



Heat & Mass Transfer

(열 및 물질 전달, 448.308)

2006년 중간고사 문제

☑ 물성을 구하거나 찾은 방법을 포함하여 풀이과정을 상세히 적을 것

[1] (25점) 다음을 설명하여라.

- (1) (5점) 유체 내에서의 온도 분포는 유체속도 분포에 영향을 받고, 유체의 속도 분포는 유체의 온도 분포에 영향을 받는다. 이것을 정성적으로 설명하여라.
- (2) (5점) Mixing cup temperature
- (3) (5점) 비정상상태 열전도에서 미분요소의 Fourier Number ($Fo = \frac{\alpha \Delta t}{(\Delta x)^2}$) 값이 어떤 값을 가질 때 안정된 해를 얻을 수 있는 조건을 설명하여라.
- (4) (5점) 자연대류와 강제대류가 동시에 존재하는 경우 강제대류의 유체의 속도 (U)가 어떤 값을 가질 경우 자연대류가 무시될 수 있는가?
- (5) (5점) Gurney-Lurie Chart에서 $m \rightarrow 0$ 가 되는 조건을 설명하여라.

[2] [25점]

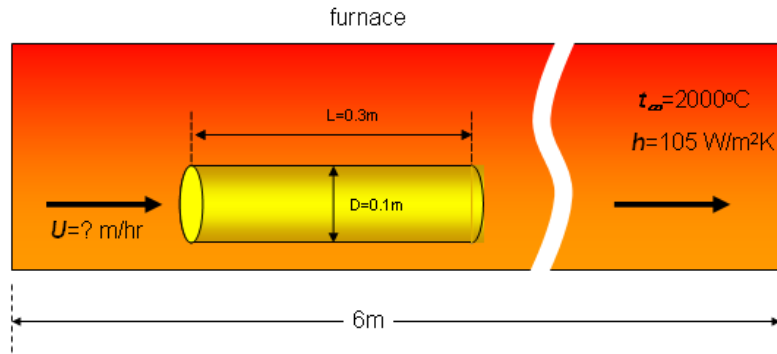
대기 중에서 한 변의 길이가 4 m인 정육면체 모양의 저장조에 물이 끓고 있으며 아랫면과 윗면은 단열되어있다. 수직판에서의 자연대류에 의한 열전달 현상은 최근 Churchill에 의하여 모든 영역의 Ra_L 에 대하여 다음과 같은 식이 얻어졌다.

$$Nu_m = 0.825 + \frac{0.387 Ra_L^{1/6}}{\left[1 + (0.492/Pr)^{9/16} \right]^{3/27}}$$

- (1) [5점] 한쪽 옆면에서의 열경계층(thermal boundary layer)과 유체동력학적 경계층(Hydrodynamic boundary layer)를 동시에 스케치하여라.
- (2) [5점] 한쪽 옆면에서의 유체동력학적 경계층(Hydrodynamic boundary layer)내에서의 속도분포를 스케치하여라.
- (3) [5점] 열전달계수(h_m)를 구하여라.
- (4) [10점] 저장조 표면의 온도가 100°C 이고 대기의 온도는 20°C 일 때 옆면을 통하여 열이 손실되는 속도 (q, W)를 구하여라.

[3] [25점]

실린더형태의 강철괴(steel ingot) (0.1m 직경, 0.3m 길이)가 열처리를 위하여 길이가 6m인 전기로를 일정한 속도로 통과하고 있다. 강철괴는 초기온도 25°C로부터 850°C 까지 상승시켜야한다. 열처리爐 (furnace) 내부 기체의 온도는 2000°C이고 복사전열이 포함된 열전달계수, h 는 105 W/m²K이다.



- (1) [5점] 강철괴에서의 비정상상태 에너지 수지식을 세우고 경계조건을 기술하여라.
- (2) [5점] 이 시스템에서의 Biot number를 구하여라.
- (3) [5점] 이 시스템에서의 Fourier number를 구하여라.
- (4) [10점] 강철괴가 열처리될 수 있는 최대속도 ($U_{\text{max}}\text{ m/hr}$)는 얼마인가?

[4] [25점]

Shell-and-tube 열교환기를 사용하여 오염된 폐오일로부터 열을 회수하여 온수를 생산하려고 한다. 폐오일은 열교환기를 110°C로 들어와서 75°C로 나가고 물은 열교환기를 68 kg/min 로 35°C로 들어와서 75°C로 가열되어 배출된다. 이 열교환기의 총괄전 열계수는 320 W/m²°C이다.

- (1) [5점] 어느 유체를 tube로 보내주면 좋은 지 이유를 대고 설명하여라.
- (2) [10점] 위 열교환기를 이중관 열교환기로 가정하고 두 유체를 향류 (Countercurrent)로 하였을 때 열교환 면적을 계산하여라.
- (3) [5점] 위 열교환기를 이중관 열교환기로 가정하고 두 유체를 병류 (Concurrent)로 하였을 때 열교환 면적을 계산하여라.