

반응공학

문 1. 공간속도 $3,000 \text{ h}^{-1}$ 로 운전되는 플러그흐름반응기에서 비가역 0차반응의 전환율이 40%였다. 동일한 반응기에서 전환율 80%를 얻고자 할 경우, 요구되는 공간속도 $[\text{h}^{-1}]$ 는? (단, 반응물의 초기 농도는 일정하다)

- ① 500
② 1,000
③ 1,500
④ 2,000

문 2. 정압 회분식반응기에서 기상반응 $2A + B \rightarrow R$ 이 일어나고 있다. 반응초기 반응기 부피는 V_0 였으며, A와 B가 양론비로 공급되었다면, 부피변화율($\frac{V}{V_0}$)은? (단, X_A 는 A의 전환율이다)

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

문 3. 회분식반응기에서 비가역 2차반응 ($A \xrightarrow{k} R$)이 일어날 경우, 특정 시간 (t)에서 A의 농도 (C_A)는?

- ① $\frac{C_{A0}}{1 + C_{A0}kt}$
② $\frac{1}{1 + C_{A0}kt}$
③ $\frac{C_{A0}}{1 + kt}$
④ $\frac{C_{A0}t}{1 + kt}$

문 4. 연속교반반응기에서 진행되는 액상 1차반응이 있다. 다른 조건은 동일하며, 반응온도만 올려서 반응속도를 2배로 증가시킬 경우, 처음과 동일한 전환율을 얻기 위한 반응기의 크기(V)는? (단, 처음 반응기의 크기는 V_0 이다)

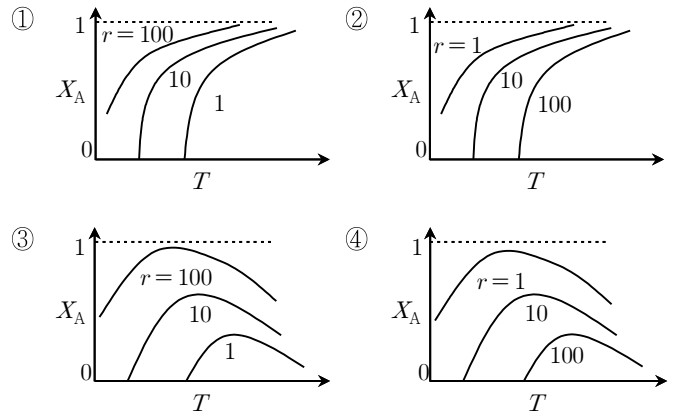
- ① $\frac{1}{2}V_0$
② $2V_0$
③ $\frac{1}{\ln 2}V_0$
④ $V_0 \ln 2$

문 5. 미지의 반응 $A \rightarrow R$ 의 반응차수를 구하기 위해 적분법을 사용하고자 한다. 다음 ㉠, ㉢에 들어갈 내용으로 옳지 않은 것은? (단, C_{A0} 는 초기 농도, C_A 및 X_A 는 각각 반응시간 t 에서의 농도 및 전환율이다)

반응시간 t 와 (㉠) 값이 선형관계이면 (㉢)차 반응이다.

- | | ㉠ | ㉢ |
|---|--|---|
| ① | $C_A - C_{A0}$ | 0 |
| ② | $-\ln\left(\frac{C_A}{C_{A0}}\right)$ | 1 |
| ③ | $\frac{X_A}{1 - X_A}$ | 2 |
| ④ | $\left(\frac{1}{C_A}\right)^2 - \left(\frac{1}{C_{A0}}\right)^2$ | 2 |

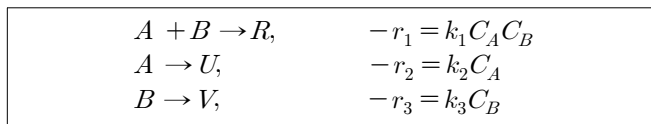
문 6. 반응속도가 r 인 가역 발열반응이 진행되는 회분식반응기에서 반응온도 (T)에 따른 전환율 (X_A)의 변화를 나타낸 그림은?



