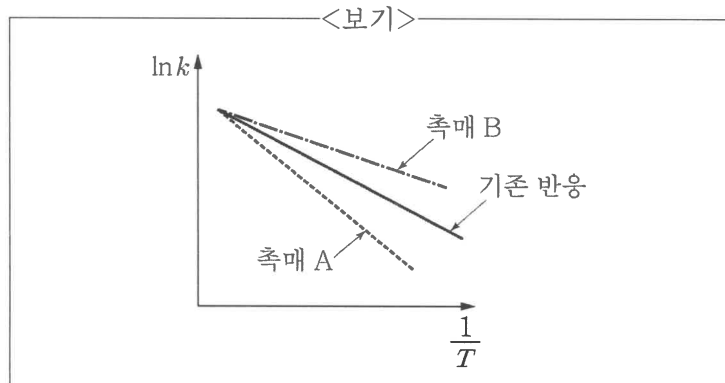


1. <보기>의 그림은 반응온도(T)에 따른 반응속도상수(k)를 나타낸 도표이다. 반응에 사용된 촉매를 촉매 A와 촉매 B로 변경하니 그림과 같이 각각 직선이 이동하였다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



- ① 촉매 A로 변경하니 반응의 활성화 에너지가 낮아졌다.
 ② 촉매 B로 변경하니 같은 반응 조건에서 기존 반응보다 반응속도가 증가하였다.
 ③ 촉매 B로 변경하니 반응이 반응온도에 더 민감해졌다.
 ④ 촉매 가격이 동일하다면 촉매 A로 변경하는 것이 더 경제적이다.

2. 등온 비가역 액상 2차 반응이 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 발생할 때, 동일한 조건에서 전화율 0.6과 0.4를 달성하기 위한 반응기 부피의 비율($V_{0.6}/V_{0.4}$)에 가장 가까운 값은? (단, V_j 는 전화율이 j 일 때의 반응기 부피이다.)

- ① 3.0 ② 3.4
 ③ 3.8 ④ 4.2

3. 등온 플러그흐름반응기(PFR)에서 비가역 액상 1차 반응 $A \rightarrow B$ 를 진행할 때, A의 전화율은 0.6이다. PFR 부피의 4배의 크기를 가지는 하나의 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 동일한 조건으로 같은 반응을 진행할 때, CSTR에서 A의 전화율에 가장 가까운 값[%]은? (단, $\ln 2.5 = 0.9$ 로 가정한다.)

- ① 68 ② 70
 ③ 75 ④ 78

4. 요소와 우레아제의 반응은 수용액 내에서 진행되며 물은 과량으로 존재한다. 이 반응을 통해 미카엘리스-멘텐(Michaelis-Menten) 식을 얻을 수 있다. 이때, 미카엘리스 상수에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

- ① 미카엘리스 상수는 반응속도가 최대반응속도의 2배가 되는 때의 기질 농도와 같다.
 ② 미카엘리스 상수는 반응속도가 최대반응속도와 같을 때의 기질 농도와 같다.
 ③ 미카엘리스 상수는 반응속도가 최대반응속도의 1/2이 되는 때의 기질 농도와 같다.
 ④ 미카엘리스 상수는 반응속도가 최대반응속도의 1/4이 되는 때의 기질 농도와 같다.

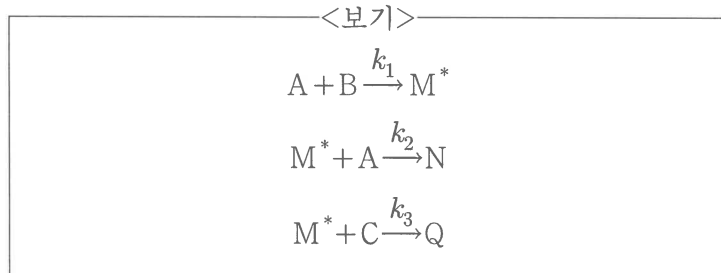
5. 등온 비가역 액상 1차 반응 $A \rightarrow B$ 가 직렬로 연결된 n 개의 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 일어난다. CSTR의 공간시간은 10분이고 반응속도상수는 0.1min^{-1} 일 때, 0.9 이상의 전화율을 얻기 위해서는 최소 몇 개의 CSTR을 사용해야 하는가? (단, n 개의 CSTR은 모두 동일한 부피를 가진다.)

