

【 문제-1 】 (30점)

적분법을 이용하여 반응기 설계를 위한 반응속도식을 결정하고자 한다.

- (1) 회분식 반응기를 이용하여 액상, 1차 가역반응 $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$, $-r_A = k_1 C_A - k_2 C_B$ 의 반응시간에 따른 C_A , C_B 농도를 측정한 자료는 아래와 같다.

시간(t)	$t = 0$	• • •	$t = t$	• • •	$t = t_e$ (평형)
C_A	C_{A0}	• • •	C_A	• • •	C_{Ae}
C_B	0	• • •	C_B	• • •	C_{Be}

반응속도상수 k_1 , k_2 를 구하는 과정을 유도하고, 그래프를 이용하여 설명하시오. (단, 평형상수는 K_c 이다.) (13점)

- (2) 부피가 변화하는 회분식 반응기를 이용하여 기상, 1차 비가역반응 $A \xrightarrow{k} nB$, ($n \neq 1$), $-r_A = kC_A$ 의 반응시간에 따른 반응기 부피(V) 및 C_A , C_B 의 농도를 측정한 자료는 아래와 같다.

시간(t)	$t = 0$	• • •	$t = t$	• • •
반응기 부피(V)	V_0	• • •	V	• • •
C_A	C_{A0}	• • •	C_A	• • •
C_B	0	• • •	C_B	• • •

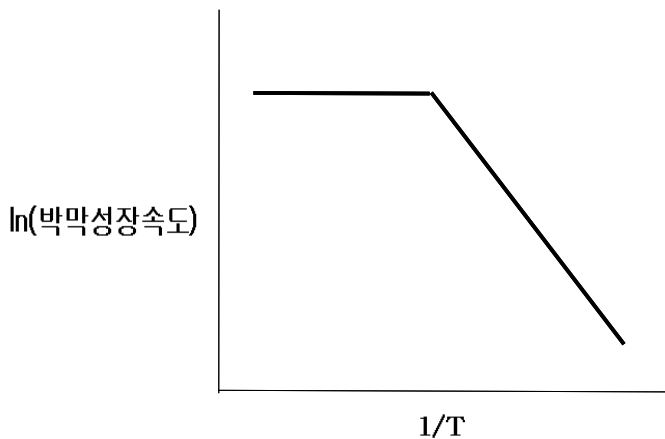
반응속도상수 k 를 구하는 과정을 유도하고, 그래프를 이용하여 설명하시오.

(단, $\epsilon_A = \frac{V_{X_A=1} - V_{X_A=0}}{V_{X_A=0}}$ 로 정의된다.) (17점)

【 문제-2 】 (20점)

기상 반응물이 기판 표면 위에서 반응으로 분해되어 고체 박막이 성장되는 계를 고려한다. 박막의 성장속도는 반응물이 벌크에서 표면으로 물질 이동하는 속도와 표면에서의 분해 반응속도에 의해서 결정된다.

- (1) 박막성장속도(로그 스케일)가 아래와 같이 온도가 낮을 때에는 직선의 형태를 보이다가 온도가 높아지면서 일정해진다. 그 이유를 구체적으로 설명하시오. (8점)



- (2) 계의 반응압력을 낮추었을 때 위 그래프가 어떻게 달라지는지 그림으로 나타내고, 그 이유를 설명하시오. (4점)
- (3) 고체 박막이 형성될 때 반응물 안에 포함된 탄소 원소가 흑연(graphite) 형태로 고체 박막 내에 불순물로서 일부 공침(co-deposition)된다. 이에 수소(H_2)를 반응물로 첨가하여 환원 분위기를 조성함으로써 흑연의 공침을 억제하고자 할 때, 계의 반응압력은 어떻게 변화시키는 것이 적절한지와 그 이유를 설명하시오. (단, 온도는 일정하다.) (8점)

【 문제-3 】 (30점)

CSTR을 이용하여 액상, 1차 반응 $A \xrightarrow{k_1} B$ 의 반응특성을 조사하였다. 반응기 ($V=10 \ell$)에 A 가 초기농도 $C_{A0}=2 \text{ moles}/\ell$, 속도 $2 \ell/\text{min}$ 로 유입될 때 A 의 전환율은 0.8 이었다. B 의 초기농도 $C_{B0}=0$ 이다.

