

【 문제-1 】 (30점)

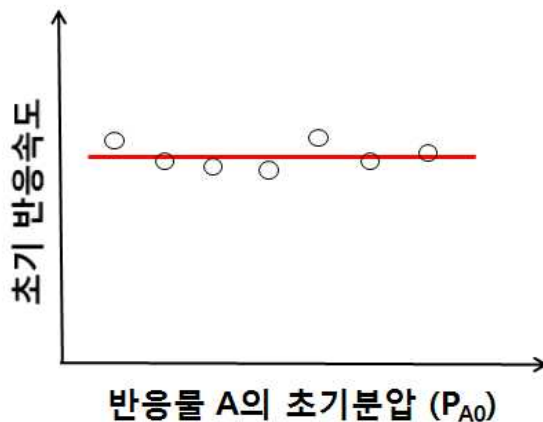
기상 반응물 A가 백금 촉매 표면에서 B와 C로 분해되며, 각 촉매 반응 단계는 아래와 같이 표시할 수 있다. 다음 물음에 답하시오. (단, S는 백금 표면에서 비어 있는 활성점, A·S와 B·S는 흡착 활성점을 의미하고, 각 활성점의 농도는 C_S , $C_{A\cdot S}$, $C_{B\cdot S}$ 로 표시한다.)

- ① 백금 표면에서의 A 흡착 $A + S \rightleftharpoons A \cdot S$
- ② 백금 표면에서의 A 분해 반응 $A \cdot S \rightleftharpoons B \cdot S + C$
- ③ 백금 표면으로부터의 B 탈착 $B \cdot S \rightleftharpoons B + S$

(1) 백금 표면에서의 A 흡착 및 분해 반응과 백금 표면으로부터 B의 탈착 (①~③)에 대한 속도식을 각각 유도하시오. (단, A의 기상분압= P_A , A의 흡착속도상수= k_1 , A의 흡착평형상수= K_A , A의 백금 표면에서의 분해 반응에 대한 속도상수= k_s , A의 표면반응 평형상수= K_S , B의 기상분압= P_B , B의 탈착속도상수= k_2 , B의 흡착평형상수= K_B , C의 기상분압= P_C 로 표시한다.) (9점)

(2) 위의 각 촉매 반응의 단계가 속도 결정단계라고 할 때, 전체 반응 속도식을 각각 유도하시오. (12점)

(3) 반응 실험 결과, 반응물 A 초기분압(P_{A0})에 따라 초기 반응속도가 아래와 같이 구해질 때, 촉매 반응 속도 결정단계를 정하고 그 이유를 설명하시오. (9점)



【 문제-2 】 (20점)

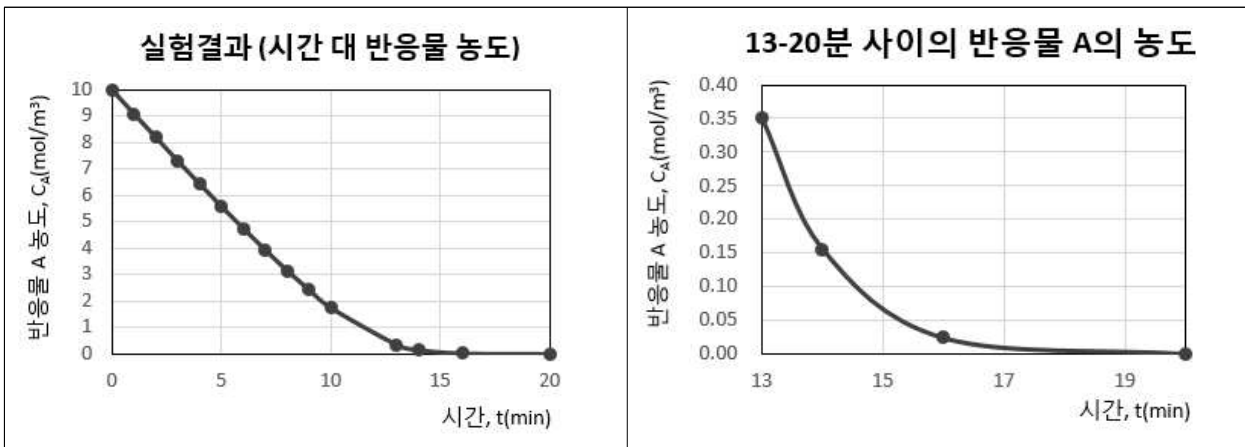
플러그 흐름 반응기(PFR)에서 $A \rightarrow B$ 의 비가역 기상 2차 반응(반응 온도 T_1) 이 일어난다. 반응물 A의 초기 농도(C_{A0})는 4 mol/L, 유량(Q)은 2 L/min 일 때, 전화율 80%에 도달하기 위한 플러그 흐름 반응기의 부피(V_1)는 10 L이다. 다음 물음에 답하시오.