문 7. $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ 반응에서 두 반응단계가 속도상수 k_1 과 k_2 에 의존할 경우 옳은 것은? (단, k_1 과 k_2 는 Arrhenius 법칙을 따르며, E_1 과 E_2 는 각각 두 단계의 활성화에너지를 나타낸다)

- ① 첫 번째 반응단계만의 속도를 증가시키려면 $\frac{k_1}{k_2}$ 값을 작게 하여야 한다.
② 두 번째 반응단계만의 속도를 증가시키려면 $\frac{k_1}{k_2}$ 값을 크게 하여야 한다.
③ $E_1 > E_2$ 인 경우, 온도가 상승하면 $\frac{k_1}{k_2}$ 값이 감소한다.
④ $E_1 < E_2$ 인 경우, 첫 번째 반응단계만의 속도를 증가시키려면 낮은 온도가 유리하다.

문 8. 반응물 A 와 B 로부터 다음 반응을 통하여 목적생성물 R 과 그 밖의 생성물 U, V 가 생성된다. 플리그흐름반응기 (PFR) 또는 연속교반 반응기 (CSTR) 를 이용한 연속흐름운전에서 R 의 수율을 가장 크게 높일 수 있는 방법은?



- ① PFR의 입구에 A 와 B 공급
- ② CSTR의 입구에 A 와 B 공급
- ③ A 는 PFR의 입구에 공급, B 는 PFR 중간의 여러 위치에 나누어 공급
- ④ A 는 PFR 중간의 여러 위치에 나누어 공급, B 는 PFR의 입구에 공급

문 9. 회분식반응기에서 $A \rightarrow R$ 의 반응이 일어나며 순수한 반응물 A 가 1 mol L^{-1} 의 농도로 공급되었다. 반응 개시 1시간 후 75%의 전환율을 얻었으며, 반응 개시 2시간 후에는 반응이 종결되었다. 이 경우 반응속도식 ($-r_A$)은?

- ① $C_A^{0.5}$
- ② C_A
- ③ $2C_A^{0.5}$
- ④ $2C_A$

문 10. $C_{A0} = 10 \text{ mol m}^{-3}$ 인 기상 반응물 A 가 4g의 촉매가 들어있는 연속교반반응기로 유입되어 $A \rightarrow R$ 반응이 진행된다. 다음 표는 부피유속 변화에 따른 전환율이다. 이 경우 반응속도식 ($-r_A' [\text{mol g}_{\text{cat}}^{-1} \text{h}^{-1}]$)은?

$v_0 [\text{m}^3 \text{h}^{-1}]$	6	4	2.4
X_A	0.2	0.3	0.5

- ① $15C_A$
- ② $30C_A$
- ③ 15
- ④ 30

문 11. 복합반응에서 A 의 반응속도식이 각각 다음과 같다. B 의 총괄 반응속도식(r_B)은?



- ① $2k_1 C_A^2 - \frac{k_2 C_A C_B}{3}$
- ② $\frac{k_1}{2} C_A^2 - 3k_2 C_A C_B$
- ③ $k_1 C_A^2 - 3k_2 C_A C_B$
- ④ $2k_1 C_A^2 - k_2 C_A C_B$

문 12. 반응 $A + B \xrightarrow{k} C$ 의 반응속도가 멍수법칙모델(power-law model)을 따를 때, 다음 데이터로부터 구한 A 의 반응차수는?

A 의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$	B 의 농도 $[\text{mol L}^{-1}]$	초기반응속도 $[\text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}]$
2.30×10^{-4}	3.10×10^{-5}	5.25×10^{-4}
4.60×10^{-4}	6.20×10^{-5}	4.20×10^{-4}
9.20×10^{-4}	6.20×10^{-5}	1.68×10^{-3}

- ① 0
- ② 0.5
- ③ 1
- ④ 2

문 13. 회분식반응기에서 액상반응이 $-r_A = kC_A^2$ 의 속도로 진행되어 10분 후 반응물 A 의 전환율은 25%였다. 90분 후 도달하는 전환율 [%]은?

- ① 50
- ② 67
- ③ 75
- ④ 90

문 14. 액상 비가역 1차반응 $A \xrightarrow{k} B$ ($k = 0.001 \text{ s}^{-1}$)이 연속교반반응기에서

등온 조건으로 운전 중이다. 공급유량이 $v_0 = 0.5 \text{ L s}^{-1}$ 이고, 공급농도 $C_{A0} = 1 \text{ mol L}^{-1}$, $C_{B0} = 0 \text{ mol L}^{-1}$ 일 때, 전환율은 75%이다. 공급유량을 동일하게 유지한 상태에서 반응기의 부피를 절반으로 줄인다면 전환율 [%]은?

