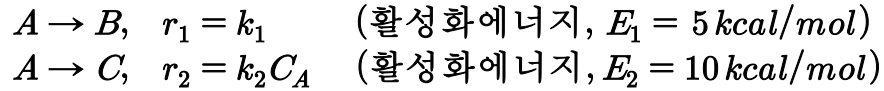


【 문제-1 】 (30점)

연속식 반응기를 이용하여 아래의 액상반응으로부터 400 K 온도에서 원하는 물질인 B를 생산하고자 한다.



반응초기($t=0$)에 물질 A, B, C의 농도는 $C_{A0} = 2 \text{ mol/l}$, $C_{B0} = C_{C0} = 0 \text{ mol/l}$ 이다. 선택도(Selectivity, S_j)는 $S_j = \frac{\text{생성된 원하는 물질}(j)\text{의 양}}{\text{총 생성물의 양}}$ 로 정의된다.

- (1) 혼합흐름반응기 내 체류시간(τ)이 1 min일 때, A의 전하율(X_A)은 0.75이고 B의 선택도(S_B)는 0.67이다. 속도상수 k_1 , k_2 를 구하시오. (6점)
- (2) 혼합흐름반응기에서 B의 선택도(S_B)가 0.99에 도달하기 위한 반응기 내 체류시간(τ)을 구하시오. $C_{A0} = 2 \text{ mol/l}$ 이다. (8점)
- (3) 플러그흐름반응기에서 $C_{A0} = 2 \text{ mol/l}$, 체류시간(τ)이 1 min일 때, B의 선택도(S_B)를 구하시오. 동일한 체류시간에서 A의 초기농도가 $C_{A0} = 4 \text{ mol/l}$ 로 증가할 때 B의 선택도(S_B)는 얼마인지 구하시오. (8점)
- (4) 혼합흐름반응기에서 A의 전하율(X_A)이 0.75이고 B의 선택도가 0.95인 경우의 반응온도(T)를 구하시오. (단, $C_{A0} = 2 \text{ mol/l}$, 기체상수 $R = 1.987 \text{ cal/(mol} \cdot \text{K)}$ 이다.) (8점)

【 문제-2 】 (20점)

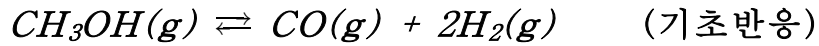
반회분식(semi-batch) 반응기에서 액상 비가역 반응 $A + 2B \rightarrow C$, $-r_A = 0.125 \text{ mol}/(l \cdot \text{min})$ 이 일어난다. 반응 초기($t=0$)에 반응기 내에는 A가 84 mol 이 채워져 있고, A의 부피는 $50l$ 이다. $10 \text{ mol}/l$ 농도의 B가 $2 l/\text{min}$ 속도로 반응기에 공급되면서 반응이 진행된다.

(1) A의 전화율(X_A)이 0.5에 도달하는데 걸리는 시간을 구하시오. (10점)

(2) A의 전화율(X_A)이 0.5에 도달할 때, A와 B의 농도(mol/l)를 각각 구하시오. (10점)

【 문제-3 】 (30점)

500 K에서 메탄올이 촉매반응을 통해 아래와 같이 합성가스(syngas)로 전환된다.



298 K에서 각 물질의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)와 표준 생성 깃스 에너지(ΔG_f°)는 다음과 같다.

$$CH_3OH(g): \Delta H_f^\circ = -200.7 \text{ kJ/mol}, \Delta G_f^\circ = -162.0 \text{ kJ/mol}$$

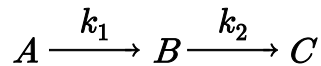
$$CO(g): \Delta H_f^\circ = -110.5 \text{ kJ/mol}, \Delta G_f^\circ = -137.2 \text{ kJ/mol}$$

각 물질은 이상기체로 가정하며 이상기체의 표준상태는 $P^\circ = 1 \text{ bar}$, 기체상수는 $R = 8.314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ 이다.

- (1) 500 K에서 위 반응의 반응평형상수를 구하시오. (단, 반응 엔탈피는 온도에 따라 변하지 않는다고 가정한다.) (10점)
- (2) 순수한 메탄올이 반응기에 유입될 때 평형상태에서 물 기준으로 90 %의 메탄올을 합성가스로 전환시키기 위해 유지해야 하는 전체압력 $P_T(\text{bar})$ 를 구하시오. (단, P_T 는 π 로 표기되기도 한다.) (9점)
- (3) 부피가 일정한 반응기에 불활성가스(inert gas)를 주입할 경우 메탄올의 전환율이 증가 또는 감소할지, 아니면 전환율에 변화가 없을지를 평형관계식에 근거하여 설명하시오. (단, 반응온도는 일정하다.) (5점)
- (4) 압력이 일정한 반응기에 불활성가스(inert gas)를 주입할 경우 메탄올의 전환율이 증가 또는 감소할지, 아니면 전환율에 변화가 없을지를 평형관계식에 근거하여 설명하시오. (단, 반응온도는 일정하다.) (6점)

【 문제-4 】 (20점)

숙취해소제의 목적은 에탄올 분해 시 생성되는 숙취물질인 아세트알데히드의 체내 농도를 일정 수준 이하로 유지하는 것이다. 간에서 에탄올(A)이 아세트알데히드(B), 아세트산(C)으로 분해되는 과정을 아래와 같은 연속 비가역 반응으로 가정하였고, 간을 회분식 반응기로 가정하였다.



숙취해소제는 k_1 을 작게 또는 k_2 를 크게 만들어 아세트알데히드(B)의 체내 농도를 가능한 낮게 유지하는 역할을 한다. 반응속도상수 k_1 은 1.0 hr^{-1} 이고 k_1 이 k_2 에 비해 2배 크다($k_1=2k_2$).

- (1) 아세트알데히드(B)의 농도가 최대가 되는 반응시간(hr)을 구하시오. (단, 관련식의 유도과정 및 관련식의 해를 구하는 과정을 상세히 기술할 것) (14점)
- (2) 초기 에탄올의 농도가 $C_{A0} = 2.0 \text{ mol/l}$ 일 때, 아세트알데히드(B)의 최대 농도(mol/l)를 구하시오. (단, 관련식의 유도과정 및 관련식의 해를 구하는 과정을 상세히 기술할 것) (6점)