

## 반응공학

문 1. 복합반응에서 A의 반응속도식이 각각 다음과 같다. B의 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 2. 반응  $A + B \xrightarrow{k} C$ 의 반응속도가 멱수법칙모델(power-law model)을 따를 때, 다음 데이터로부터 구한 A의 반응차수는?

A의 농도 [mol L <sup>-1</sup> ]	B의 농도 [mol L <sup>-1</sup> ]	초기반응속도 [mol L <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> ]
$2.30 \times 10^{-4}$	$3.10 \times 10^{-5}$	$5.25 \times 10^{-4}$
$4.60 \times 10^{-4}$	$6.20 \times 10^{-5}$	$4.20 \times 10^{-4}$
$9.20 \times 10^{-4}$	$6.20 \times 10^{-5}$	$1.68 \times 10^{-3}$

- ① 0  
 ② 0.5  
 ③ 1  
 ④ 2

문 3. 회분식반응기에서 액상반응이  $-r_A = kC_A^2$ 의 속도로 진행되어 10분 후 반응물 A의 전환율은 25%였다. 90분 후 도달하는 전환율 [%]은?

- ① 50  
 ② 67  
 ③ 75  
 ④ 90

문 4. 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 5. 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.

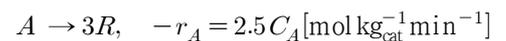
문 6. 불균일 고체 촉매반응에서 기체 A와 B가 활성점에 경쟁 흡착하는 경우, 기체 A의 총괄흡착속도는? (단,  $\theta$ 는 촉매표면 덮임율(coverage),  $p$ 는 기체분압,  $k_{aA}$ 는 흡착속도상수,  $k_{dA}$ 는 탈착속도상수이다. 기체는 이상기체이며, 흡착과 탈착은 가역 과정이다)

- 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 7. 열교환기가 설치된 정상상태 반응기에서 반응열이  $60 \text{ kcal mol}^{-1}$ 인 발열반응을 등온 조건에서 진행하기 위해서는 1분당  $72 \text{ kcal}$ 의 열량을 제거해야 한다. 반응물 A를  $2 \text{ mol min}^{-1}$ 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 8. 다음 기상반응이 순환비가 충분히 커서 연속교반반응기로 간주할 수 있는 충진층반응기에서 진행된다. 입구농도  $2 \text{ mol L}^{-1}$ 인 반응물 A가  $40 \text{ mol min}^{-1}$ 로 공급되는 경우, 전환율 75%를 얻기 위해 필요한 촉매량 [kg]은?

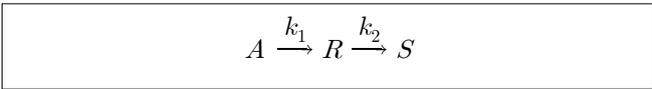


- ① 40  
 ② 60  
 ③ 80  
 ④ 100

문 9. 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  $\alpha$ 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 10. 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.

문 11. 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 12. 정압 회분식반응기에서 기상반응  $2A + B \rightarrow R$ 이 일어난다. 반응초기 반응기 부피는  $V_0$ 였으며,  $A$ 와  $B$ 가 양론비로 공급되었다면, 부피변화율( $\frac{V}{V_0}$ )은? (단,  $X_A$ 는  $A$ 의 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 13. 회분식반응기에서 비가역 2차반응 ( $A \xrightarrow{k} R$ )이 일어날 경우, 특정 시간 ( $t$ )에서  $A$ 의 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 14. 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)

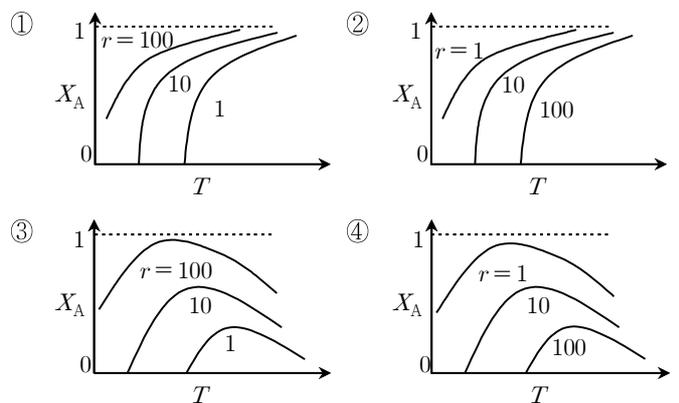
- ①  $\frac{1}{2}V_0$
- ②  $2V_0$
- ③  $\frac{1}{\ln 2}V_0$
- ④  $V_0 \ln 2$

문 15. 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 |

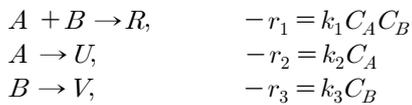
문 16. 반응속도가  $r$ 인 가역 발열반응이 진행되는 회분식반응기에서 반응온도 ( $T$ )에 따른 전환율 ( $X_A$ )의 변화를 나타낸 그림은?



문 17.  $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$  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 18. 반응물  $A$ 와  $B$ 로부터 다음 반응을 통하여 목적생성물  $R$ 과 그 밖의 생성물  $U, V$ 가 생성된다. 플러그흐름반응기(PFR) 또는 연속교반반응기(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 19. 회분식반응기에서  $A \rightarrow R$ 의 반응이 일어나며 순수한 반응물  $A$ 가  $1 \text{ mol L}^{-1}$ 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 20.  $C_{A0} = 10 \text{ mol m}^{-3}$ 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  $1.5C_A$
- ②  $3.0C_A$
- ③ 1.5
- ④ 3.0