

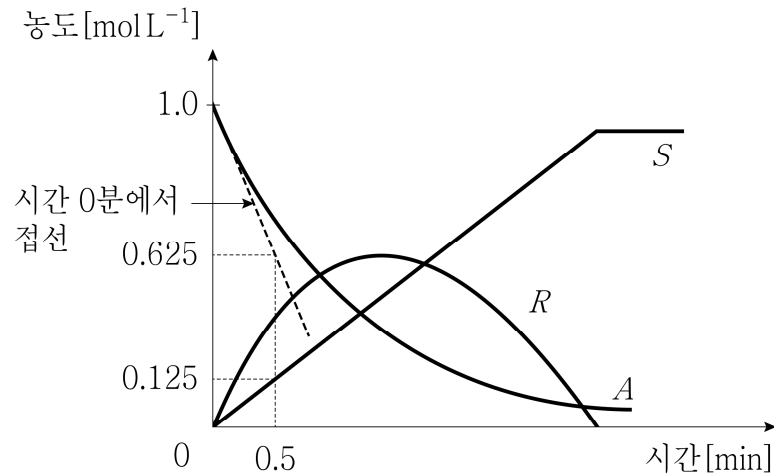
반응공학

2021년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

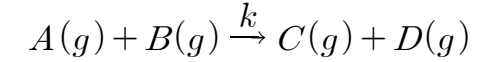
성명 :

제 1 문. 기초 액상 연속반응 $A \xrightarrow{k_1} R \xrightarrow{k_2} S$ 에 대한 회분식반응기의 시간에 따른 반응물과 생성물의 농도분포가 아래 그림과 같다. 반응물 A 의 초기 농도가 1 mol L^{-1} 일 때 다음 물음에 답하시오. (단, 첫 번째 반응은 1차 반응이고, 두 번째 반응은 0차 반응이다. 반응식에서 k 는 반응속도상수이다) (총 10점)



- 1) 중간체 R 의 최고농도($C_{R, \max}$)를 구하시오. (4점)
- 2) 중간체 R 이 연속반응에 의해 모두 소모되어 $C_R = 0$ 이 되는 시간[min]을 구하시오. (6점)

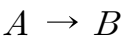
제 2 문. 다음과 같이 비가역 등은 기초반응이 구형의 고체촉매 50 kg 을 이용한 충전층 반응기에서 수행된다.



반응기 입구 압력은 30 atm , 출구 압력은 6 atm 이며, A 와 B 가 혼합하여 반응기에 공급될 때, A 의 전화율(X)은 50% 이다. 물음에 답하시오. (단, 압력강하는 $P = P_0(1 - \alpha W)^{1/2}$ 로 표현되며, W 는 촉매 무게이다. 압력강하 파라미터 α 는 촉매 입자의 직경에 반비례하고 촉매 입자 내 확산효과는 무시한다. 유입 몰유량은 $F_{A0} = F_{B0} = 10 \text{ mol min}^{-1}$, 유입 농도는 $C_{A0} = C_{B0} = 0.5 \text{ mol L}^{-1}$ 이다) (총 15점)

- 1) 이 반응의 반응속도상수(k)를 구하시오. (5점)
- 2) 충전층반응기의 조건은 동일하고 촉매입자 직경만을 두 배로 증가시킬 때 A 의 전화율(X)을 구하시오. (5점)
- 3) 만약 반응기 내에서 압력강하가 없다면 A 의 전화율은 어떻게 되는지를 반응기 내부의 반응물의 농도 및 반응속도 분포 등을 이용하여 정성적으로 설명하시오. (5점)

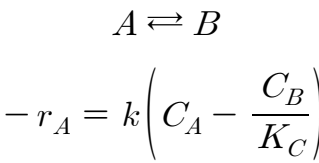
제 3 문. 다음과 같은 1차 비가역 액상 이성화반응을 443 K에서 수행한다. 물음에 답하시오.



(단, 이 반응의 300 K에서 반응속도상수는 $4.08 \times 10^{-6} \text{ min}^{-1}$ 이고, 활성화에너지는 85 kJ mol^{-1} 이며, 기체상수 $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다) (총 10점)

- 1) 원료는 순수한 A만 공급되며 유량은 10 L min^{-1} 으로 반응 중에 일정하게 유지된다고 할 때, 출구에서 A의 전화율이 80 %가 되기 위한 관형흐름반응기와 연속교반탱크반응기 각각의 부피[L]를 구하시오. (7점)
- 2) 위 반응을 회분식반응기에서 진행한다고 할 때, A를 99 % 전환하는 데 걸리는 시간[min]을 구하시오. (3점)

제 4 문. 다음과 같은 기상 가역반응이 상압(1 atm) 하에 운전되는 단열 연속교반탱크 반응기에서 정상상태로 진행된다.



순수한 A 성분만이 600 K에서 1.0 mol min^{-1} 의 몰유량으로 반응기에 주입된다. 반응 온도 600 K에서 이 반응의 정반응 속도상수(k)는 $1.0 \times 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ 이고 이때의 활성화에너지는 30 kJ mol^{-1} 이다. 물음에 답하시오. (단, 반응 온도 300 K에서의 평형상수(K_C)는 100이고, 반응물과 생성물은 이상기체로 가정한다. 축일(shaft work)은 무시하며, 기체상수 $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, 273 K에서 반응 엔탈피는 -20 kJ mol^{-1} , A와 B의 열용량은 각각 $30 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 이다) (총 15점)

- 1) 위 조건에서 단열평형 온도[K]와 평형 전화율을 구하시오. (10점)
- 2) 평형 전화율의 80 %에 도달했을 때 반응기의 부피[m³]와 온도[K]를 구하시오. (5점)

인사혁신처 시험출제과장