

## 반응공학

2017년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

응시번호 :

성명 :

제 1 문. 25 °C의 등온 회분식 반응기(batch reactor)에서  $A + B \xrightarrow{k} P$ 의 비가역 액상 반응이 일어나고 있다. 반응속도식은 B성분에 대해 1차 반응이며, A성분의 차수를 실험으로 구하고자 한다. 반응물 B성분은  $C_{B0} = 5.0000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 과잉 공급되며, 회분식 반응기의 액상반응에서 시간에 따른 A성분의 농도 측정결과가 표와 같을 때, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

t(min)	0	50	100	150	200	250	300
$C_A(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$	0.0500	0.0400	0.0333	0.0286	0.0250	0.0222	0.0200

- 1) 위 결과로부터 적분법을 이용하여 비가역 액상 반응에서 A성분의 반응차수를 구하시오. (단, 반응차수는 정수이다) (7점)
- 2) 이때 반응속도상수  $k$ 를 구하시오. (3점)

제 2 문. 정상상태로 운전되는 10 L의 등온 혼합흐름 반응기(CSTR)에서 비가역 1차반응  $A \rightarrow P$ 이 일어나고 있다.  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 농도를 갖는 순수한 반응물 A가  $1 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 의 속도로 반응기에 공급되며, 반응속도상수는  $0.15 \text{ min}^{-1}$ 이다. 다음 물음에 답하시오. (총 15점)

- 1) 반응물A의 전환율을 구하시오. (5점)
- 2) 반응물A의 공급속도가  $1.0 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 에서  $0.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 로 줄어들어 유지된다 (계단입력). 이때 반응기가 정상상태에 도달할 때까지의 농도변화를 시간의 함수로 구하고, 정상상태에 도달한 후 반응물 A의 전환율을 구하시오. (10점)

제 3 문. 다음은 촉매화학반응에서 기공확산저항에 따른 반응속도의 감소를 측정하기 위한 유효인자( $\eta$ )이다. 물음에 답하시오. (총 15점)

$$\eta = \frac{\text{겉보기 반응속도, } r_A}{\text{확산저항이 존재하지 않는 반응속도, } r_{As}} = \frac{\tanh \phi}{\phi}$$

$$\phi = L \sqrt{\frac{k}{D}}, \quad L = \text{촉매특성크기}, \quad k = \text{반응속도상수}, \quad D = \text{유효확산계수}$$

(단, 1차 비가역 촉매반응이 진행될 때 촉매특성크기(characteristic dimension)는 0.2 cm, 유효확산계수는  $0.015 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , 100 °C에서 반응속도상수는  $0.93 \text{ s}^{-1}$ , 활성화 에너지는  $20 \text{ kcal} \cdot \text{mol}^{-1}$ 이며, 이 때 유효확산계수는 온도와 무관하다)

- 1) 반응물의 농도가  $3.25 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 일 때, 100 °C와 150 °C에서 각각 겉보기 반응 속도를 구하시오. (10점)
- 2) 반응의 겉보기 활성화 에너지(apparent activation energy)를 구하시오. (5점)

제 4 문. 반응기의 부피가 2 L로 일정하게 유지되는 회분식 반응기(batch reactor)에서  $A \rightarrow B$ 의 등온반응이 1 kg의 촉매 표면에서 일어난다. 반응물 A의 초기 투입량은 2 mol이며, 반응시간이 지남에 따라 촉매는 비활성화(decay)된다. 촉매 비활성화속도는 촉매 활성화도(activity)에 대하여 1차이고, 비활성화 속도 상수(decay rate constant)는  $0.5 \text{ s}^{-1}$ 이다. 이 반응이 A에 대하여 2차 반응이고, 반응속도상수가  $2 \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ , 반응시간이 10초일 때 A의 전환율을 구하시오.

(10점)

## 인사혁신처 시험출제과장