼합으로 인해 온도의 균일한 제어와 반응기 내부의 균일온도분포를 얻기 어렵다.
- ④ 촉매활성도가 급격히 저하되어 촉매를 연속적으로 재생할 필요가 있을 때 유동층 반응기는 상대적으로 고정층 반응기 보다 유리하다.

문 19. 다음의 액상반응들이 혼합흐름 반응기(CSTR)에서 일어난다.



반응물 A의 초기농도가 2 mol L^{-1} 일 때 전환율이 0.5였다면, 생성물 R의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$ 는?

- ① 0.1 ② 0.2
- ③ 0.4 ④ 0.5

문 20. 기체 A가 촉매표면에 흡착하여 $A \rightarrow B$ 의 단분자반응(unimolecular reaction)이 일어난다. 표면반응이 율속단계이며 Langmuir - Hinshelwood 메커니즘을 따를 때, 속도식의 표현으로 옳은 것은? (단, K_A 와 K_B 는 각각 A와 B의 흡·탈착 평형상수이고, P_A 와 P_B 는 각각 A와 B의 기상 분압이다)

- ① $r_B = \frac{k' K_B P_B}{1 + K_B P_B}$ ② $r_B = \frac{k' K_A P_A}{1 + K_A P_A}$
- ③ $r_B = \frac{k' K_B P_B}{1 + K_A P_A + K_B P_B}$ ④ $r_B = \frac{k' K_A P_A}{1 + K_A P_A + K_B P_B}$