

• IRRAGGIAMENTO

La materia (atomi) emette / assorbe energia sotto forma di radiazione elettromagnetica (classicamente intesa come onde viaggianti). « Ovviamente » si tratta di fenomeni che avvengono « solamente » nel vuoto (sono processi che coinvolgono solamente atomi e fra gli atomi « c'è il vuoto »).

È un capitolo estremamente completo e ampio che coinvolge in modo esclusivo la fisica quantistica. Portando di scandalo di interesse tecnico se ne può parlare / accennare in termini di una sola legge (ricavata prima sperimentalmente e poi giustificata su basi teoriche) che ci riferisce di nuovo a salti (gradienti) di temperatura.

Ci sono "corpi" ideali che hanno la proprietà di assorbire tutta la radiazione elettromagnetica che li investe e di emetterne in quantità massima per una loro data temperatura T secondo la legge di flusso termico

$$\dot{q}_{BB} = \sigma T^4 \quad (\text{W/m}^2) \quad \leftarrow \text{Legge di Stefan-Boltzmann del « corpo nero-BB »}$$

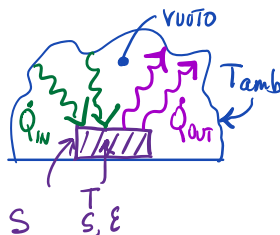
dove σ è la costante di Stefan, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{K}^4$.

Questi « corpi », detti black-body, "corpo nero", sono idealizzazioni che permettono di discutere i bilanci termici di natura elettromagnetica senza necessità di specificare dettagli strutturali della materia. Una buona approssimazione di corpo nero è un fornellino che « guarda » in una cavità (forno) a una temperatura di equilibrio.

Qui interessa solo la validità della legge di Stefan-Boltzmann e il fatto che i corpi « non-neri » emettono solo una frazione di quella massima di corpo nero secondo questa scrittura per la potenza emessa da un'area S :

$$\dot{Q} = \epsilon S \dot{q}_{BB} = \epsilon S \sigma T^4 \quad (\text{W}) \quad \leftarrow \begin{array}{l} \epsilon \text{ è "l'emissività"} \\ \text{del corpo, } 0 < \epsilon < 1. \end{array} \quad \text{NB } \epsilon_{BB} = 1$$

Bilancio termico per irraggiamento, « radiativo » di un corpo con emissività ϵ , a temperatura T_s , area S , in un ambiente a temperatura T_{amb}

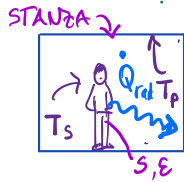


$$\dot{Q}_{rad} = \epsilon S \sigma (T_s^4 - T_{amb}^4)$$

NB Se c'è aria si scrive allora una legge "combinata" di convezione + irraggiamento, $\dot{Q}_{TOT} = h_{TOT} S (T_s - T_{amb})$

⇒ In questo modo si includono in h_{TOT} gli effetti convettivi e di irraggiamento.

ESEMPIO: COMFORT TERMICO



Una persona in ambiente con le pareti a temperatura uniforme e costante pari a T_p . La persona deve avere temperatura "di comfort" fissa pari a T_s che mantiene il suo metabolismo (flusso costante di energia verso l'ambiente). Si trascura in questo esempio la convezione con l'aria e si considerano solo gli scambi di tipo radiativo (elettromagnetico) fra la persona e le pareti.

$$T_s = 30^\circ\text{C}, S = 1\text{m}^2, T_p = \begin{cases} 10^\circ\text{C} & \text{[inverno]} \\ 20^\circ\text{C} & \text{[estate]} \end{cases} \leftarrow \text{temperatura PARETI}$$

$$\epsilon = 0.95$$

$$\dot{Q}_{\text{rad}} = \epsilon S \sigma (T_s^4 - T_p^4) = 0.95 \times 1\text{m}^2 \times 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4} \cdot (303\text{K} - T_p^4) \approx \begin{cases} 109\text{ W} & \text{[INVERNO]} \\ 57\text{ W} & \text{[ESTATE]} \end{cases}$$

NB anche se la stanza si trova a temperatura di comfort (aria per esempio a 20°C) c'è maggior dissipazione termica in inverno che in estate per la differente temperatura delle pareti!

INCLUSIONE del CONTRIBUTO CONVEITTIVO



Si suppone che ci sia ora scambio termico convettivo con aria ferma a temperatura $T_A = 20^\circ\text{C}$ e che le pareti della stanza scambino radiativamente con la persona (di area $S = 1\text{m}^2$) anch'esse a temperatura $T_p = T_A = 20^\circ\text{C}$. La persona mantiene temperatura di 30°C^* . Si suppone che in questa configurazione il parametro convettivo sia $h = 5\text{ W}/^\circ\text{C m}^2$.

$$\dot{Q}_{\text{CONV}} = h S (T_p - T_A) = 5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}} \times 1\text{m}^2 \times 10^\circ\text{C} = 50\text{ W}$$

$$\dot{Q}_{\text{RAD}} = \epsilon S \sigma (T_p^4 - T_A^4) = 0.95 \times 1\text{m}^2 \times 5.67 \times 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{C}^4} \times [303^4 - 293^4] \text{K}^4 = 57\text{ W}$$

quindi: $\dot{Q}_{\text{TOT}} = \dot{Q}_{\text{CONV}} + \dot{Q}_{\text{RAD}} = 107\text{ W}$. * Con i vestiti, altrimenti $T_p \approx 37^\circ\text{C}$ e d'inverno può essere un problema ...