

PARTE II - PRIMO PRINCIPIO DELLA TERMODINAMICA

LEZIONE 2.1 - CALORE E PRIMO PRINCIPIO (#5)

2.1.1 Il primo principio

→ Approfondimenti 2.1.1

2.1.2 Espressioni differenziali del primo principio

→ Approfondimenti 2.1.2

LEZIONE 2.2 - TRASMISSIONE DEL CALORE (#6)

2.2.1 Conduzione

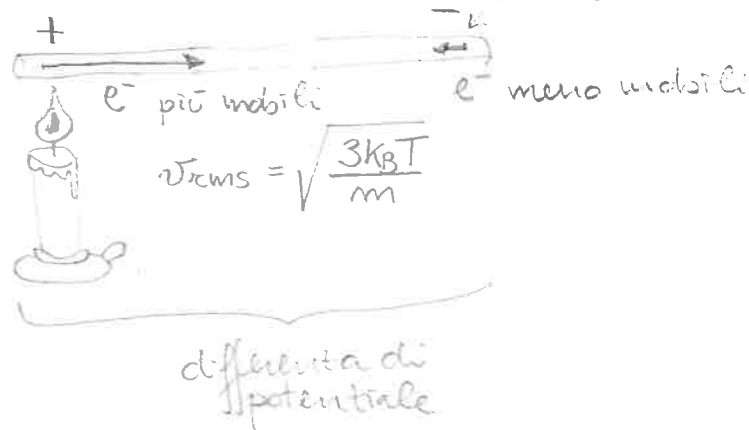
$$Q = k \frac{A}{D} (T_e - T_i) \Delta t$$

→ Approfondimenti 2.2.1

$$[k] = \text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$$

dipende dal materiale ($A_{\text{Ag}} \sim 4 \cdot 10^2$, $A_{\text{Aria}} 2 \cdot 10^{-2}$)
dipende dalla temperatura
conduttori: T bassa $\Rightarrow k$ alta
isolanti: T bassa $\Rightarrow k$ bassa

è legata alla mobilità degli e^- e quindi alla conducibilità elettrica \rightarrow effetto termoelettrico:



2.2.2 Convezione

Trasporto di calore da parte di un fluido in movimento (naturale o forzato)

Per una lamina metallica esposta al flusso del fluido:

$$Q = h A (T - T_{\infty}) \Delta t$$

dipende da: \uparrow natura del fluido
- tipo di moto
- geometria
- temperatura ...

T : della lamina
 T_{∞} : del fluido a grande distanza

2.2.3 Irraggiamento

Ogni corpo a $T \neq 0$ irradia calore, secondo la legge di Stefan:

$$Q = \epsilon \sigma A T^4 \Delta t$$

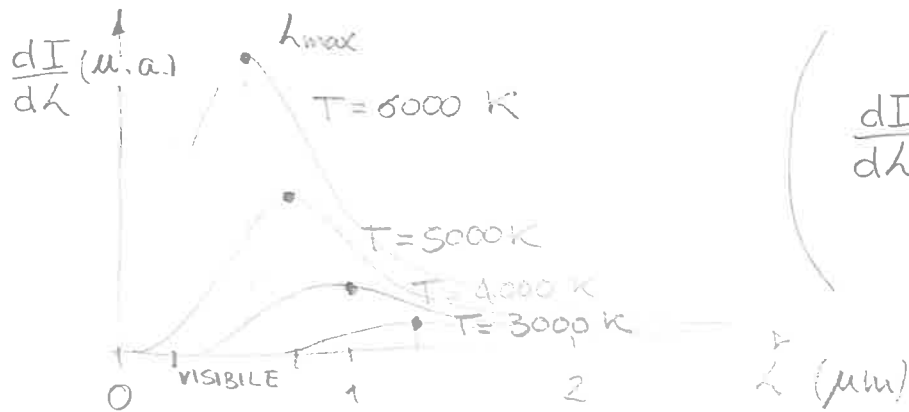
emissività $0 < \epsilon \leq 1$; se $\epsilon = 1 \rightarrow$ corpo nero

costante Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$

superficie del corpo
 A del corpo

emittanza
 \downarrow

Il calore Q è irradiato su di un ampio spettro; detta $I = \frac{Q}{A \Delta t}$



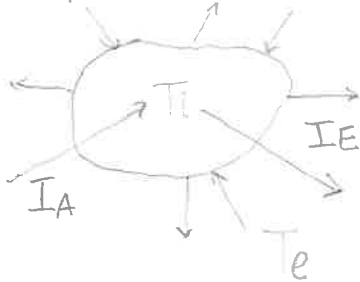
Legge di Planck

$$\frac{dI}{d\lambda} \propto \frac{1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{hc}{\lambda k_B T}} - 1}$$

costante di Planck $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Legge di Wien: $\lambda_{max} \cdot T = 2,9 \text{ mm K}$

