

# BILANCI TERMICI

- TRASMISSIONE DEL CALORE

Lucidi del Prof. D. Scannicchio

# TRASMISSIONE del CALORE

*meccanismi di trasmissione del calore*

- **convezione**

**PROPAGAZIONE MEDIANTE TRASPORTO DI MATERIA**

- **conduzione**

**PROPAGAZIONE SENZA TRASPORTO DI MATERIA**

- **irraggiamento**

**EMISSIONE DI ONDE ELETTROMAGNETICHE  
(RADIAZIONE TERMICA)**

- **evaporazione (sistemi biologici)**



# TRASMISSIONE del CALORE

## CONVEZIONE

## PROPAGAZIONE MEDIANTE TRASPORTO DI MATERIA

$$\frac{Q}{\Delta t} = K_{\text{conv}} S \Delta T \quad (\text{cal s}^{-1})$$

$\Delta T$  = variazione di temperatura

$\Delta t$  = intervallo di tempo

$S$  = superficie

$K_{\text{conv}}$  = costante convettiva

fluidi nei sistemi biologici :

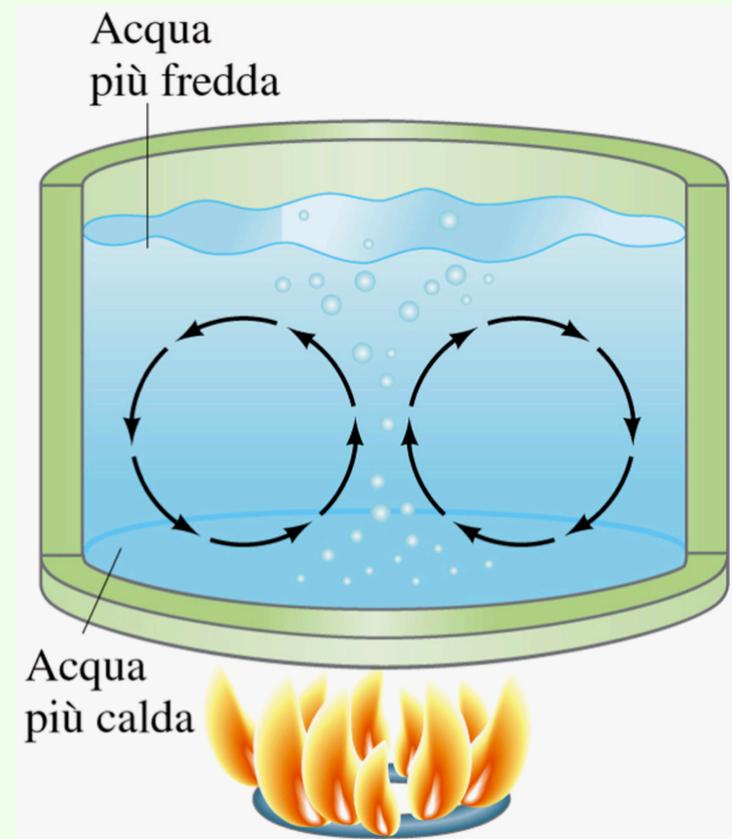
- sangue (animali)
- linfa (vegetali)



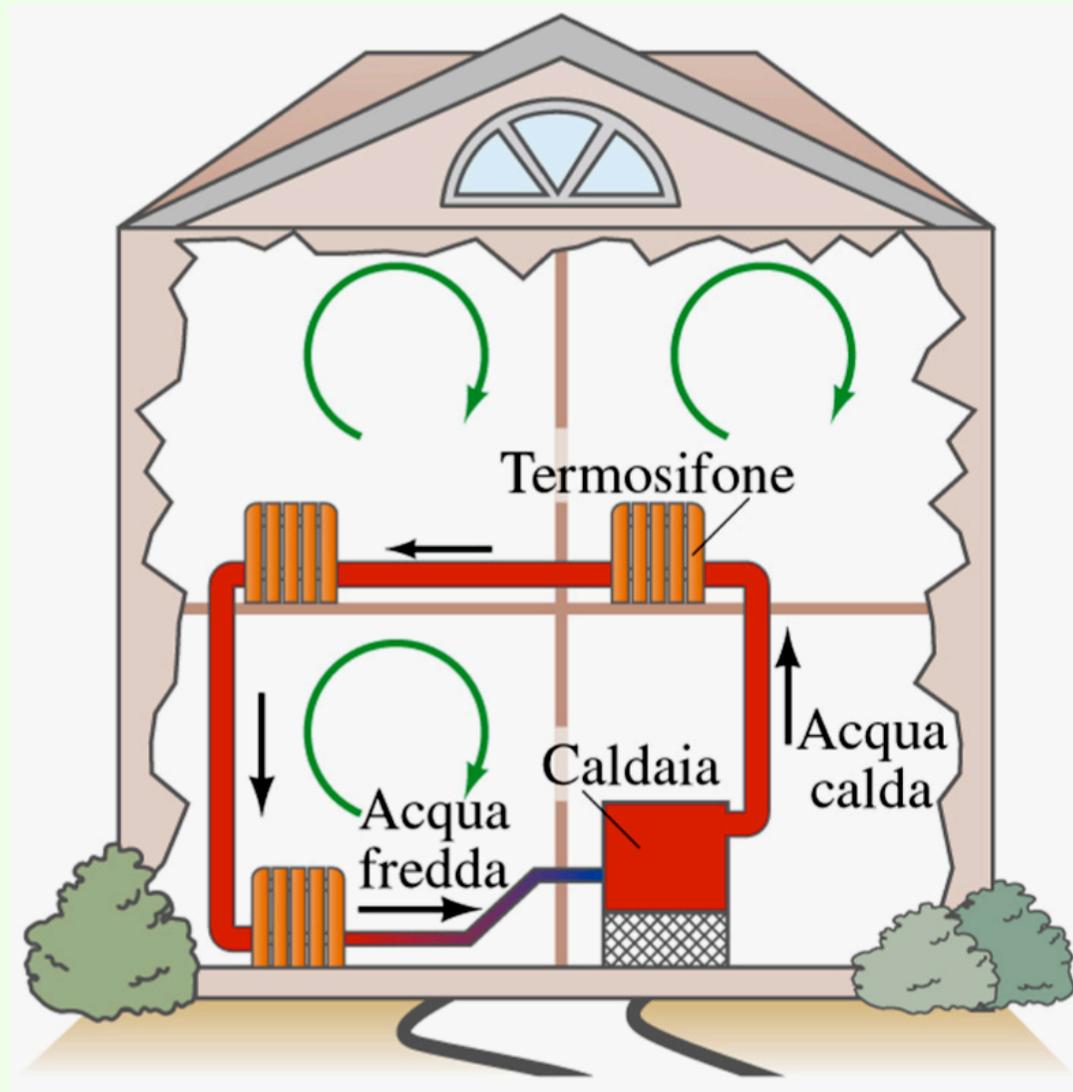
**CONVEZIONE** : il trasferimento di calore avviene quando un fluido (gas o liquido) è in contatto con un sistema la cui temperatura è maggiore di quella del fluido stesso.

