

## Chapter 14. Radiation Heat Transfer

0K 이상의 온도에 있는 모든 물체는 열을 방출한다. “Thermal Radiation”

- Fraction of Radiation

$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

$\rho$ (reflectivity: 반사율): fraction of radiation falling on a body that is reflected.

$\alpha$ (absorptivity: 흡수율): fraction that is absorbed.

$\tau$ (transmissivity: 투과율): fraction that is transmitted.

- 흑체(Blackbody): 모든 복사열을 100% 흡수하는 물체,
- 주어진 온도에서 최대 가능 방사력을 가진다.
- $\alpha = 1$  for blackbody

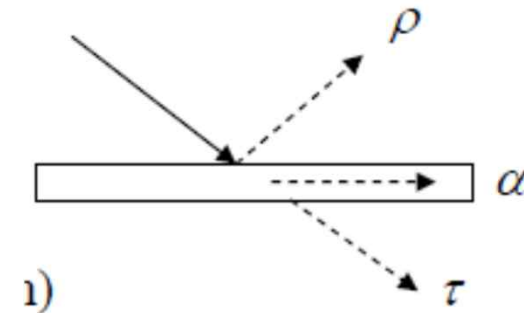
- Emission of radiation (복사력)

$$W = \int_0^{\infty} W_{\lambda} d\lambda$$

Where,  $\lambda$ : 파장

$W_{\lambda}$ : 단색광 복사력 (monochromatic radiation)

$W$ : Total radiation power



## 14.1 Blackbody Radiation

Emissivity,  $\epsilon$

$$\epsilon = \frac{W}{W_b}$$

- Stephan-Boltzman's Law

$$W_b = \sigma T^4$$

Where,  $\sigma$  :  $T$ 와  $W_b$  사이의 의존함수

$$W_{b,\lambda} = \frac{2\pi h C^2 \lambda^{-5}}{e^{hc/k\lambda T} - 1}$$

Where,  $W_{b,\lambda}$ : 흑체의 monochrome emissive power,  $\lambda$  : 복사파장,  
 $h$ : Plank 상수,  $k$ : boltzman 상수,  $c$ : 광속,  $T$  : 절대온도

## 14.2 Absorption of Radiation by Opaque Solids

$\alpha + \rho + \tau = 1$  에서 불투명고체는  $\tau = 0$  (no transmissivity)

$$\Rightarrow \alpha + \rho = 1$$

반사되는  $\rho$  를 제외한 나머지는 모두 흡수( $\alpha$ )된다.

거울의 경우에는  $\rho = 1$ , 흑체의 경우에는  $\alpha = 1$ , 투명유리의 경우에는  $\tau = 1$

- Kirchhoff의 법칙 : 온도평형에서 그 물체에 대한 총 복사력의 비는 그 물체의 온도만의 함수.

$$\frac{W_1}{\alpha_1} = \frac{W_2}{\alpha_2}$$

Where,  $W_{1,2}$ : 두 물체(1, 2)의 총 복사력,  $\alpha_{1,2}$ : 두 물체(1, 2)의 총 흡수력

If, 1 is a blackbody,  $\alpha_1 = 1$

$$W_1 = \frac{W_2}{\alpha_2} (= W_b)$$

$$\epsilon_2 = \frac{W_2}{W_b} = \alpha_2$$

### 14.3 Radiation between Surfaces

$$q/A_1 = \sigma\epsilon_1 T_1^4$$

Where,  $A_1$ : area of 1,  $\sigma$ : 단위상수(=  $5.672 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ),

$\epsilon_1$ : surface 1 의 방사율,  $T_1$ : surface 1 의 온도

### 14.3 Radiation between Surfaces

- Radiation between blackbodies



1 → 2로의 radiation의 경우,

$$q_{12} = \sigma AF (T_1^4 - T_2^4)$$

Where,  $A$ : area,  $F$ : dimensionless geometric factor (= view factor or angle factor)

If,  $A = A_1$ ,

$$q_{12} = \sigma A_1 F_{12} (T_1^4 - T_2^4)$$

If,  $A = A_2$ ,

$$q_{12} = \sigma A_1 F_{21} (T_1^4 - T_2^4)$$

## 14.3 Radiation between Surfaces

- Radiation between blackbodies

Combining two equations yields,

$$A_1 F_{12} = A_2 F_{21}$$

$$F_{12} = F_{21} \frac{A_2}{A_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

$A_1$ 이  $A_2$ 만 볼 수 있다면  $F_{12} = 1$ , 만일,  $A_1$ 이  $A_2$ 만이 아닌 여러 면을 볼 수 있다면,  $F_{12} + F_{13} + F_{14} + \dots = 1.0$

$F_{12}$ : 표면 1을 떠나는 복사에너지 중 표면 2에 의해 차단되어지는 비율