Scambio di calore per irraggiamento:
equilibrio non equilibrio



$$T_i = T_e$$

$$I_E = I_A \propto T_e^4$$

$$I = I_A - I_E = 0$$



$$T_i' \neq T_e$$

$$I = I_A - I_E'$$

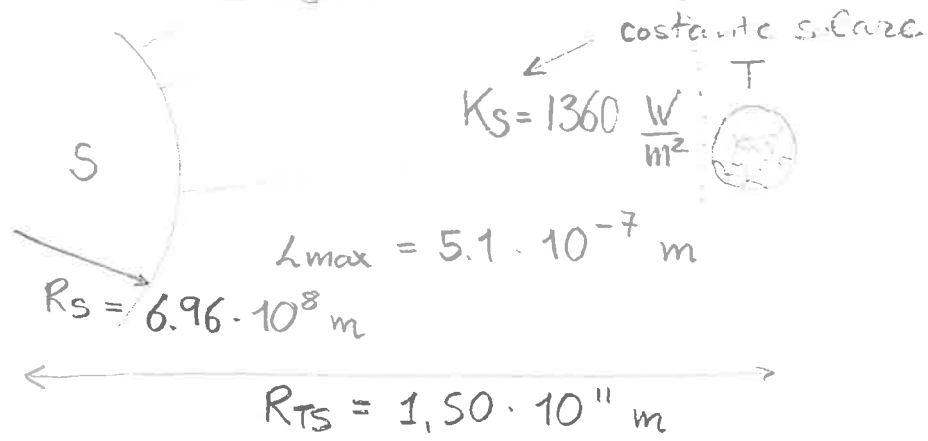
$$\propto T_e^4 - T_i'^4 = \underbrace{(T_e^2 + T_i'^2)}_{\sim K_{irr}} (T_e + T_i') (T_e - T_i')$$

$$\approx K_{irr} (T_e - T_i')$$

2.2.4 Dewar (contenitore adiabatico di James Dewar)

- 1) chiuso per non far passare materia: no convezione
- 2) intercapedine vuota: no conduzione
- 3) superfici riflettenti: no irraggiamento (- esempi dal mondo animale)

2.2.5 Irraggiamento solare



Dalla legge di Wien: $T_s = \frac{2,9 \text{ mm K}}{\lambda_{max}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3} m K}{5,1 \cdot 10^{-7} m} = 5690 K$

Per la legge di Stefan la potenza irradiata dal sole in tutto lo spazio è:

$$W_s = \frac{Q}{\Delta t} = \epsilon_s \sigma A T_s^4 = \epsilon_s \sigma 4\pi R_s^2 T_s^4$$

Ma vale anche:

$$W_s = K_s 4\pi R_{TS}^2$$

Da cui: $\epsilon_s \sigma 4\pi R_s^2 T_s^4 = K_s 4\pi R_{TS}^2$

$$\epsilon_s = \frac{K_s}{\sigma} \left(\frac{R_{TS}}{R_s} \right)^2 \frac{1}{T_s^4}$$

$$= \frac{1360 \frac{W}{m^2}}{5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2} \cdot \frac{1}{K^4}} \left(\frac{1,50 \cdot 10^{11} m}{6,96 \cdot 10^8 m} \right)^2 \frac{1}{(5,690 \cdot 10^3 K)^4}$$

$$= \frac{1,36 \cdot 10^3}{5,67 \cdot 10^{-8}} \cdot \left(\frac{1,5}{6,96} \cdot 10^3 \right)^2 \cdot \frac{1}{(5,69)^4} \cdot 10^{-12}$$

$$= \frac{1,36 \cdot 1,5^2}{5,67 \cdot 6,96^2 \cdot 5,69^4} \cdot 10^{11} \cdot 10^6 \cdot 10^{-12}$$

$$\cong \frac{3,06}{2,88 \cdot 10^5} \cdot 10^5 \cong 1$$

Quindi il Sole si comporta come un corpo nero.