- (1) 해당 조건의 반응속도상수를 구하시오. (7점)
- (2) 반응속도상수, A의 초기 농도, 유량, 도달 전화율은 동일하나, $A \rightarrow B$ 반응이 비가역 기상 1차 반응으로 진행될 때, 반응기의 부피(V_2)를 구하시오. (7점)
- (3) 반응기 전체의 반응 온도가 $T_3(T_3 > T_1)$ 로 증가할 때, 전화율 80%에 도달 하기 위한 반응기 부피(V_3)를 반응기 부피(V_1)와 비교하여 정성적으로 설명 하시오. (단, 다른 조건은 동일하다.) (6점)

【 문제-3 】 (30점)

A → R의 비가역 균일계 액상 반응의 회분식 반응기(batch reactor) 실험 결과를 아래의 표와 그림으로 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이, 반응물 농도의 변화 패턴이 시간 구간(0~10 min과 13~20 min)에 따라 서로 다르게 나타난다. 다음 물음에 답하시오.

반응 시간 t(min)	반응물 A 농도 $C_A(\text{mol/m}^3)$	반응 시간 t(min)	반응물 A 농도 $C_A(\text{mol/m}^3)$	반응 시간 t(min)	반응물 A 농도 $C_A(\text{mol/m}^3)$
0	10.00	5	5.582	10	1.745
1	9.090	6	4.746	13	0.350
2	8.204	7	3.936	14	0.156
3	7.305	8	3.151	16	0.0243
4	6.440	9	2.426	20	0.000450

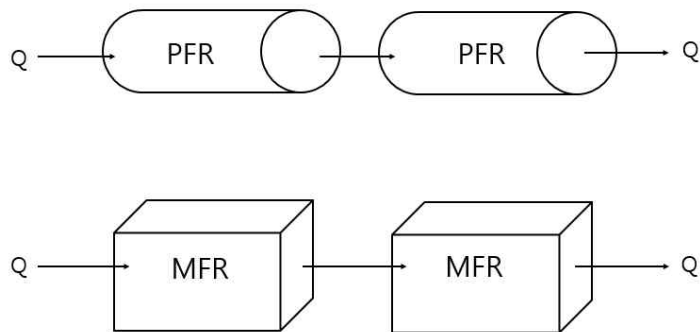


- (1) 위 실험 결과로부터 반응 속도식을 정성적으로 추정하고, 추정된 반응 속도식을 적분법(integral method)을 통해 정량적으로 구하시오. (20점)
- (2) 위 반응이 동일한 부피($V=10.0 \text{ m}^3$)의 혼합 흐름 반응기(MFR) 및 플러그 흐름 반응기(PFR)에서 각각 진행된다. MFR과 PFR 중 어느 반응기 출구에서 A의 농도가 더 낮은지 예측하시오. (단, 유입 유량 $Q=1.0 \text{ m}^3/\text{min}$, 반응기로 유입되는 반응물의 농도 $C_{A0}=10.0 \text{ mol/m}^3$ 이다.) (4점)
- (3) 각 반응기 출구에서의 A 농도를 정량적으로 계산하여 (2)의 예측 결과를 입증하시오. (6점)

【 문제-4 】 (20점)

액상 균일계 등은 비가역 반응($A \rightarrow R$)이 직렬로 연결된 반응기 시스템에서 진행된다. 다음 물음에 답하시오. (단, Q : 유입 유량, PFR: 플러그 흐름 반응기, MFR: 혼합 흐름 반응기이고, 각 반응기의 부피는 동일하다.)

- (1) 1차 반응이 다음 2개 유형의 직렬 반응기 시스템에서 진행될 때, 어느 유형의 두 번째 반응기 출구에서 반응물 A 농도가 더 낮은지 정성적으로 설명하시오. (10점)



- (2) 2차 반응이 다음 2개 유형의 직렬 반응기 시스템에서 진행될 때, 어느 유형의 두 번째 반응기 출구에서 반응물 A 농도가 더 낮은지 구하시오. (단, 유입 유량 $Q=10 \text{ m}^3/\text{min}$, 각 반응기 부피 $V=10 \text{ m}^3$, 반응물 A의 첫 번째 반응기 유입 농도 $=10 \text{ mol/m}^3$, 2차 반응 속도 상수 $k=1.0 \text{ m}^3/\text{mol} \cdot \text{min}$ 이다.) (10점)

