

반응공학

2019년도 국가공무원 5급(기술) 공개경쟁채용 제2차시험

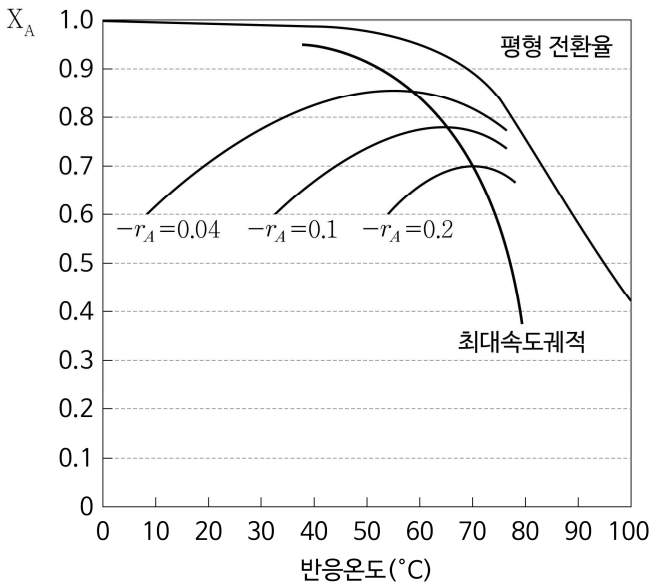
응시번호 :                      성명 :

제 1 문. 가역반응  $A \rightleftharpoons B$ 가 기초반응(elementary reaction)이며, 두 온도에 대하여 아래 표와 같이 정반응 속도 상수( $k$ ) 및 반응 평형 상수( $K_e$ )를 갖는다. 반응 초기에 순수한 반응물 A만 존재할 경우, 다음 물음에 답하시오. (총 10점)

| 온도              | $k \text{ [h}^{-1}\text{]}$ | $K_e$ |
|-----------------|-----------------------------|-------|
| High Temp. (HT) | 15                          | 1     |
| Low Temp. (LT)  | 7.5                         | 3     |

- 1) 각 온도에서의 평형 전환율을 구하시오. (2점)
- 2) 혼합흐름 반응기(CSTR)에서 LT의 온도로 등은 반응이 진행되며, 평형 전환율의 80%까지 반응을 진행할 경우 공간시간을 구하시오. (4점)
- 3) 두 개의 CSTR을 직렬로 연결하며, 첫 번째는 HT에서, 두 번째는 LT에서 등은 운전을 진행한다. 첫 번째 반응기에서 전환율 40%를 달성하고, 두 번째 반응기에서 추가 반응을 통하여 2)와 동일한 최종 전환율을 달성하고자 할 경우 전체 공간시간을 구하시오. (4점)

제 2 문. 다음 그림은 액상 1차 가역반응( $A \rightleftharpoons R$ )에 대해  $C_{A0} = 2 \text{ mol A} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $C_{R0} = 0$ 의 조건에서 얻어진 전환율( $X_A$ )–반응온도 곡선이다. 물음에 답하시오. (단,  $-r_A$ 는 반응속도 $[\text{mol A} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{L}^{-1}]$ 이다) (총 10점)

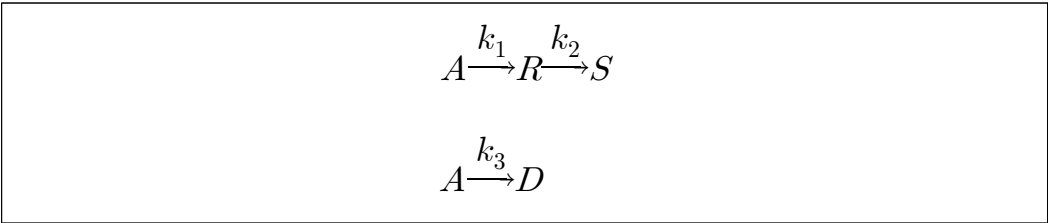


- 1) 순수한 반응물 A는 1,400 L의 단열 혼합흐름 반응기에서 70%가 전환되었다. 초기에 공급되는 A의 농도( $C_{A0}$ )가  $2 \text{ mol A} \cdot \text{L}^{-1}$ 일 때, 최적의 혼합흐름 반응기의 성능을 유지하기 위한 A의 유량 $[\text{mol A} \cdot \text{min}^{-1}]$ 을 계산하시오. (3점)
- 2) 1)의 반응기에서 반응 전 공급물의 온도( $^{\circ}\text{C}$ )를 구하시오. (단, 공급물의 열용량( $C_{pA}$ )은  $120 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 이고, 반응열( $-\Delta H_r$ )은  $8,400 \text{ cal} \cdot \text{mol}^{-1}$ 로 온도에 무관하다) (4점)
- 3) 별도로 플러그흐름 반응기(PFR)에서 가역 발열반응이 진행된다고 가정하자. 일정한 공급 물 유속에서 원하는 전환율을 달성하기 위하여 반응기 부피를 최소로 하고자 한다. 반응기 길이에 따른 최적 온도 조절 방법을 정성적으로 서술하시오. (3점)

제 3 문.  $CO + Cl_2 \rightarrow COCl_2$  기상 반응이 불균일 촉매 상에서 진행된다. 표면 반응은 율속단계이며 비가역으로 진행된다. 생성물인  $COCl_2$ 의 흡·탈착을 고려하여 총괄 반응속도식을 아래의 조건에 따라 유도하시오. (단, 농도, 분압, 속도상수 등 유도과정에 필요한 기호는 각자 정의한다) (총 15점)

- 1)  $CO$ 와  $Cl_2$ 가 각각 분자 흡착을 하는 Langmuir-Hinshelwood 반응기구를 따르는 경우 (8점)
- 2)  $CO$ 만 분자 흡착을 하는 Eley-Rideal 반응기구를 따르는 경우 (7점)

제 4 문. 다음 제시된 1차 비가역 반응들이 등은 플러그흐름 반응기(PFR)에서 진행된다. 물음에 답하시오. (단,  $k_1 = k_2 = 1\text{ s}^{-1}$ 이고  $k_3 = 2\text{ s}^{-1}$ 이다. 원료 A의 농도는  $C_{A0} = 2.0\text{ mol A} \cdot \text{L}^{-1}$ 이고 원료에 R, S 및 D는 포함되지 않았다) (총 15점)



- 1) 반응기 출구에서 A의 농도가  $C_A = 0.40\text{ mol A} \cdot \text{L}^{-1}$ 일 때 공간시간을 구하시오. (5점)
- 2) 1)과 동일한 조건일 때, 반응기 출구에서 R, S 및 D의 농도를 계산하시오. (10점)