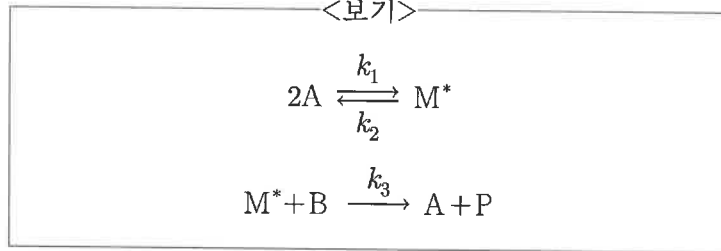


1. <보기>는 중간 생성물(M^*)을 포함하는 기초반응이다. 최종 생성물 P의 반응속도식으로 가장 옳은 것은? (단, 반응 중간체는 형성되는 만큼 빠르게 반응하고, k_1, k_2, k_3 은 각 화살표에 해당하는 반응의 속도상수이다.)

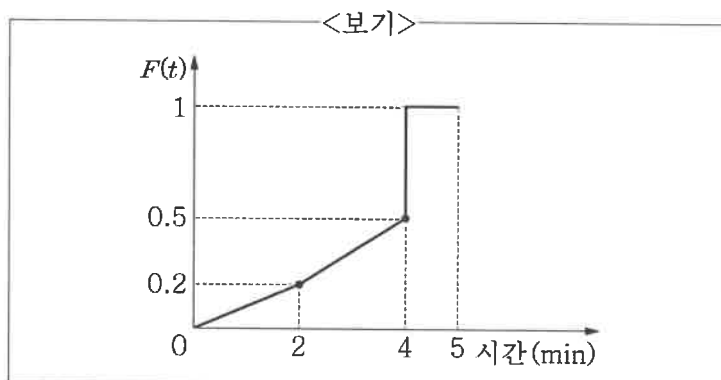


- ① $k_1 C_A^2 / 2(k_2 + k_3 C_B)$
 ② $k_1 k_3 C_A C_B^2 / 2(k_1 k_2 + k_3 C_B)$
 ③ $k_1 k_3 C_A^2 C_B / 2(k_2 + k_3 C_B)$
 ④ $k_1 k_3 C_A C_B / 2(k_2 + k_3 C_A)$

2. 부피가 20L인 플러그흐름반응기(PFR)에서 액상 1차 반응 $A \rightarrow P$ 가 일정한 온도로 일어난다. 부피유량이 5 L min^{-1} 이고 A의 초기 농도가 10 mol L^{-1} 일 때, A의 출구 농도 [mol L^{-1}]는? (단, 속도상수는 0.4 min^{-1} 이고, $\ln 5$ 는 1.6으로 가정한다.)

- ① 2 ② 4
 ③ 6 ④ 8

3. 반응기 내에서 체류한 시간이 t 이하인 배출류의 분율을 뜻하는 누적분포함수 $F(t)$ 가 <보기>와 같을 때, 평균 체류시간[min]은?



- ① 1.1 ② 1.9
 ③ 2.9 ④ 3.1

4. U에 대한 D의 순간 선택도(instantaneous selectivity)를 D의 생성속도와 U의 생성속도의 비율로 정의한다. <보기>와 같은 액상 다중 반응이 있을 때, $U(U_1 + U_2)$ 에 대한 D의 순간 선택도($S_{D/U}$)를 구하는 식과 이를 최대로 하는 A의 농도(C_A^*)를 표현한 식을 옳게 짝지은 것은? (단, k_1, k_2, k_3 은 반응속도상수이다.)

- <보기>
- $A + B \rightarrow D, r_D = k_1 C_A^2 C_B$
 - $A + B \rightarrow U_1, r_{U1} = k_2 C_A C_B$
 - $A + B \rightarrow U_2, r_{U2} = k_3 C_A^3 C_B$

$S_{D/U}$	C_A^*
① $k_1 C_A / (k_2 + k_3 C_A^2)$	$\sqrt{\frac{k_3}{k_2}}$
② $k_1 C_A / (k_2 + k_3 C_A^2)$	$\sqrt{\frac{k_2}{k_3}}$
③ $k_1 C_A^2 / (k_2 + k_3 C_A)$	$\sqrt{\frac{k_2}{k_3}}$
④ $k_1 C_A^2 / (k_2 + k_3 C_A)$	$\sqrt{\frac{k_3}{k_2}}$