- ① 2개 ② 3개
 ③ 4개 ④ 5개

6. 공간시간이 10h로 동일한 연속교반탱크반응기(CSTR)와 플러그흐름반응기(PFR)를 차례로 직렬 연결하여 전체 반응기를 구성한다. 구성된 반응기에서 등온 비가역 액상 2차 반응 $A \rightarrow B$ 를 진행한다. PFR의 출구에서 A의 전화율이 75%일 때, CSTR의 출구에서 A의 전화율[%]은? (단, 초기에는 반응물 A만 존재한다.)

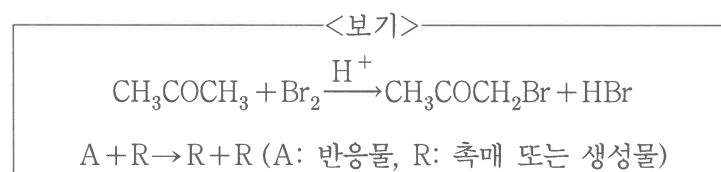
- ① 37.5 ② 50
 ③ 60 ④ 65

7. <보기>는 세 개의 기초반응으로 구성된 연속 반응 메커니즘이다. 반응 중간체 M^* 에 유사 정상상태 가정(pseudo steady-state hypothesis)을 적용하여 유도한 Q의 생성속도식으로 가장 옳은 것은? (단, C_j 는 j의 농도이고, k_1, k_2, k_3 는 각 화살표에 해당하는 반응속도 상수이다.)



- ① $\frac{k_1 C_A C_B}{k_2 + k_3 C_C}$ ② $\frac{k_1 k_3 C_A C_B C_C}{k_2 + k_3 C_C}$
 ③ $\frac{k_1 k_3 C_A C_B C_C}{k_2 C_A + k_3 C_C}$ ④ $\frac{k_1 k_3 C_A^2 C_B C_C}{k_2 + k_3 C_C}$
8. 등은 비가역 액상 1차 반응 $A \rightarrow B$ 가 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 일어나고 있다. 반응물의 초기 농도가 5mol L^{-1} 이고, 반응속도상수가 0.01min^{-1} 이다. 반응기의 체류 시간이 100분일 때, A의 전하율[%]은?
- ① 50 ② 60
 ③ 70 ④ 80

9. <보기>의 아세톤의 브롬화 반응은 자동촉매반응(Autocatalytic reaction)이다. 등으로 진행될 때, 자동촉매반응의 반응속도식으로 가장 옳은 것은? (단, A가 소모되어도 A와 R의 농도를 합한 총 농도(C_{total})는 변하지 않으며, C_j 는 j의 농도이고, k는 반응속도상수이다.)

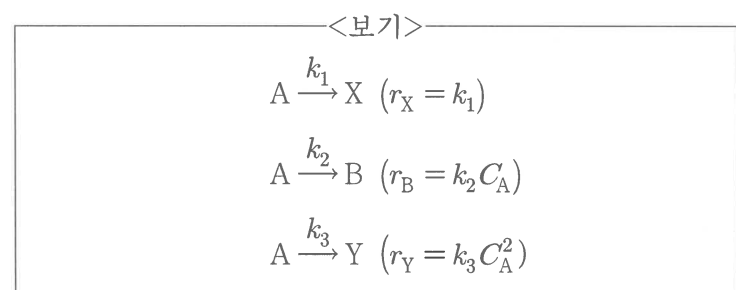


- ① $kC_A(C_A - C_R)$
 ② $kC_A(C_A - 2C_R)$
 ③ $kC_A(C_{\text{total}} - C_R)$
 ④ $kC_A(C_{\text{total}} - C_A)$

10. 반응기들에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
- ① 플러그흐름반응기(PFR)는 반응물의 농도가 흐름 경로를 따라 점차 감소한다.
 ② 연속교반탱크반응기(CSTR)는 반응기 내의 모든 곳에서 반응물의 농도가 동일하다.
 ③ 회분식반응기는 반응 시간이 길수록 전하율이 감소한다.
 ④ 회분식반응기는 소량의 제품을 생산할 때 자주 사용된다.