- ① 40
- ② 50
- ③ 60
- ④ 70

문 15. 반응속도, 온도 및 활성화에너지의 관계에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 반응온도가 올라가면 활성화에너지는 감소한다.
- ② 반응온도가 올라가면 활성화에너지는 증가한다.
- ③ 반응속도의 온도 의존성은 활성화에너지가 작은 반응일수록 더 크다.
- ④ 반응속도의 온도 의존성은 활성화에너지가 큰 반응일수록 더 크다.

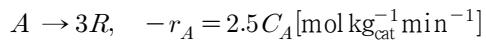
문 16. 불균일 고체 촉매반응에서 기체 A 와 B 가 활성점에 경쟁 흡착하는 경우, 기체 A 의 총괄흡착속도는? (단, θ 는 촉매표면 덮임율(coverage), p 는 기체분압, k_{aA} 는 흡착속도상수, k_{dA} 는 탈착속도상수이다. 기체는 이상기체이며, 흡착과 탈착은 가역 과정이다)

- ① $k_{aA} p_A (1 - \theta_A - \theta_B) - k_{dA} \theta_A \theta_B$
- ② $k_{aA} p_A (1 - \theta_A - \theta_B) - k_{dA} \theta_A$
- ③ $k_{aA} p_A (1 - \theta_A) - k_{dA} \theta_A$
- ④ $k_{aA} p_A (1 - \theta_B) - k_{dA} \theta_A$

문 17. 열교환기가 설치된 정상상태 반응기에서 반응열이 60 kcal mol^{-1} 인 발열반응을 등은 조건에서 진행하기 위해서는 1 분당 72 kcal 의 열량을 제거해야 한다. 반응물 A 를 2 mol min^{-1} 의 속도로 반응기에 공급할 경우, 전환율 [%] 은? (단, 반응기로 공급되는 반응물의 온도는 반응기 내부온도와 동일하다)

- ① 41.7
- ② 50
- ③ 60
- ④ 83.3

문 18. 다음 기상반응이 순환비가 충분히 커서 연속교반반응기로 간주할 수 있는 충전층반응기에서 진행된다. 입구농도 2 mol L^{-1} 인 반응물 A 가 40 mol min^{-1} 로 공급되는 경우, 전환율 75 % 를 얻기 위해 필요한 촉매량 [kg] 은?

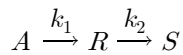


- ① 40
- ② 60
- ③ 80
- ④ 100

문 19. 액상 1차반응 $A \rightarrow R$ 에 대하여 A 의 전환율 99 % 에서 조업하고 있는 연속교반반응기가 있다. 생산량을 늘리기 위해 동일 체적의 반응기를 직렬로 1개 더 연결할 경우의 생산능력을 α 라 할 때, 체적이 2배인 반응기 1개만을 사용할 경우의 생산능력은? (단, 조업 조건은 서로 동일하고, 최종 전환율은 99 % 로 유지하며, 생산능력은 공급속도에 비례한다)

- ① $\frac{4}{11}\alpha$
- ② $\frac{11}{4}\alpha$
- ③ $\frac{2}{11}\alpha$
- ④ $\frac{11}{2}\alpha$

문 20. 다음 액상 연속반응에 대하여 반응기의 형태와 목적생성물 R 의 생성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 플러그흐름반응기에서 R 의 농도가 최대치에 도달하는데 소요되는 시간은 연속교반반응기에서보다 항상 짧다.
- ② 플러그흐름반응기에서 얻을 수 있는 R 의 최대농도는 연속교반반응기에서보다 항상 크다.
- ③ $\frac{k_2}{k_1}$ 가 1보다 매우 작을 경우, R 의 수율을 높이기 위해서는 A 의 전환율을 높게 설계하는 것이 유리하며, 미사용 반응물의 회수가 필요 없다.
- ④ $\frac{k_2}{k_1}$ 가 1보다 매우 클 경우, R 의 수율을 높이기 위해서는 A 의 전환율을 매우 낮게 설계하는 것이 유리하며, R 의 분리와 미사용 반응물의 회수가 필요하다.