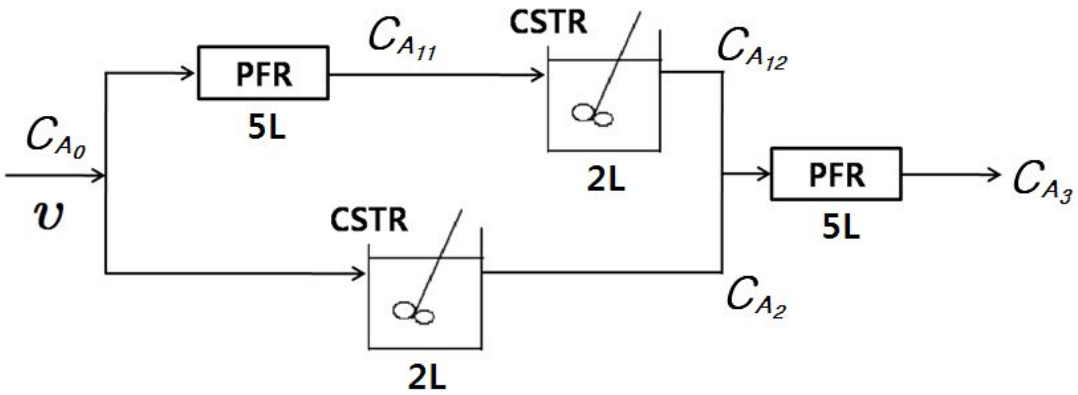
2016년도 제53회 변리사 2차 국가자격시험 문제지

교 시	시험과목	시험시간	수험번호	성 명	향후일정 안 내
2교시	화학반응공학	120분			

【 문제-1 】 (30점)

아래와 같은 플러그흐름 반응기(PFR)와 혼합흐름 반응기(CSTR)를 거치는 경로를 통하여 반응이 일어난다.



반응식은 다음과 같으며, v는 2:1로 위, 아래로 분리되어 경로를 거치며 액체 반응을 일으킨다.

$$2A \rightarrow B, \qquad -r_A = 4\,C_A^2 \left[\frac{mol}{L \bullet \min}\right]$$

$$C_{A_0} = 30\,mol/L,\ v = 12\,L/\min$$

(1) 위쪽 경로를 거친 후의 $C_{A_{12}}[mol/L]$를 계산하시오. (10점)

(2) 아래쪽 경로를 거친 후의 $C_{A_2}[mol/L]$를 계산하시오. (6점)

(3) 최종 산물의 $C_{A_3}[mol/L]$를 계산하시오. (14점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

【 문제-2 】 (20점)

화학반응이 일어날 때 반응속도상수(rate constant)와 반응의 평형상수(equilibrium constant)는 반응온도의 영향을 받는다.

(1) Arrhenius식을 이용하여 화학반응 속도상수 k의 온도에 따른 경향성에 관해 설명하고, k vs. T의 관계를 도식화하시오. (6점)

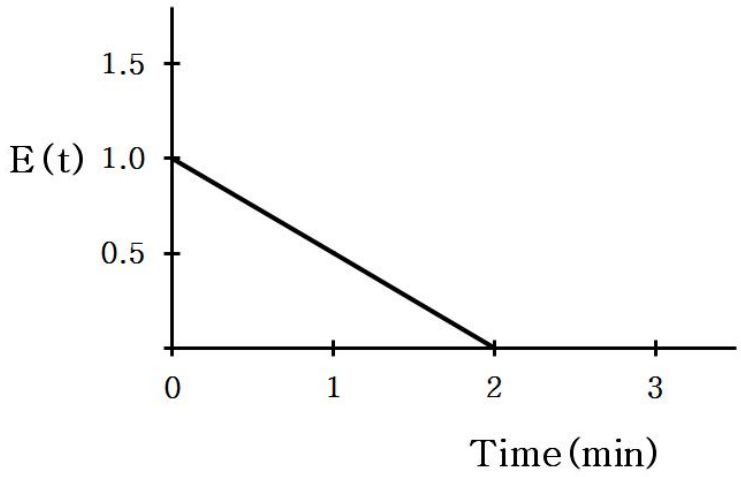
(2) 화학반응 평형상수 K의 반응열에 따른 온도 경향성에 관해 관련식을 이용하여 설명하시오. (6점)

(3) 340 K에서 순수한 반응물 A로부터 가역 1차 반응 $A \rightleftharpoons P$이 일어난다. 이때의 평형전화율을 계산하고, 반응온도가 높아질수록 평형전화율이 어떻게 변할지 설명하시오. (단, 정반응 속도상수와 역반응 속도상수는 각각 $k_1 = 8.8 \times 10^3 e^{-\frac{6,300}{T}}\ [s^{-1}]$, $k_2 = 4.2 \times 10^{14} e^{-\frac{15,000}{T}}\ [s^{-1}]$이며, T는 반응온도 [K]이다.) (8점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

【 문제-3 】 (30점)

일정한 조건하에 있는 화학반응기에 추적자(tracer)를 펄스입력(impulse input)한 결과 다음과 같은 추적자의 체류시간분포 (residence time distribution) 함수를 얻을 수 있었다.



(1) 체류시간분포함수 $E(t)$를 추적자의 농도 $C(t)$를 이용한 일반식으로 정의하고, 위의 $E(t)$로부터 평균체류시간 t_m 을 계산하시오. (9점)

(2) 위의 체류시간분포 함수를 이용하여 추적자가 계단입력(step input)되었을 때의 누적 체류시간분포 함수인 $F(t)$를 유도하시오. 추적자를 펄스입력하는 경우에 비해 계단입력 하는 경우의 장단점(난이도, 오차, 비용 등)을 간략히 기술하시오. (7점)

(3) 위의 반응기를 이용하여 1 mol/L 인 순수 반응물 A로부터 $A \rightarrow R$, $-r_A = kC_A$, $k = 1\,\mathrm{min}^{-1}$ 인 반응을 수행할 경우 예상되는 평균 전화율을 계산하시오. (7점)

(4) $t=0$ 인 시점에서 공간시간(space time)이 τ 인 혼합흐름 반응기(CSTR)로 추적자가 펄스입력되었다. 이 경우 체류시간분포 함수 $E(t)$를 유도하시오. (7점)

청렴세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화

【 문제-4 】 (20점)

$A \xrightarrow{k} B$ 가 되는 액상의 1차 반응이 있다. 127 ℃ 등온 하에서 1개의 혼합흐름 반응기(CSTR)로 A의 전화율이 0.9가 되도록 반응시켜 12,500g/hr의 B를 생산한다.

$-r_A = kC_A$

$k = 2.5 \times 10^{14} \exp(-13{,}600/T)\ \ [hr^{-1}]$ (T는 반응온도[K])

$\Delta H_{rxn} = -12{,}000\, cal/mol$

$C_P(\text{for } A \,\&\, B) = 100\, cal/mol \cdot K$

$\rho_A = \rho_B = 900\, g/L$

M.W. = 200

(1) CSTR의 부피[L]를 구하시오. (12점)

(2) A가 25 ℃ 온도로 반응기에 들어간다면 127 ℃를 유지하기 위하여 얼마의 열[cal/hr]을 빼거나 넣어주어야 하는가? (8점)

청렴韓세상 한국산업인력공단 HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT SERVICE OF KOREA
함께해요! 청렴실천 만들어요! 청렴문화