5. 등온 플러그흐름반응기(PFR)에서 기초속도법칙을 따르는 액상 반응 $A + B \rightarrow C$ 가 진행되고 있다. 반응물의 초기 농도는 $C_{A0} = C_{B0} = 2 \text{ mol L}^{-1}$ 이고, 유량은 100 L s^{-1} 일 때, 반응기 출구에서 A의 농도에 가장 가까운 값 [mol L^{-1}]은? (단, 반응속도상수는 $0.2 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 이고, 반응기 길이는 5m이며, 단면적은 0.1 m^2 이다.)

- ① 0.33 ② 0.67
 ③ 0.8 ④ 1

6. 두 개의 등은 연속교반탱크반응기(CSTR)가 병렬로 연결되어 있으며, 반응속도상수가 0.05s^{-1} , A의 초기 농도(C_{A0})가 2mol L^{-1} 인 동일한 액상 기초반응 $A \rightarrow B$ 가 진행되고 있다. 반응기 1의 부피(V_1)가 160L, 반응기 2의 부피(V_2)가 400L일 때, 각 반응기 출구에서의 전하율비(X_1/X_2)에 가장 가까운 값은? (단, 초기에는 반응물 A만 존재하며, 부피유량은 40L s^{-1} 로 동일하다.)

- ① 0.5 ② 0.67
③ 1 ④ 2

7. 액상 반응 $A \rightarrow P$ 가 <보기>의 속도식을 따른다. 등은 회분식반응기에서 순수한 반응물 A가 전하율 75%에 도달하는 데 걸리는 시간이 10분일 때, 동일한 반응 조건에서 전하율 100%에 도달하는 데 걸리는 최소 시간[min]은?

<보기>

$$-r_A = kC_A^{0.5}$$

- ① 12 ② 15
③ 18 ④ 20

8. 등은 연속교반탱크반응기(CSTR)와 등은 플러그흐름 반응기(PFR)가 직렬로 연결되어 있고, 액상 기초반응 $A \rightarrow B$ 가 진행되고 있다. 반응속도상수가 0.1s^{-1} , CSTR의 체류시간(τ_{CSTR})이 10s, PFR에서의 체류시간(τ_{PFR})이 20s일 때, 출구에서 A의 총 전하율[%]은? (단, 초기에는 반응물 A만 존재하며, e^{-2} 는 0.14로 가정한다.)

- ① 50 ② 86
③ 91 ④ 93

9. 이상적인 연속교반탱크반응기(CSTR)의 출구 나이분포 함수(exit age distribution curve, $E(t)$)를 평균체류시간($\bar{\tau}$)을 활용하여 바르게 표현한 식은?

- ① $1 - \exp(-t/\bar{\tau})$
② $1 - \exp(-t/\bar{\tau})/\bar{\tau}$
③ $\exp(-t/\bar{\tau})$
④ $\exp(-t/\bar{\tau})/\bar{\tau}$

10. 순수한 A로 구성된 회분식반응기에서 반응물의 부피가 반응 시작 후 9분 동안 50% 증가한다. 기체 반응 $A \rightarrow 1.6B$ 에서 A의 소멸에 대한 1차 반응속도상수[min^{-1}]는? (단, 모든 기체는 이상기체이며 계 내의 전압과 온도는 일정하고, $\ln 6$ 은 1.8로 가정한다.)

- ① 0.1 ② 0.2
③ 0.3 ④ 0.5

11. 미분형반응기(differential reactor)에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 미분형반응기는 농도의 함수로 반응속도를 구하는데 사용된다.
ㄴ. 미분형반응기를 사용할 때, 우회(by-pass)나 편류(channeling)가 발생하도록 운전 조건을 조절해야 한다.
ㄷ. 미분형반응기에서 반응속도는 촉매층 내에서 변화한다고 볼 수 있다.
ㄹ. 미분형반응기에서는 농도구배가 없다고 가정할 수 있다.

- ① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ
③ ㄱ, ㄹ ④ ㄴ, ㄹ

12. 등은 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 액상 기초반응 $A + B \rightarrow C$ 가 진행되고 있다. 반응기 출구에서 A의 농도가 0.1mol L^{-1} , B의 농도가 0.5mol L^{-1} 일 때, A의 초기 농도(C_{A0})와 B의 초기 농도(C_{B0})의 비율(C_{A0}/C_{B0})은? (단, 반응속도상수는 $0.05\text{L mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ 이고, 반응체류시간은 20s이다.)

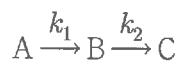
- ① $\frac{3}{11}$ ② $\frac{1}{3}$
③ 3 ④ $\frac{11}{3}$

13. 반응속도상수의 온도의존성이 Arrhenius 관계식을 따르는 어떤 반응의 온도를 500K에서 1,000K으로 증가시켰을 때, 반응속도상수가 10배 증가하였다. 이 반응의 활성화 에너지의 값[J mol⁻¹]은? (단, ln10은 2.3으로, 기체상수는 8J mol⁻¹ K⁻¹로 가정한다.)

- ① 9,200 ② 18,400
③ 22,400 ④ 36,800

14. 등온 플러그흐름반응기(PFR)에서 액상 기초반응으로 구성된 <보기>의 직렬반응이 일어난다. 중간 생성물 B의 농도 C_B 를 공간시간(τ)의 함수로 표현한 것으로 가장 옳은 것은? (단, k_1 과 k_2 는 값이 서로 다른 반응 속도상수이며, 초기에는 반응물 A만 존재한다.)

<보기>



- ① $C_B = \frac{k_2 C_{A0}}{-k_1 + k_2} [e^{-k_1 \tau} + e^{-k_2 \tau}]$
② $C_B = \frac{k_1 C_{A0}}{k_1 - k_2} [e^{-k_1 \tau} - e^{-k_2 \tau}]$
③ $C_B = \frac{k_1 C_{A0}}{k_1 + k_2} [e^{k_1 \tau} - e^{k_2 \tau}]$
④ $C_B = \frac{k_1 C_{A0}}{-k_1 + k_2} [e^{-k_1 \tau} - e^{-k_2 \tau}]$

15. 효소 우레아제를 이용하여 요소를 암모니아와 이산화탄소로 전환하는 반응의 반응속도를 요소농도의 함수로서 측정한 자료를 이용하여 라인위버-버크 식을 도출하였다. 절편과 기울기가 각각 0.5m³ s kmol⁻¹과 0.01s일 때, 최대 반응 속도(V_{\max})의 값[kmol m⁻³ s⁻¹]과 마이켈리스(Michaelis) 상수(K_M)의 값[kmol m⁻³]을 옳게 짝지은 것은?

	V_{\max}	K_M
①	1	0.01
②	1	0.02
③	2	0.01
④	2	0.02

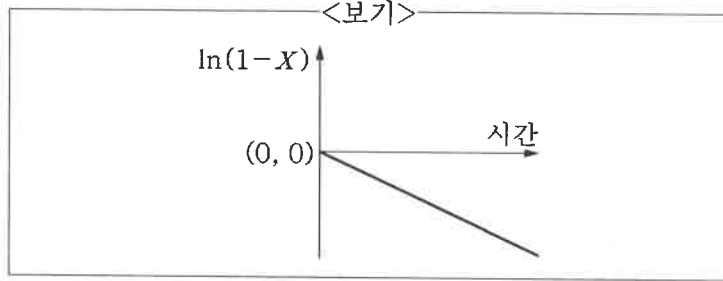
16. 표면반응이 속도제한인 반응에서 반응속도식이 <보기>와 같이 주어졌을 때, 이 반응속도식에 해당하는 반응 메커니즘으로 가장 옳은 것은? (단, k_1 , k_2 는 표면반응속도 상수, K_i 는 i 의 흡착평형상수, P_i 는 i 의 부분압력을 나타낸다.)