(1) 다른 조건의 CSTR에서 반응특성을 조사할 때 A 는 $A \xrightarrow{k_1} B$ 반응 이외에도

$A \xrightarrow{k_2} C$, $k_2=0.4 \text{ mol}/\ell-\text{min}$ 반응이 병렬로 일어나고 있음을 알게 되었다.

전환율이 0.9일 때, C_B 와 C_C 를 구하시오. (단, A 의 초기농도 $C_{A0}=2 \text{ moles}/\ell$, B 와 C 의 초기농도 $C_{B0}=C_{C0}=0$ 이다.) (15점)

(2) 만일, CSTR 내에서 $A \xrightarrow{k_1} B$ 반응에 의해 생성된 B 가 연속적으로 액상, 1차 반응

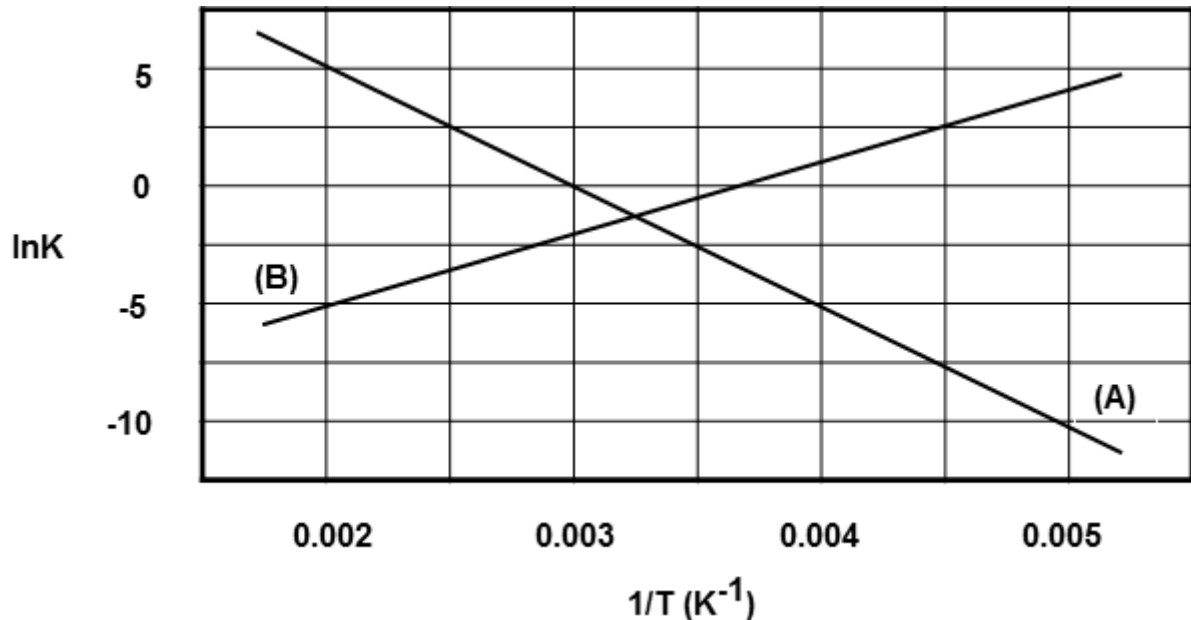
$B \xrightarrow{k_3} D$, $k_3=0.8 \text{ min}^{-1}$ 에 참여할 때 얻을 수 있는 B 의 최대 농도($C_{B\text{max}}$)를

구하시오. (단, A 의 초기농도 $C_{A0}=2 \text{ moles}/\ell$, B 의 초기농도 $C_{B0}=0$ 이다.) (15점)

【 문제-4 】 (20점)

반응 (A)와 반응 (B)는 모두 가역 1차 반응으로 각각 $P \rightleftharpoons Q$, $R \rightleftharpoons S$ 이다.

두 반응에 대해 아래와 같이 온도에 따른 평형상수 그래프를 얻었다.



- (1) 반응 (A)와 (B)의 반응열을 각각 구하시오. [단, $R(\text{기체상수}) = 8.314 \text{ J/mol-K}$ 이고 반응열은 주어진 온도 범위에서 일정하다.] (6점)
- (2) 반응 온도를 증가시킬수록 더 많이 생성되는 성분은 P, Q, R, S 중 어느 성분인지를 쓰고, 그 이유를 위 (1)에서 구한 반응열과 관련지어 설명하시오. (6점)
- (3) 반응 (A)와 (B) 모두 순수한 반응물에서 반응을 개시한다. 반응온도 500 K에서 각 반응의 평형전화율을 구하시오. (8점)