

반응공학

2018년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 : 성명 :

제 1 문. 회분식 반응기에서 $A \rightarrow B$ 의 등온 비가역 액상 반응이 일어나고 있다. 이 반응의 속도식을 구하기 위하여 반응물 A의 초기 농도(C_{A0})가 낮은 범위와 높은 범위에서 다음과 같은 반감기($t_{1/2}$) 측정값을 얻었을 때, 물음에 답하시오.

(총 10점)

<낮은 C_{A0} 범위에서의 $t_{1/2}$ 측정값>

$C_{A0}(mol \cdot L^{-1})$	0.01	0.05	0.10
$t_{1/2}(h)$	0.1	0.1	0.1

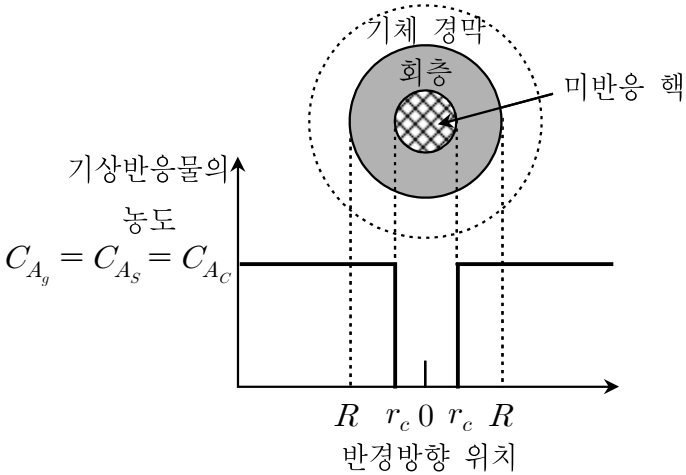
<높은 C_{A0} 범위에서의 $t_{1/2}$ 측정값>

$C_{A0}(mol \cdot L^{-1})$	10	20	30
$t_{1/2}(h)$	1	2	3

- 1) 반응물 A의 각 농도 범위에서 반응차수(n)와 반응속도 상수(k)를 구하시오. (5점)
- 2) 1)의 결과를 이용하여 이 반응의 속도식을 반응물 A의 농도(C_A)에 대한 함수로 나타내시오. (5점)

제 2 문. $A(g) + 2B(s) \rightarrow P$ 와 같은 기체 A와 구형입자 B의 반응은 수축핵 모델 (shrinking core model)에서 화학반응이 율속 단계(rate determining step)인 반응기구를 따르며, 이 때 기체 A의 농도구배는 다음 그림과 같다.

(총 15점)



- 1) 주어진 화학반응에서 기체 경막과 회층(ash layer)을 통한 확산을 무시할 때, 다음의 주어진 기호를 이용하여 반응시간(t)을 구형입자 B의 전환율(X_B)에 대한 함수로 유도하시오. (단, 반응차수는 반응물 A에 대하여 1차이다) (10점)

r_c = 미반응 핵의 반지름
 R = 구형입자의 초기 반지름
 ρ_B = B의 몰(mol) 밀도
 k_A'' = 구형입자 표면에 기준한 1차 반응속도 상수
 C_{A_g} = 기체상에서 반응물 A의 농도
 C_{A_s} = 회층 표면에서 반응물 A의 농도
 C_{A_c} = 미반응 핵표면에서 반응물 A의 농도

- 2) 위 반응에서 반응시간(t)에 따른 구형입자 B의 전환율(X_B)에 대한 실험결과가 다음과 같을 때, 구형입자 B가 생성물 P로 완전히 전환되는 데 걸리는 시간을 구하시오. (5점)

$t(min)$	0.25	0.5	0.75	1
X_B	0.23	0.42	0.58	0.70

제 3 문. 순환 반응기에서 1차 반응 $A \rightarrow B$ 가 일어나고 있다. 반응물 A의 초기농도(C_{A0})는 $4\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 반응기 부피(V)는 200 L 이고, 부피유속(v_0)은 $20\text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ 이다. 순환비(R)가 5인 경우 0.6의 전환율(X_A)을 얻는다고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 순환비는 계를 떠나는 유체 부피에 대한 반응기 입구로 되돌아가는 유체의 부피 비이다) (총 15점)

- 이 반응의 반응속도 상수(k)를 구하시오. (10점)
- 이 순환 반응기를 혼합흐름 반응기(CSTR)–플러그흐름 반응기(PFR)의 직렬 복합 반응기로 교체하고자 할 때, 순환 반응기에서 얻어진 전환율과 동일한 전환율(X_A)을 얻기 위해 필요한 PFR의 부피(V)를 구하시오. (단, CSTR의 부피는 50 L 이다) (5점)

제 4 문. $A \rightarrow B$ 의 등은 비가역 액상 반응에 대해 실험으로부터 다음과 같은 전환율(X_A)에 따른 반응속도($-r_A$) 값을 얻었을 때, 물음에 답하시오. (총 10점)

X_A	0	0.4	0.8
$-r_A\text{ (mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$	0.01	0.008	0.002

- 동일한 반응을 플러그흐름 반응기(PFR)에서 진행할 때, 0.8의 전환율(X_A)을 얻는 데 필요한 PFR의 부피(V)를 구하시오. (단, 반응물 A의 몰유입량(F_{A0})은 $2\text{ mol}\cdot\text{s}^{-1}$ 이고, 실험값으로부터 그려진 $1/-r_A$ vs. X_A 그래프의 점들은 이웃하는 점과 직선으로 연결되는 것으로 가정한다) (5점)
- 동일한 반응을 혼합흐름 반응기(CSTR) 2기(R_1, R_2)를 직렬로 연결하여 1)에서의 PFR과 동일한 반응 조건에서 진행하고자 한다. 첫째 반응기(R_1)와 둘째 반응기(R_2)의 전환율(X_{A1}, X_{A2})을 각각 X_{A1} 은 0.4, X_{A2} 는 0.8로 운전할 때, 두 반응기 부피(V_1, V_2)의 합을 구하시오. (단, 전환율 X_{A1} 은 반응기 R_1 통과 후 얻어진 전환율이며, X_{A2} 는 반응기 R_1 과 R_2 모두 통과 후 얻어진 전환율이다) (5점)

인사혁신처 시험출제과장