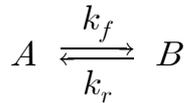


【 문제-1 】 (30점)

혼합흐름반응기(MFR)에서 다음과 같은 액상 가역 1차 반응이 진행된다. 다음 물음에 답하시오.



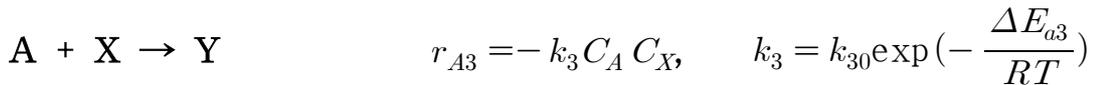
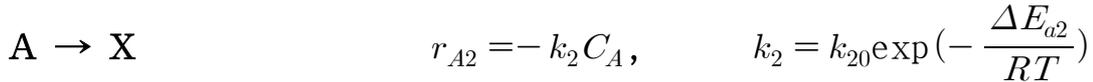
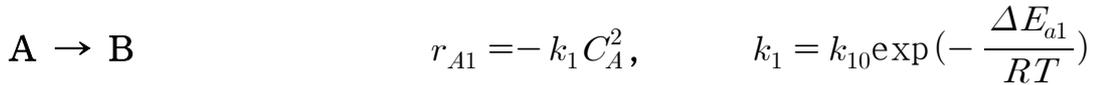
한편, 주어진 데이터는 다음과 같다.

반응엔탈피, $\Delta H_{rxn}(@27^\circ\text{C}) = -80 \text{ kJ/mol}$
평형상수, $K(@27^\circ\text{C}) = 2 \times 10^9$
활성화 에너지, $\Delta E_a(@27^\circ\text{C}) = 30 \text{ kJ/mol}$
정반응 속도상수, $k_f(@327^\circ\text{C}) = 1 \text{ hr}^{-1}$
기체상수 = $8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
A의 인입 몰유량 = 2 mol/s
A의 평균 열용량, $C_{P,A}(@27 \sim 427^\circ\text{C}) = 40 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$
B의 평균 열용량, $C_{P,B}(@27 \sim 427^\circ\text{C}) = 40 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$

- (1) 427°C 에서의 평형상수와 정반응 속도상수를 구하고, 각각 필요한 가정을 명시하시오. (10점)
- (2) 327°C 와 427°C 에서의 평형전화율을 각각 구하시오. 또한 구해진 결과를 바탕으로 위 반응의 온도에 따른 열역학적 구동력(driving force)의 방향(즉, 온도에 따라 평형이 왜 이동하는지)에 대해 물리화학적으로 설명하시오. (단, 인입 흐름에는 B가 포함되어 있지 않다.) (7점)
- (3) 이 반응기에서 평형전화율의 50%를 달성하는 데까지 걸리는 체류시간을 327°C 와 427°C 에 대해 각각 구하시오. 또한 구해진 결과를 바탕으로 평형에 도달하는 시간과 온도와의 관계를 물리화학적으로 설명하고 온도 이외에 속도를 향상시킬 수 있는 방법을 제시하시오. (9점)
- (4) 위 반응기가 20°C 의 물 자켓(water jacket)으로 둘러싸여 있고 총괄열전달계수와 열전달면적이 각각 $240 \text{ J/m}^2\cdot\text{s}\cdot\text{K}$ 와 1 m^2 이라고 할 때, 80%의 전화율을 가지며 정상상태로 운전되는 반응기의 온도는 얼마인지 구하시오. (단, 반응물 A는 27°C 로 반응기로 인입되며 인입 흐름에는 B가 포함되어 있지 않다.) (4점)

【 문제-2 】 (20점)

반응물 A와 관련된 반응들과 각 반응의 속도식이 아래와 같이 알려져 있다. 다음 물음에 답하시오.



여기서 B는 얻고자 하는 물질이며 X와 Y는 불순물이다.

- (1) 선택도가 원하지 않는 생성물이 형성된 몰수에 대하여 원하는 생성물이 형성된 몰수로 정의될 때, 불순물 X와 Y에 대한 B의 순간선택도(instantaneous selectivity)를 식으로 구하시오. (단, 구하는 과정을 상세하게 설명하시오.) (11점)
- (2) 불순물 X와 Y에 대한 B의 순간선택도를 최대화 하려면 어떤 형태의 반응기 시스템이 유리한지, 그리고 위 반응들이 기상에서 일어날 때 어떤 반응조건 (단, 반응온도 제외)이 필요한지 각각 명확한 설명과 함께 제시하시오. 한편 반응온도를 낮게 유지했을 때 B의 순간선택도가 증가했다면 ΔE_{a1} , ΔE_{a2} , ΔE_{a3} 사이에는 어떤 관계가 있는지 설명하시오. (9점)

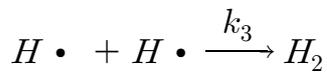
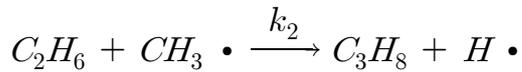
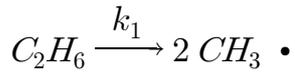
【 문제-3 】 (30점)

부피가 변화하는 기상반응($A \xrightarrow{k} 3B$, $-r_A = kC_A$, $k = 0.5 \text{ min}^{-1}$)이 일정한 압력을 유지하고 있는 반응기 내에서 일어나고 있다. 다음 물음에 답하시오. (30점)

- (1) 회분식반응기에서 전화율 $X_A = 0.9$ 에 도달하는 시간(min)을 구하고, C_A 를 반응시간(t)의 함수로 표시하시오. (8점)
- (2) 혼합흐름반응기(MFR)와 플러그흐름반응기(PFR) 각각에 대하여 전화율 (X_A)과 반응기 부피(V_{MFR} , V_{PFR})의 관계식을 상세하게 유도하고, $C_{A0} = 1 \text{ mole/l}$, $v_0 = 5 \text{ l/min}$ 일 때, $X_A = 0.9$ 를 얻기 위한 반응기 부피 (V_{MFR} , V_{PFR})를 구하시오. (16점)
- (3) $\frac{V_{MFR}}{V_{PFR}}$ 을 X_A 의 함수로 나타내고, 반응온도 증가가 $\frac{V_{MFR}}{V_{PFR}}$ 에 미치는 영향을 설명하시오. (6점)

【 문제-4 】 (20점)

에탄(C_2H_6)의 분해가 다음과 같은 일련의 기초반응에 의하여 일어날 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 반응중 생성되는 중간단계 생성물 [$CH_3 \cdot$]에 대해서 유사정상상태근사(pseudo-steady-state hypothesis, PSSH)를 가정한다.) (20점)



- (1) 에탄의 분해반응식을 완성하시오. (3점)
- (2) [$CH_3 \cdot$]에 대한 유사정상상태근사를 설명하시오. (6점)
- (3) 프로판(propane) 생성속도를 나타내는 식, $r_{C_3H_8}$ 를 구하시오. (11점)