

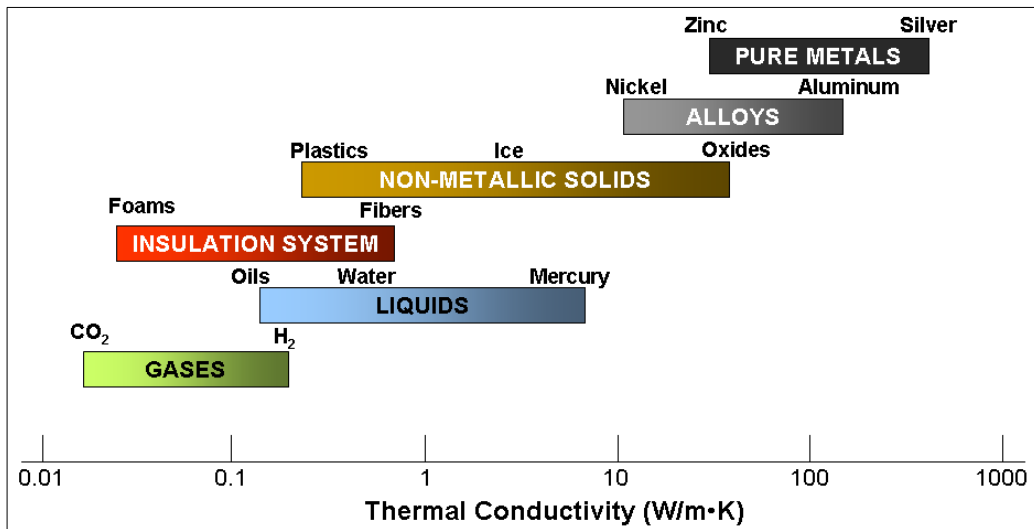


# Heat & Mass Transfer

(열 및 물질 전달, 448.308)

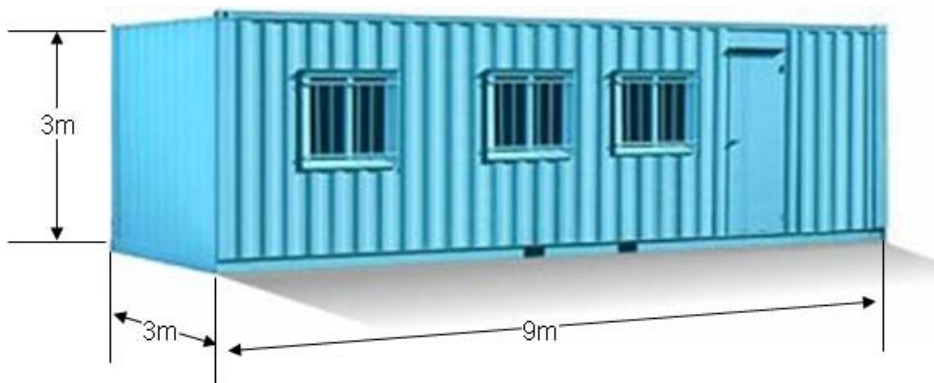
2006년 Quiz #1

[1] [20점] 다음 그림을 보고 간단히 설명하시오.



- (1)[5점] 순수한 금속에서 zinc보다 은(silver)의 열전도도가 더 큰 이유?  
 (2)[5점] 기체 수소(H<sub>2</sub>)의 열전도도가 기체 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)보다 더 큰 이유?

[2] [50점] 수해를 입은 강원도 주민들에게 컨테이너 박스를 이용하여 아래 그림과 같은 8평 크기의 임시 주택을 공급하려고 한다.



창문은 앞쪽으로부터 3개가 있고 크기는 각각  $1\text{m} \times 1\text{m}$ 이다. 모든 벽의 두께는  $20\text{cm}$ 이고 이의 열전도도는  $0.1\text{ W/mK}$ 이다. 강원도 지방의 겨울동안 외부의 평균 온도가  $5^\circ\text{C}$ 이고 집 안의 온도를  $22^\circ\text{C}$ 로 유지하려고 한다. 집 안과 밖의 공기의 열전달계수 (convective heat transfer coefficient)는 각각 10과  $20\text{ W/m}^2\text{K}$ 이다. 바닥으로의 열손실은 무시할 때 다음을 구하여라.

- (1) [5점] 앞면을 제외한 양쪽 옆면, 뒷면, 그리고 천장으로의 열전달속도를 구하여라.
- (2) [5점] 천장으로 열이 전달되는 열회로 (thermal circuit)를 그려라.
- (3) [10점] 유리창 ( $0.5\text{ cm}$  두께,  $k=0.9\text{ W/mK}$ )의 달려 있는 앞면으로의 열전달속도를 구하여라.
- (4) [5점] 앞면으로 열이 전달되는 열회로 (thermal circuit)를 그려라.
- (5) [10점] 열손실을 줄이기 위하여  $1\text{ cm}$  내부 틈에 공기가 차 있는 이중 유리창 ( $0.5\text{ cm}$  두께,  $k=0.9\text{ W/mK}$ )을 설치할 경우 앞면으로의 열전달속도를 구하여라.
- (6) [5점] 이중 유리창을 설치한 경우, 앞면으로 열이 전달되는 열회로 (thermal circuit)를 그려라.
- (7) [5점] 임시가옥을 전기 히터를 사용하여 온도를 유지한다면 이중창을 설치하는 경우 단일창으로 된 주택에 비하여 열손실의 차이를 구하여라.
- (8) [5점] 이중창을 설치할 경우 한 달 (30일) 동안 전기료는 얼마나 절약되는가?

[3] [30점] 반경이  $R$ 인 뜨거운 구형 불이 잔잔한 액체에 잠겨 있다. 구 표면의 온도가  $t_s$ 이고 구 표면에서 멀리 떨어진 액체의 온도는  $t_\infty$ 라고 할 때 다음을 구하여라.

- (1)[10점] 정상상태에서의 지배방정식을 유도하여라.
- (2)[5점] 경계조건들을 기재하여라.
- (3)[5점] 구 형 불 주위 액체의 온도분포를  $r$ 의 함수로 구하여라.
- (4)[5점] 구 표면에서의 heat flux (단위 면적당 열전달속도)를 구하여라.
- (5)[5점]  $t_s=130^\circ\text{C}$ 이고  $t_\infty=30^\circ\text{C}$ 일 경우, 구 표면으로부터 구 반경( $R$ )의 9배 떨어진 거리에 온도를 구하여라.

## Differential Energy Balance

### Rectangular coordinates

$$\frac{\partial t}{\partial \theta} + u_x \frac{\partial t}{\partial x} + u_y \frac{\partial t}{\partial y} + u_z \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{k}{\rho C_p} \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right) + \dot{g}$$

### Cylindrical coordinates

$$\frac{\partial t}{\partial \theta'} + u_r \frac{\partial t}{\partial r} + \frac{u_\theta}{r} \frac{\partial t}{\partial \theta} + u_z \frac{\partial t}{\partial z} = \frac{k}{\rho C_p} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial t}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 t}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right] + \dot{g}$$

### Spherical coordinates

$$\begin{aligned} & \frac{\partial t}{\partial \theta'} + u_r \frac{\partial t}{\partial r} + \frac{u_\theta}{r} \frac{\partial t}{\partial \theta} + \frac{u_\phi}{r \sin \theta} \frac{\partial t}{\partial \phi} \\ & = \frac{k}{\rho C_p} \left[ \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial t}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial t}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 t}{\partial \phi^2} \right] + \dot{g} \end{aligned}$$