

## • IRRAGGIAMENTO

La materia (atomi) emette / assorbe energia sotto forma di radiazione elettromagnetica (evidentemente intesa come onde viaffanti). «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. Parlando di scambi di interazione termica se ne può parlare / accennare in termini di una sola legge (ricavata prima sperimentalmente e poi giustificata su basi teoriche) che si riferisce di nuovo a salti (gradienti) di temperatura.

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

$$\dot{q}_{BB} = \sigma T^4 \text{ (W/m}^2\text{)} \quad \leftarrow \begin{matrix} \text{Legge di Stefan-Boltzmann} \\ \text{del "Corpo nero-BB"} \end{matrix}$$

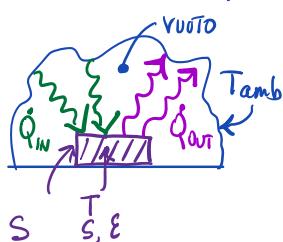
dove  $\sigma$  è la costante di Stefan,  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ .

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 delle materie. Una buona approssimazione di corpo nero è un fornello che «guarda» in una caldaia (forno) a una temperatura di equilibrio.

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

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

Bilancio termico per impiaggioamento, «radiativo» di un corpo con emissività  $\epsilon$ , a temperatura  $T_s$ , area  $S$ , in un ambiente a temperatura  $T_{amb}$

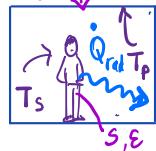


$$\dot{Q}_{rad} = \epsilon S \sigma (T_s^4 - T_{amb}^4)$$

NB Se c'è aria si scrive allora una legge "combinata" di convezione + impiaggioamento,  $\dot{Q}_{tot} = h_{tot} S (T_s - T_{amb})$   $\Rightarrow$  In questo modo si includono in  $T_{tot}$  gli effetti convezione e di impiaggioamento.

## ESEMPIO : COMFORT TERMICO

STANZA



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.

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

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

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

### INCLUSIONE del CONTRIBUTO CONVENTIVO



S'ippone 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  $S=1\text{m}^2$ ) anche a temperatura  $T_p = T_A = 20^\circ\text{C}$ .

La persona mantiene temperatura di  $30^\circ\text{C}$ . Si suppone che in questa configurazione il parametro convettivo sia  $h = 5 \text{ W}/\text{Cm}^2$ .

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

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

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 puo' essere un problema ...