

1. 전달현상에 대하여 다음을 설명하시오 (35).

- 1) 전달현상은 어떤 강도의 차이로 인해 생기는 것이다. 3가지 전달현상 (운동량전달, 열전달 그리고 물질전달) 에 대하여 공간방향 거리에 따른 강도의 변화를 그래프로 그리시오 (10).
- 2) 3가지 전달에 따른 전달 flux 를 식으로 정의하고, 3개 flux 의 단위를 쓰시오 (5).
- 3) 3가지 전달현상에 관련된 법칙과 무차원수를 쓰시오. 이들 무차원수의 물리적 의미는 무엇인가 (10)?
- 4) 3가지 전달에 따른 전달 flux 식을 바탕으로 3가지 전달현상을 설명하시오 (10).

2. 열교환기에서의 열전달 (25)

어떤 향류 열교환기(counter-current heat exchanger) 에서, 뜨거운 유체의 유량은 5000kg/hr이고, 열용량은 4.0kJ/kg/K이다 뜨거운 유체는 400K에서 350K로 온도가 감소한다. 차가운 유체의 열용량은 10.0kJ/kg/K 이다. 차가운 유체는 300K로 유입되어 340K로 온도가 상승된다. 이 열교환기의 열전달면적은 5m²이다.

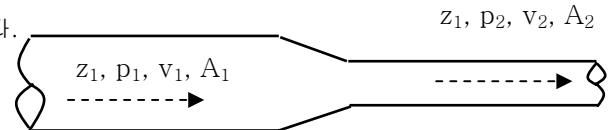
- 1) 이 향류 열교환기에 대하여, 열교환기 길이에 따른 온도변화를 그림으로 표현하시오.
- 2) 뜨거운 유체가 잃은 열량(q_h)을 계산하시오.
- 3) 차가운 유체가 얻은 열량(q_c) 은 뜨거운 유체가 잃은 열량(q_h) 과 같다. 이러한 에너지보존법칙을 이용하여, 차가운 유체의 유량을 계산하시오.
- 4) 이 열교환기에서의 온도차 (ΔT)에 대한 대수평균 온도차 (ΔT_{lm})는 얼마인가? 단, 대수평균 온도차란

$$\Delta T_{lm} = (\Delta T_2 - \Delta T_1) / \ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1} \text{ 이다.}$$

- 5) 열전달량은 q=UAΔT_{lm} 으로 표현된다. 에너지보존법칙에 의해 열전달량 (q)은 차가운 혹은 뜨거운 유체가 얻거나 잃은 열량 (q_c or q_h)과 동일하다. 이 열교환기의 총괄열전달계수 (U)를 구하시오.

3. 베르누이식을 이용한 압력계산 (20)

다음 그림과 같은 파이프내의 속도, 압력 그리고 단면적이 주어져 있다.



여기에서, z 는 지상으로부터 관의 높이, p 는 압력, v 는 유체속도, 그리고 A 는 관의 단면적이다. 파이프내 마찰력이 없다고 가정할 때, 다음과 같은 베르누이식을 적용할 수 있다.

$$z_1 g + \frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = z_2 g + \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} .$$

만일, 이 파이프가 수평으로 위치해 있고, 밀도 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, 단면적 $A_1 = 6 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, $A_2 = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, 속도 $v_1 = 2 \text{ m/s}$, 그리고 압력 $p_1 = 80.0 \text{ kPa}$ 이다.

- 1) 질량보존법칙에 의한 정상상태 물질수지식 ($\dot{m}_1 = \dot{m}_2$) 을 세우고, 유출구에서의 속도 v₂ 를 구하시오.
- 2) 베르누이식을 이용하여 압력 p₂ 를 구하시오.

4. 암모니아 기체과 질소기체 사이의 확산량 (20)

탱크 A 에는 암모니아기체가 탱크 B 에는 질소기체가 있다. 두탱크는 0.2 m 튜브로 연결되어 있다. 두 탱크는 대기압상태로 놓여있고, 온도는 25 °C 이다. 암모니아의 질소에 대한 확산계수 $D_{AB} = 0.4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{s}$ 이고, 암모니아의 부분압은 탱크 A 에서 $p_A = 0.5 \text{ atm}$ 이고, 탱크 B 에서 $p_B = 0.05 \text{ atm}$ 라고 한다. 두 기체는 이상기체라고 가정한다.

- 1) 이상기체 상태방정식을 이용하여 탱크 A 와 B 에서의 암모니아 기체에 대한 몰농도를 구하시오. 단, 기체상수 $R = 0.082 \text{ m}^3 \cdot \text{atm} / (\text{kmol} \cdot \text{K})$ 이다.

- 2) Fick's law 에 의하면 단위면적당 시간당 확산량은 $J_A = -D_A \frac{\Delta C_A}{\Delta z}$ 이다. 암모니아의 질소에 대한 확산량 J_{AB} 은?