<보기>

$$-r_A = \frac{k_1 K_A K_B P_A P_B - k_2 K_C K_D P_C P_D}{[1 + K_A P_A + K_C P_C][1 + K_B P_B + K_D P_D]}$$

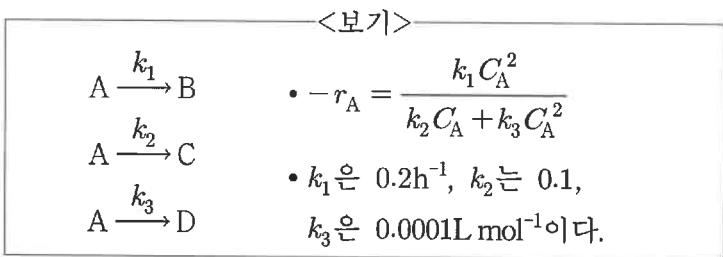
- ① $A + B \rightleftharpoons C + D$ (가역, A와 B가 다른 활성지점에 흡착)
② $A + B \rightleftharpoons C + D$ (가역, A와 B가 같은 활성지점에 흡착)
③ $A + B \rightarrow C + D$ (비가역, A와 B가 다른 활성지점에 흡착)
④ $A + B \rightarrow C + D$ (비가역, A와 B가 같은 활성지점에 흡착)

17. 회분식반응기에서 비가역 등온반응 $A \rightarrow B$ 가 일어난다. X 의 함수($\ln(1-X)$)와 시간과의 관계가 <보기>와 같이 주어졌을 때, 해당 반응의 차수는? (단, 해당 반응은 지수 법칙을 따르며, X 는 A 의 전화율을 의미한다.)



- ① 0차 반응
② 1차 반응
③ 2차 반응
④ 주어진 그래프를 토대로 반응 차수를 정할 수 없다.

18. A 의 농도(C_A)에 관한 반응식과 반응속도식이 <보기>와 같은 고체촉매를 이용하는 액상 반응에 대하여 등온 플러그흐름반응기(PFR)를 설계하려고 한다. 유입 반응물 A 의 농도(C_{A0})는 1.0 mol L^{-1} 이며 A 의 전화율은 0.5일 때, PFR에서의 공간시간에 가장 가까운 값[h]은? (단, $\ln 10$ 은 2.3으로, $\ln 5$ 는 1.6으로 가정한다.)



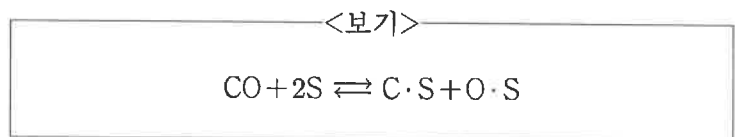
- ① 0.35 ② 1.05
③ 1.6 ④ 1.95

19. 불균일 촉매에서의 1차 반응 $A \rightarrow B$ 가 <보기>의 조건에서 일어날 때, Thiele 계수(ϕ)와 100°C 에서의 겉보기 반응속도(apparent rate of reaction, $-r_{A(\text{obs})}$)에 가장 가까운 값[$\text{mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$]을 옳게 짝지은 것은?

- <보기>
- 고유속도상수(k): 1 s^{-1}
 - 특성차원(W): 0.25 cm
 - 유효확산계수(D_{eff}): $0.01 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$
 - 유효인자(effectiveness factor, η): 0.7
 - 반응물 농도(C_A): 0.03 mol L^{-1}

	ϕ	겉보기 반응속도
①	0.25	0.02
②	0.25	0.03
③	2.5	0.02
④	2.5	0.03

20. 일산화탄소 분자가 <보기>와 같이 해리 흡착될 때, 산소원자로 점유된 활성점의 농도($C_{O \cdot S}$)를 바르게 나타낸 것은? (단, S 는 비어있는 활성점, $C \cdot S$ 와 $O \cdot S$ 는 각각 탄소원자와 산소원자로 점유된 활성점이며, C_t 는 전체 활성점의 농도, K_A 는 흡착평형상수, P_{CO} 는 일산화탄소의 분압이다.)



- ① $C_{O \cdot S} = \frac{K_A P_{CO} C_t}{1 + K_A P_{CO}}$
- ② $C_{O \cdot S} = \frac{(K_A P_{CO})^{0.5} C_t}{1 + (K_A P_{CO})^{0.5}}$
- ③ $C_{O \cdot S} = \frac{(K_A P_{CO})^{0.5} C_t}{1 + 2(K_A P_{CO})^{0.5}}$
- ④ $C_{O \cdot S} = \frac{2(K_A P_{CO})^{0.5} C_t}{1 + 2(K_A P_{CO})^{0.5}}$