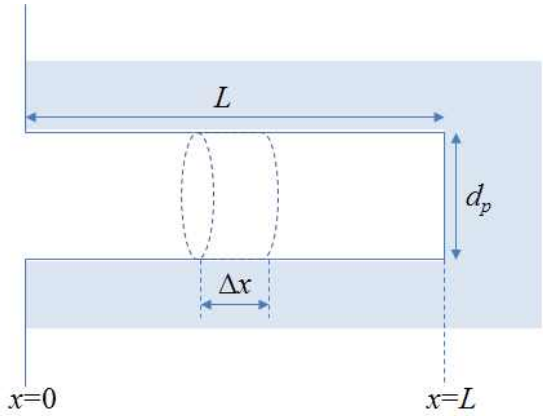
【 문제-1 】(30점)

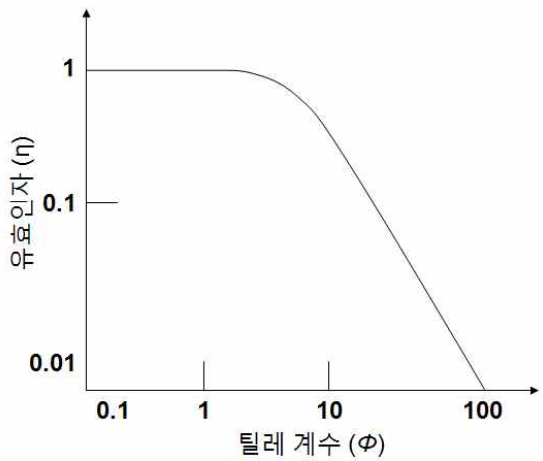
기공 길이 L, 지름 d_p의 원통형 단일 촉매 기공에서, 반응물 A가 기공 내로 확산되어 들어가 기공표면에서 등온 1차 비가역반응($A \rightarrow P$)이 일어날 때, 다음 물음에 답하시오. (단, 물질의 출입 흐름은 정상상태로 가정하고 기공입구($x=0$)에서의 농도는 C_{As}, 기공의 끝($x=L$)은 불활성이며, 반응속도상수는 k'', 확산계수는 D이다.)



(1) 촉매 입구로부터 기공 길이 (x)방향으로 반응물 A의 농도 $C_A(x)$를 구하시오. (12점)

(2) 기공확산저항에 따른 반응속도 측정을 위한 유효인자(effectiveness factor, η)는 $\eta = \frac{\text{실제속도}}{\text{이상적속도}}$로 정의된다. 유효인자($\eta$)를 틸레 계수(Thiele modulus, ϕ)의 함수로 나타내시오. (7점)

(3) 다음은 유효인자(η)를 틸레 계수(ϕ)의 함수로 나타낸 그래프이다. 이를 참고하여, 틸레 계수(ϕ)에 따른 유효인자(η)의 변화를 기공확산 저항과 반응 속도와 관련하여 설명하시오. (11점)



【 문제-2 】(20점)

추적자를 반응기에 펄스로 주입하여 출류농도를 시간의 함수로 측정한 결과, 아래 표의 자료를 얻었다. 다음 자료에 기반하여 물음에 답하시오. (단, 반응기는 이상반응기로 가정하고, 측정 농도는 주어진 시간에서의 농도이다.)

t(min)	0	1	2	3	4.5	6	7.5	9	11	13
C(g/m^3)	0	1	4	7	11	8	5	3	1	0

필요할 경우, 다음 적분의 수치적 계산식을 이용하시오.

① N/3이 정수일 경우, N+1점에 대한 계산식

$$\int_{X_0}^{X_N} f(X)dX = \frac{3}{8}h[f_0+3f_1+3f_2+2f_3+3f_4+3f_5+2f_6+\cdots+3f_{N-1}+f_N] \quad (h=\frac{X_N-X_0}{N})$$

② N이 짝수일 경우, N+1점에 대한 계산식

$$\int_{X_0}^{X_N} f(X)dX = \frac{h}{3}[f_0+4f_1+2f_2+4f_3+2f_4+\cdots+4f_{N-1}+f_N] \quad (h=\frac{X_N-X_0}{N})$$

(1) 체류시간 분포함수 $E(t)$를 시간의 함수로 그리고, 3분 이상 체류한 후 반응기를 떠나는 물질의 분율(%)을 구하시오. (6점)

(2) 반응기내 평균 체류시간(t_m)을 구하고, 반응기 내 무용부피(dead volume)가 20% 존재할 경우 반응기의 공간시간(τ)을 구하시오. (9점)

(3) 반응기에서 비가역 등온 액상 1차 반응 ($A \rightarrow P$)이 완전히 분리되어 있는 유체 내에서 일어날 경우, 반응기의 평균 전화율을 구하시오. (단, 반응기내의 모든 유체입자(globule)는 각각 부피가 일정한 회분식 반응기로 동작하며, 반응속도상수(k)는 0.1 min^{-1}이며, 반응기 온도(T)는 300 K이다.) (5점)

【 문제-3 】 (30점)

다음 물음에 답하시오. 반응속도 r의 단위는 $[mol/(\ell \cdot \min)]$이다.

(1) 반응기 내에서 아래의 병렬반응이 일어난다.

$$A \rightarrow B, \quad r_B = C_A^2$$

$$A + B \rightarrow 2C, \quad r_C = C_A C_B$$

B에 대한 C의 순간선택도($S_{C|B}$)를 구하고 $S_{C|B}$를 최대로 할 수 있는 반응시스템을 제시하시오. (10점)

(2) 혼합흐름반응기($V = 10l$) 내로 ($C_{A0} = 5mol/l$, $C_{R0} = C_{S0} = 0$)이 유입되고 아래의 병렬반응이 일어난다.

$$A \rightarrow R, \quad r_R = C_A^2$$

$$A \rightarrow S, \quad r_S = C_A$$

반응기에서 얻을 수 있는 R의 최대 농도($C_{R,\max}$)와 유입물의 부피유량속도(v)를 구하시오. (10점)

(3) 혼합흐름반응기 내로 ($C_{A0} = 5mol/l$, $C_{R0} = C_{S0} = 0$)이 유입되고 아래의 비가역연속반응이 일어난다.

$$A \xrightarrow{k_1 = 1} R \xrightarrow{k_2 = 2} S, \quad -r_A = C_A, \quad r_S = 2C_R$$

반응기에서 생성되는 R의 최대 농도($C_{R,\max}$)와 공간시간(τ)을 구하시오. (10점)

【 문제-4 】 (20점)

온도 293 K에서 일어나는 액상반응, $A + B \rightarrow C$ 에 대한 실험결과는 아래와 같다.

실험	$A\ [mol/l]$	$B\ [mol/l]$	$r_C\ [mol/(\ell \cdot \min)]$
1	0.104	0.15	1.8×10^{-5}
2	0.104	0.3	5.1×10^{-5}
3	0.052	0.3	3.6×10^{-5}

(1) 반응물질 A와 B 각각에 대하여 반응차수를 구하시오. (7점)

(2) 온도 293 K에서 반응속도상수 k의 값과 단위를 구하시오. (4점)

(3) 반응온도가 293 K로부터 343 K로 증가할 때 반응속도상수는 10배 증가하였다. 위 반응에 대한 활성화에너지를 구하시오. [$R = 8.314\ J/(mol \cdot K)$] (5점)

(4) 반응속도상수 값이 343 K와 비교하여 10배 증가하는 반응온도를 구하고, 온도가 반응속도에 미치는 영향을 논하시오. (4점)