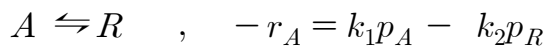


2014년도 제51회 변리사 제2차 국가자격시험 문제지

교시	시험과목	시험시간	수험번호	성명
2교시	화학반응공학	120분		

【 문제-1 】 (30점)

10 atm하에서 기상으로 운전되는 혼합흐름 반응기(CSTR)에 500 K의 순수한 반응물 A를 10 ℓ/s 의 속도로 공급하여 50 %의 전화율을 얻고자 한다.



$$k_{10} = 10^3 \text{ mol/L} \cdot \text{s} \cdot \text{atm}$$

$$k_{20} = 10^6 \text{ mol/L} \cdot \text{s} \cdot \text{atm}$$

$$E_1 = 45,000 \text{ J/mol}$$

$$E_2 = 90,000 \text{ J/mol}$$

- (1) 전화율이 50 %일 때 반응기의 부피를 최소화하는 운전온도(K)를 구하시오. (10점)
- (2) 이 때 반응기의 최소부피(ℓ)를 구하시오. (10점)
- (3) 이상의 반응이 플러그흐름 반응기(PFR)에서 진행된다고 하자. 반응기의 부피를 최소화하는 운전온도를 구하는 방법을 온도(T) vs 전화율(X_A) 도표를 이용하여 설명하시오. (10점)

【 문제-2 】 (20점)

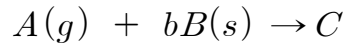
A를 R로 전화시키는 액상반응이 있다. 화학양론식은 $A \rightarrow R$ 이고, 농도에 따른 반응속도에 대한 데이터가 아래 표에 주어져 있다.

$C_A, \text{mol}/\ell$	$-r_A, \text{mol}/\ell \cdot \text{min}$
0.2	0.15
0.4	0.33
0.6	0.50
0.8	0.60
1.0	0.70
1.2	0.67
1.4	0.56
1.6	0.40
1.8	0.25
2.0	0.10

- (1) 회분식 반응기에서 조작하여 초기농도 $C_{A0} = 1.6 \text{ mol}/\ell$ 로부터 최종농도 $C_{Af} = 0.8 \text{ mol}/\ell$ 로 하고자 할 때, 회분식 반응기의 반응시간은 얼마로 해야 하는지 구하시오. (6점)
- (2) 이 반응을 혼합흐름 반응기(CSTR)에서 진행할 때, A의 몰유속은 $50 \text{ mol}/\text{min}$, A의 초기농도는 $1.6 \text{ mol}/\ell$, 전화율은 0.5 라고 할 때, 필요한 반응기 부피를 구하시오. (7점)
- (3) 이 반응을 플러그흐름 반응기(PFR)에서 진행할 때, A의 몰유속은 $50 \text{ mol}/\text{min}$, A의 초기농도는 $1.6 \text{ mol}/\ell$, 전화율은 0.5 라고 할 때, 필요한 반응기 부피를 구하시오. (7점)

【 문제-3 】 (30점)

구형의 고체입자에서 다음의 반응이 진행되고 있다.



이 반응에 대하여 크기가 변하지 않는 수축핵 모델을 적용할 수 있다고 하자. 입자가 완전히 전화될 때까지 걸린 시간을 τ , 반응시간을 t , B의 전화율을 X_B 로 표현할 때 다음 (1), (2), (3)의 경우에 대하여 $\frac{t}{\tau}$ 를 X_B 의 함수로 유도하여라.

C_{Ag} : A의 기상농도,	C_{As} : 입자표면에서 A의 농도,
C_{Ac} : 미반응핵 표면에서 A의 농도	
D_e : 회층(ash layer)에서의 확산계수	
k_g : 기체 경막에서의 물질전달계수,	k'' : 표면반응 속도상수
N_A, N_B : A, B의 몰수,	Q : 몰 플럭스
r_c : 미반응핵의 반경,	R : 입자의 반경
S_e : 입자의 외부 표면적,	ρ_B : 고체 B의 몰밀도

(1) 기체 경막을 통한 확산이 율속단계인 경우 (8점)

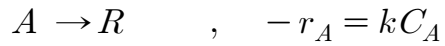
(2) 회층(ash layer)을 통한 확산이 율속단계인 경우 (8점)

(3) 미반응 고체 표면에서의 화학반응(1차반응이라고 가정)이 율속단계인 경우 (8점)

(4) 반응시간이 2시간일 때 X_B 의 값이 0.49, 10시간일 때 완전히 전화되었다면 율속단계는 위의 3가지 경우 중 어느 경우가 되는지 계산을 통하여 추정하시오. (6점)

【 문제-4 】 (20점)

등온하에서 혼합흐름 반응기(CSTR)의 운전을 개시(start-up)하여, 다음의 반응이 정상상태에 도달되는 과정을 분석하고자 한다.



반응기로 유입되는 A의 농도는 $C_{A0} \text{ mol}/\ell$, 반응기를 나가는 A의 농도는 $C_A \text{ mol}/\ell$, 반응속도상수는 $k \text{ min}^{-1}$, 공간시간은 $\tau \text{ min}$ 이다. 반응물은 $v_0 \ell/\text{min}$ 의 속도로 유입되며 반응기 부피는 V 로 일정하게 유지하였다. 반응기를 나가는 A의 농도를 시간의 함수로 구하고, 이 함수로부터 반응이 정상상태에 도달되었을 때의 A 농도를 구하시오. 이 과정에서 필요하다면 적절한 가정을 할 수 있다.