【 문제-1 】 (30점)

420 ℃에서 다음과 같은 비가역적 분해반응이 진행된다.

$$4A(g) \rightarrow B(g) + 6C(g),\ -r_A = (5.6\,h^{-1})C_A$$

420 ℃, 4 atm에서 운전되는 흐름 반응기에 대하여 아래 물음에 답하시오. 각 기체는 이상기체로 가정한다. (단, 관련식의 유도과정 및 적분식의 풀이과정을 상세히 기술할 것)

(1) 공급물이 반응물 A로만 이루어져 있을 때, 공급유량 10 mol/h의 A가 50 % 전환되는데 필요한 플러그흐름 반응기의 부피[L]를 구하시오. (8점)

(2) 1/3의 A와 2/3의 비활성물질로 구성된 공급물이 제공되고 A의 공급유량이 10 mol/h일 때, A가 50 % 전환되는데 필요한 플러그흐름 반응기 부피[L]를 구하시오. (7점)

(3) 50 L와 30 L의 플러그흐름 반응기 두 개가 직렬로 연결되어 있고 (2)와 동일한 원료가 공급될 때, 반응기의 최종출구에서 A의 전화율을 구하시오. (8점)

(4) 상기반응이 50 L의 혼합흐름 반응기에서 진행되고 (2)와 동일한 원료가 공급될 때, 반응기의 출구에서 A의 전화율을 구하시오. (7점)

【 문제-2 】 (20점)

동일 유량의 A와 B 흐름이 개별적으로 반응기 입구로 공급되고, 각 흐름의 농도는 반응물에 대하여 10 mol/L인 수용액반응이 있다. (단, 적분식의 풀이과정을 상세히 기술할 것)

$$A+B \rightarrow R, \quad \frac{dC_R}{dt} = 1.0 C_A^{1.5} C_B^{0.2}, \text{ mol/L·min}$$

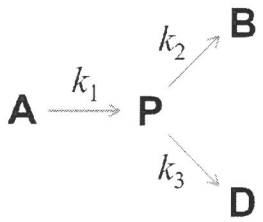
$$A+B \rightarrow S, \quad \frac{dC_S}{dt} = 0.5 C_A^{0.7} C_B^{1.5}, \text{ mol/L·min}$$

(1) 혼합흐름 반응기의 생성물 흐름에서 R의 농도가 3 mol/L일 때, A의 전화율을 구하시오. (11점)

(2) 플러그흐름 반응기에서 A의 전화율이 80 %일 때, 생성물 흐름에서 R과 S의 농도[mol/L]를 각각 구하시오. (9점)

【 문제-3 】 (30점)

회분식 반응기에서 다음의 비가역 기초 반응이 등온 조건에서 일어난다.




표는 A의 초기 농도가 1 mol/L일 때, 시간($t$)에 따른 생성물 B와 D의 농도를 나타낸다. P의 초기 농도는 0이며 반응 속도 상수 $k_1$는 $k_2$의 2배이다. 아래 물음에 답하시오. (단, 관련식의 유도과정 및 관련식의 해를 구하는 과정을 상세히 기술할 것)

| 농도(mmol/L) | 시간(min) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $t=0$ | $t=1$ | $t=2$ | $t=3$ | $t=4$ |
| $C_B$ | 0 | 69 | 167 | 238 | 281 |
| $C_D$ | 0 | 138 | 333 | 476 | 562 |

(1) P의 농도($C_P$)를 $k_1$과 시간($t$)의 함수로 나타내시오. (12점)

(2) A의 농도($C_A$)와 P의 농도($C_P$)가 같아지는 시간($t$)에서 A의 농도($C_A$)를 구하시오. (6점)

(3) P의 농도($C_P$)가 최대가 되는 시간($t_{max}$)에서 D의 농도($C_D$)를 구하시오. (12점)

【 문제-4 】 (20점)

다음의 가역 기초반응이 일정 절대 온도 $T_1$에서 수행된다.

$$A(g) \rightleftarrows B(g) + C(g),\ k_1 = 0.5\,\mathrm{min}^{-1}$$

원료는 절대 온도 $T_1$, 3 atm에서 반응물 A($g$)로만 구성되어 있고 $T_1$에서 압력평형상수 $K_P$는 1.5이다. $k_1$은 정반응의 반응 속도 상수이고, $RT_1 = 30$ atm · L/mol이다. 또한, 각 기체는 이상기체로 가정한다. 아래 물음에 답하시오. (단, 관련식의 유도과정 및 풀이과정을 상세히 기술할 것)

(1) $\dfrac{\text{정용 회분식반응기에서의 A의 평형전화율}}{\text{흐름 반응기에서의 A의 평형전화율}}$ 의 값을 구하시오. (10점)

(2) A의 전화율이 0.2일 때, $\dfrac{\text{정용 회분식계에서의 A의 소멸속도}}{\text{흐름계에서의 A의 소멸속도}}$ 의 값을 구하시오. (6점)

(3) 공급 몰유량이 2.5mol/min일 때, (1)에서 구한 평형전화율의 69.3%를 달성하는데 필요한 혼합흐름 반응기의 부피[L]를 구하시오. (4점)