11. 정상상태 단일 플러그흐름반응기(PFR)에서 상변화 없는 비가역 발열 1차 반응 $A \rightarrow R$ 을 진행한다. 480K의 순수한 기체 반응물 A를 반응기에 공급할 때, 반응기 출구에서 생성물의 온도는 680K이며, 반응물 A의 전하율은 80%이다. 반응기 내부의 온도가 600K인 지점에서 A의 전하율[%]은? (단, 반응물 A와 생성물 R의 열용량은 $10\text{J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$ 로 동일하고, 열용량과 반응열은 온도에 상관없이 일정하다.)
- ① 40 ② 48 ③ 50 ④ 58

12. <보기>는 반응물 A가 세 가지의 동시 반응으로 분해되는 트람보제(Trambouze) 반응이다. 생성물 X와 생성물 Y에 대한 생성물 B의 순간 선택도가 최대가 되는 A의 농도[mol dm^{-3}]는? (단, r_j 는 j의 생성속도이며, k_1, k_2, k_3 는 반응속도상수이고, $k_1=0.001\text{mol dm}^{-3}\text{s}^{-1}$, $k_2=0.002\text{s}^{-1}$, $k_3=0.004\text{dm}^3\text{mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ 이다.)



- ① 0.5 ② 0.7 ③ 1.4 ④ 2

13. 반응 시간에 따라 부피가 변하고, 반응기 압력은 변하지 않는 등은 회분식반응기에서 비가역 기상 1차 반응 $A \rightarrow 2R$ 을 진행한다. 반응기에 순수한 반응물 A만 가득 채워서 반응을 진행한 결과, 초기 반응기 부피 10L에서 반응기 부피가 15L로 증가하는 데 1시간이 소요됐다. 동일한 조건에서 초기 부피의 반응기에 반응물 A 80%와 비활성기체 20%를 채우고 반응을 1시간 동안 진행할 때, 반응기의 부피[L]는? (단, 반응물 A와 비활성기체는 모두 이상기체 거동을 따르며, 비활성기체는 반응에 참여하지 않는다.)
- ① 12 ② 12.5 ③ 14 ④ 15

14. 등온 플러그흐름반응기(PFR)에서 비가역 액상 2차 반응 $A \rightarrow B$ 가 진행되고 있다. 반응속도상수는 $0.02 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 이고, A의 초기 농도는 2 mol L^{-1} 이다. 반응기의 체류시간이 50s일 때, 반응의 반감기[s]와 반응기 출구에서의 전환율에 가장 가까운 값[%]은?

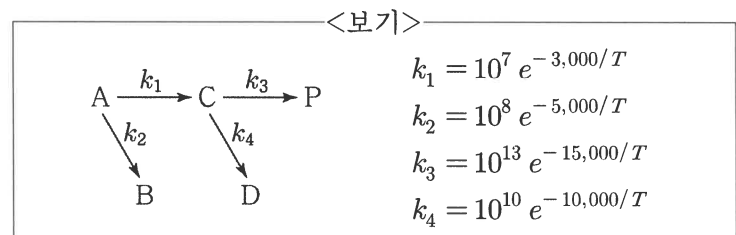
	반감기[s]	전환율[%]
①	25	50
②	25	67
③	40	67
④	40	80

15. 등온 회분식반응기에서 비가역 액상 1차 반응 $A \rightarrow P$ 가 동일한 반응 시간 동안 진행된다. 이때, 반응물의 소모 물수가 가장 큰 조건은? (단, 반응기의 부피는 일정하다.)
- ① 초기 농도가 높고 온도가 높다.
 - ② 초기 농도가 높고 온도가 낮다.
 - ③ 초기 농도가 낮고 온도가 높다.
 - ④ 초기 농도가 낮고 온도가 낮다.

16. 부피가 20L인 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 순수한 A를 반응물로 비가역 액상 1차 반응 $A \rightarrow B$ 를 진행하고, 350K에서 등온으로 운전한다. 반응물의 초기 농도는 2 mol L^{-1} 이며, 반응속도상수는 0.1 min^{-1} 이다. 전환율 0.8을 달성하기 위한 열 제거 속도의 크기 [kcal min^{-1}]는? (단, 350K에서 반응열(ΔH_R)은 $-30 \text{ kcal mol}^{-1}$ 이며, 축일은 무시한다.)

