

【 문제-1 】 (30점)

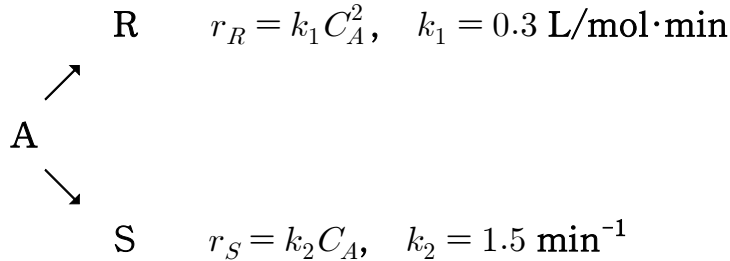
액상 가역 1차반응 $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$ 에 대하여 아래 물음에 답하시오.

298 K에서 표준 반응열 ΔH_{298}^o 과 표준 깃스자유에너지 변화 ΔG_{298}^o 는 각각 $-70,000 \text{ J/mol}$ 과 $-15,000 \text{ J/mol}$ 이다. 기체상수 R 은 $8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ 이고, A와 B의 비열은 같다.

- (1) 반응 평형상수 K 를 반응온도 T 의 함수 $K = \exp\left(\frac{C}{T} + D\right)$ 로 나타낼 때, 상수 C 와 D 의 값을 구하시오. (10점)
- (2) 반응물이 B를 포함하지 않은 A의 수용액일 때, 343 K에서 평형전환율 X_{Ae} 를 구하시오. (5점)
- (3) A의 초기농도 C_{A0} 가 B의 초기농도 C_{B0} 의 3배인 혼합물 원료를 사용하여 회분식반응기에서 실험한 결과, 343 K에서 1분 후에 55 %의 전환율을 얻었다. 343 K에서 반응 속도상수 k_1 과 k_2 의 값을 각각 구하시오. (12점)
- (4) B를 포함하지 않은 A의 수용액 공급물(A의 초기농도 $C_{A0} = 5 \text{ mol/L}$, A의 공급속도 $F_{A0} = 1,000 \text{ mol/min}$)이 80 % 전환될 때의 최적 온도는 343 K이다. 이 때 필요한 혼합흐름 반응기의 부피를 구하시오. (3점)

【 문제-2 】 (20점)

반응물 A가 액상반응을 통해 다음과 같이 분해된다.



A의 초기농도 C_{A0} 가 5 mol/L인 액체공급물이 반응기에 들어가서 분해되고 A, R 및 S의 혼합물이 반응기를 나갈 때 아래 물음에 답하시오.

- (1) 플러그흐름 반응기에서 A의 전환율이 0.8일 때, 출구에서의 C_R , C_S 및 공간시간 τ 을 각각 구하시오. (10점)
- (2) 혼합흐름 반응기에서 C_R 을 최대화하기 위한 A의 전환율 X_A , 공간시간 τ 및 이때의 C_R 을 각각 구하시오 (10점)

【 문제-3 】 (30점)

기상반응 $A(g) \rightarrow B(g) + 2C(g)$ 이 등온, 정용과정으로 회분반응기에서 진행되고 있다. 반응속도식은 $-r_A = kC_A^\alpha$ 형태로 나타날 것으로 예측된다. 반응물은 순수한 기체 A이며, 모든 기체성분은 이상기체라고 가정한다. (단, α 와 k 는 각각 반응차수와 반응속도상수이다.)

- (1) A의 농도 C_A 를 계의 전체압력 P , 계의 초기 전체압력 P_0 , 온도 T 및 기체 상수 R 만의 관계식으로 나타내시오. (단, 관계식을 구하는 과정을 상세히 기술할 것) (10점)
- (2) 반응속도식 $-r_A = kC_A^\alpha$ 을 이용해서 dP/dt 를 k , P , P_0 , T , α 및 R 만의 관계식으로 나타내시오. (단, 관계식을 구하는 과정을 상세히 기술할 것) (10점)
- (3) (2)에서 얻은 dP/dt 관계식을 활용하여 미분법으로 반응속도식의 α 와 k 를 구하고자 한다. 회분실험을 통해 얻은 시간 t 에 대한 압력 P 의 실험값들을 기초로 하여 α 와 k 를 구하는 과정을 단계별로 상세히 기술하시오. (10점)

【 문제-4 】 (20점)

반응속도식이 $-r_A = 500 C_A C_B$ [mol/L · min]인 액상반응 $A + B \rightarrow P$ 가 이상 반응기에서 진행된다. 반응기 부피 V 는 0.1 L, 원료 혼합물의 부피유속 v_0 은 0.05 L/min, 반응물의 초기농도는 각각 $C_{A0} = C_{B0} = 0.01$ mol/L이다. 아래 물음에 답하시오.

- (1) $-r_A$ 을 C_{A0} 와 반응물 A의 전환율 X_A 로 나타내시오. (4점)
- (2) 플러그흐름 반응기를 사용할 때 출구에서 반응물 A의 전환율 X_A 을 구하시오. (8점)
- (3) 혼합흐름 반응기를 사용할 때 출구에서 반응물 A의 전환율 X_A 을 구하시오. (8점)