

모든 문제의 계산과정을 답안지에 자세히 명시할 것!!!

1. 다음을 설명하시오 (30).

- 1) 현재 단위조작 강의시간에 배우는 <단위조작> 이란 어떤 의미인가?
- 2) 단위조작 강의에서 배운 상분리 공정 7개를 적고 간단히 설명하시오.
- 3) 흡수공정, flash 그리고 증류공정의 차이점에 대하여 기술하시오.
- 4) 상대 휘발도 $\alpha_{AB} = \frac{y_A/x_A}{y_B/x_B}$ (여기에서 y 와 x 는 각각 기상과 액상의 몰분율이고, A 와 B 는 성분을 의미한다) 가 1 보다 클 때, 두 성분 A 와 B 에 대한 열역학적 특성은 무엇이겠는가?
- 5) 흡수탑에서 충전물질은 기액상 간의 접촉 표면을 제공하는 역할을 한다. 기액상 전체 접촉표면적은 $A = a \cdot S \cdot z$ 으로 구할 수 있다. 여기에서 s 는 흡수탑의 단면적이고, z 는 흡수탑의 높이이다. 그렇다면, a 는 무엇을 의미하고, 단위는 무엇인가?
- 6) 흡수공정에서 헨리의 법칙이란 무엇인가? 물리적 의미와 수학적 정의식을 쓰시오.

2. 어떤 화학 회사에서는 펜탄과 헥탄이 반씩 섞인 혼합물을 온도와 압력이 일정한 상태에서 flash 공정을 통하여 기액상으로 분리하고자 한다 (25). 유입되는 원료의 유량은 100kmol/h 이고, 기상으로 40 kmol/h 로 유출된다. 압력은 P=1atm (=101.3 kPa) 이다.

- 1) 이 flash 공정을 그림으로 나타내시오. 단, 유입/유출선, 유입/유출 몰유량과 몰분율 등을 표시하고, 알려져 있는 값이 있으면 기호와 함께 명시하시오.
- 2) 펜탄-헥탄계의 주어진 온도와 압력에서 증기압을 실험으로 측정한 결과 펜탄에 대하여 $P_A^{vap} = 253.25kPa$, 헥탄에 대하여 $P_B^{vap} = 126.625kPa$ 이었고, 이용액은 라울의 법칙 ($P_A = P_A^{vap} x_A$) 을 적용할 수 있다고 한다. 두 성분에 대한 각각의 평형상수는 얼마이고, 헥탄에 대한 펜탄의 상대휘발도는 얼마인가?
- 3) 기액접촉에서의 기상 물질전달계수와 액상물질전달계수 $k_y = 3 \frac{mol}{m^2s}$, $k_x = 4 \frac{mol}{m^2s}$ 이다. 평형상태에 있는 이 flash 공정에 대하여, 총괄물질전달 계수는 얼마이고, 물질전달 flux 는 얼마인가? 그림을 그려서 설명하고, 답을 구하시오. 여기에서 기상의 몰분율과 액상의 몰분율은 $y_{AG} = 0.55$, $x_{AL} = 0.5$ 이다.
- 4) 이 flash 공정의 총괄 물질수지식과 성분물질수지식을 이용하여 기액상 몰유량 (V, L), 기액상 몰분율 (x, y) 간의 관계식을 구하시오.
- 5) 평형식과 성분물질수지식을 연립하여, 유출되는 기액상의 몰분율 (x, y) 를 구하고, 이 플래쉬공정에 대한 분리성능을 설명해 보시오.

3. 벤젠과 톨루엔이 반씩 섞인 100 kmol/h 원료에서 벤젠과 톨루엔을 각각 97% 순도로 분리하기 위한 증류탑에서 McCabe-Thiele 방법을 이용하여 평형단수와 실제단수를 구하고자 한다 (45).

- 1) 증류탑을 간단히 그리시오. 단, 이 그림은 원료선, 상부/하부 유출선, 응축기/재비기 등이 포함되어야 하고, 그림속에 유입/유출 유량과 물분율을 기호로 적고, 문제에서 주어진 값은 명시하세요.
- 2) 총괄 물질수지식과 성분물질수지식을 이용하여, 탑상부 유출량 (D), 탑하부 유출량 (B) 를 구하시오.
- 3) 벤젠과 톨루엔간의 기액상 평형 실험데이터가 다음과 같다.

x	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
y	0	0.45	0.68	0.82	0.929639	1

이 평형데이터로부터 평균 상대휘발도 α_{av} 를 구하시오.

- 4) 상부조업선을 구하기 위한 증류탑 상부의 유입/유출 기액상 유량/물분율 ($L_n, x_n, V_{n+1}, y_{n+1}, D, x_D$) 을 그림으로 도식화하고, 상부조업선을 유도하시오. 기상의 유량 (V_{n+1}) 과 액상의 유량 (L_n) 이 각 단마다 거의 일정하다고 가정하고, 재순환율 $R_D = L/D$ 라고 할 때, 상부조업선의 기울기와 절편을 재순환율로 표현하시오.

- 5) 평균 상대휘발도를 알 때 증류탑의 최소단수는
$$N_{\min} = \frac{\ln\left(\frac{x_D}{1-x_D} \cdot \frac{1-x_B}{x_B}\right)}{\ln \alpha_{av}}$$
 로 구할 수 있다. 이 증류탑에 대한 최소단수를 구하고, 최소단수에 관하여 예를 들어가면서 물리적 의미를 기술하시오.

- 6) 유입되는 원료가 포화 액체 (액화율=1) 라고 할 때, 공급선과 평형선을 그림으로 그리시오. 단, 평형선은 평균 상대휘발도를 이용하여 그리시오.

- 7) 공급선과 평형선이 만나는 지점을 구하고, 최소환류비를 구하시오. 최소 환류비의 물리적 의미를 기술하시오.

- 8) 이 증류탑의 재순환율이 $R_D = 4$ 에서 운전된다고 할 때, 상부조업선과 하부조업선을 그림에 표현하고, 평형단 이론단수를 McCabe-Thiele 작도법으로 구하시오.

- 9) 머프리 단효율을 이용하여 구한 실제 단수가 20 단이라고 할 때, 총단효율은 얼마인가?

4. 본 과목에 있어서 수업내용, 수업방법, 수업태도 등에 보완할 점이 있다면 무엇입니까 (5)?