

반응공학

2007년 시행 행정고등고시[기술직] 제2차시험

응시번호 :

성명 :

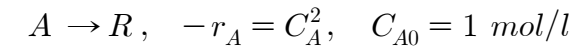
제 1 문. 냉각코일이 설치된 등온혼합반응기에서 $A \rightarrow B$ 의 액상 1차반응이 반응온도 163°C , 전화율 90%로 진행될 때, 공급액온도 $T_o = 20^\circ\text{C}$, 체적유량 $q = 150 \text{ dm}^3/\text{h}$ 이고, 열용량 $C_p = 2.0 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, 밀도 $\rho = 0.95 \text{ kg}/\text{dm}^3$, 반응열 $\Delta H_R = -87 \text{ kJ}/\text{mol}A$, 반응속도상수 $k = 0.80 \text{ h}^{-1}$ 이며, A , B 성분의 분자량은 각각 $200 \text{ kg}/\text{kmol}$ 이다. 이 때 혼합반응기의 체적과 냉각코일의 제열속도(kJ/h)를 구하시오. (10점)

제 2 문. 반응온도가 10°C 증가할 때 반응속도가 2배 증가하는 관계가 성립되는 온도와 활성화에너지의 관계식이 다음과 같음을 증명하시오. (10점)

$$T = [10 E / (R \ln 2)]^{1/2}$$

(단, T : 절대온도(K), E : 활성화에너지, R : 기체상수이다)

제 3 문. 회분식 반응기에서 액상 2차반응이 다음과 같이 진행된다.

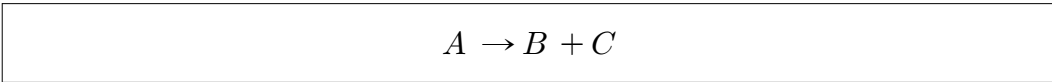


아래의 목표를 달성하기 위하여 조업시간(t) 및 전화율(X_A)이 어떻게 되어야 하는가? (총 14점)

(단, 이때 각 회분(batch)마다 조업준비시간은 1시간이고 반응물 가격을 포함한 제반비용은 \$100/회분이며, 생성물 가격은 \$200 X_A /회분이다)

- 1) R 의 생성속도를 최대로 하는 t 및 X_A 를 구하시오. (6점)
- 2) 이윤속도(순이익/소요시간)를 최대로 하는 t 와 X_A 및 하루에 얻는 이윤을 구하시오. (8점)

제 4 문. 다음의 비가역 1차 기상반응이 촉매반응기에서 일어나고 있다.



반응기는 관형(tubular reactor)으로서 내부에 직경 5 mm의 구형막대촉매가 충전되어 있다. 10 기압 450 K의 순수한 A가 유량 20 l/s로 반응기에 주입될 경우 내부확산저항을 무시하면 반응속도식은 다음과 같이 주어진다.

$$-r_A = 0.15 \, C_A \left[\frac{\text{mol}}{\text{kg}(\text{cat}) \cdot \text{s}} \right]$$

이때 A의 유효확산계수는 반응기내에서 0.0002 cm²/s으로 일정하고, 촉매 밀도(pellet density)는 2 kg/l 이다. (총 16점)

- 1) 1차반응에서의 Thiele modulus(ϕ)를 정의하고, 그 값이 클 때 유효성인자 (effectiveness factor), $\eta = 3/\phi$ 에 근사함을 증명하시오. (8점)
- 2) 90 % 전환율을 얻기 위해 450 K 등온반응기에 충전할 촉매 무게를 계산하시오. (8점)
- (단, 유효성인자는 1)의 결과를 사용하기로 한다)

중앙인사위원회 출제관리과장