- | | |
|------|------|
| ① 12 | ② 18 |
| ③ 24 | ④ 30 |

17. <보기>와 같은 비가역 연쇄 1차 반응이 직렬로 연결된 두 개의 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 일어나며 반응 온도는 300K와 500K 사이로 조절된다. 두 반응기의 온도를 다르게 유지시킬 때 얻을 수 있는 P의 최대 수율과, P의 수율이 최대일 때 첫 번째 반응기의 온도[K]는? (단, 첫 번째 반응기에서는 $A \rightarrow B$, $A \rightarrow C$ 가, 두 번째 반응기에서는 $C \rightarrow D$, $C \rightarrow P$ 가 일어나며, $k_1 \sim k_4$ 는 각 화살표에 해당하는 반응속도상수이고, $\frac{k_2}{k_1 + k_2} = 0.6$, $\frac{k_3}{k_3 + k_4} = 0.8$ 로 계산한다.)

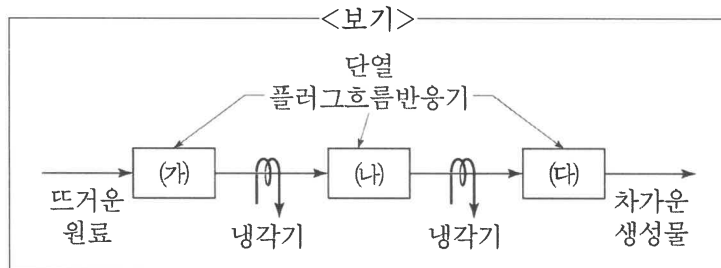


	최대 수율	첫 번째 반응기 온도
①	0.32	300
②	0.32	500
③	0.48	300
④	0.48	500

18. 연속교반탱크반응기(CSTR)에서 비가역 등온 액상 기초 병렬반응 $2A \rightarrow B$ 와 $A \rightarrow C$ 가 동시에 일어나고 있다. A의 초기농도는 2 mol L^{-1} 이고, 반응기의 체류시간은 10s이다. A의 전환율이 75%일 때, 생성물 B와 C의 농도비(C_B/C_C)는? (단, 초기에는 반응물 A만 존재하며, k_1 과 k_2 는 각각 B와 C의 생성반응에 대한 반응속도상수이고, $k_1 = 0.2 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $k_2 = 0.1 \text{ s}^{-1}$ 이다.)

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

19. <보기>의 반응 시스템에서 발열 액상 1차 가역반응 $A \rightleftharpoons R$ 을 진행한다. 단열 플러그흐름반응기(PFR) (가), (나), (다)의 출구 온도의 크기를 가장 옳게 비교한 것은? (단, 각 반응기의 출구에서 전효율은 평형 전효율에 도달한다.)

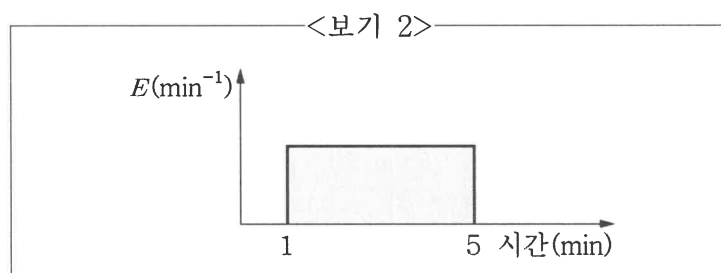


- ① (가) = (나) = (다)
 ② (가) < (나) < (다)
 ③ (가) < (나) > (다)
 ④ (가) > (나) > (다)

20. 비이상(nonideal) 흐름 반응기에서 <보기 1>의 속도식을 가지는 비가역 액상 2차 반응 $A \rightarrow R$ 을 진행한다. 반응기 출구에서 측정한 반응물 A의 체류시간분포(E) 곡선이 <보기 2>와 같을 때, 반응물 A의 평균전효율은? (단, 반응물 A의 초기 농도는 2mol L^{-1} 이고, $\ln 3 = 1.1$ 로 가정한다.)

<보기 1>

$$-r_A = 0.5C_A^2$$



- ① 0.25 ② 0.5
 ③ 0.65 ④ 0.725