In generale il trasferimento di calore è accompagnato da movimenti macroscopici di materia.

Un recipiente contenente un liquido omogeneo che viene riscaldato dal basso. La parte calda dilatandosi (minor densità) tende a galleggiare in virtù della spinta di Archimede, quindi si sposta verso l'alto mentre le porzioni più fredde del liquido scendono sul fondo a contatto con la sorgente di calore. Si crea una **circolazione convettiva**



**Convezione forzata** : circolazione di aria (ventilatore) o di un fluido (caldaia) moto convettivo forzato.



# TRASMISSIONE del CALORE

## CONDUZIONE

## PROPAGAZIONE SENZA TRASPORTO DI MATERIA

$$\frac{Q}{\Delta t} = K \frac{S}{d} \Delta T \text{ (cal s}^{-1}\text{)}$$

**S** = superficie

**$\Delta t$**  = intervallo di tempo

**K** = conducibilità termica

**d** = distanza

## MATERIALI DIVERSI **K** (kcal m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>)

rame 9.2 10<sup>-2</sup>

legno 0.3 10<sup>-4</sup>

ghiaccio 5.2 10<sup>-4</sup>

polistirolo 9.3 10<sup>-6</sup>

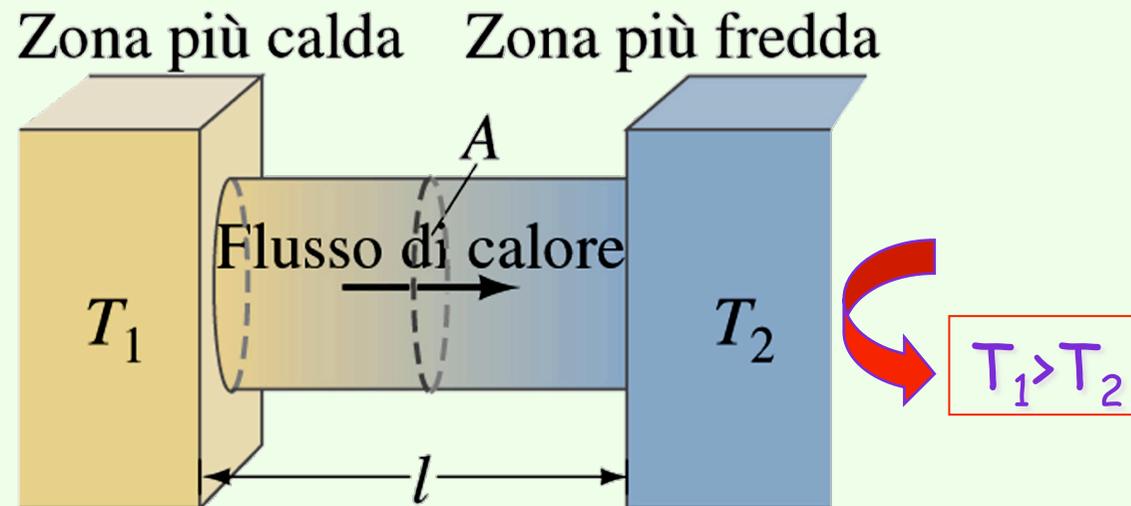
acqua 1.4 10<sup>-4</sup>

aria 5.5 10<sup>-6</sup>



# TRASMISSIONE del CALORE

**CONDUZIONE**: il trasferimento avviene attraverso un mezzo materiale senza che nel mezzo vi sia trasferimento di materia.



è un processo dominato a livello microscopico dagli urti molecolari in cui c'è trasferimento di energia tra molecole più energetiche (parte calda) e quelle meno energetiche (parte fredda) ma le molecole non lasciano la loro posizione media nel solido

# TRASMISSIONE del CALORE

**trasporto di energia nei fenomeni ondulatori: intensità I**

- energia trasportata nell'unità di tempo e attraverso l'unità di superficie :

$$I = \frac{\text{energia}}{\Delta t \cdot S}$$

- unità di misura: S.I.  $\frac{\text{joule}}{\text{s} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{watt}}{\text{m}^2}$   
sistema pratico  $\text{cal s}^{-1} \text{m}^{-2}$

# TRASMISSIONE del CALORE

## IRRAGGIAMENTO TERMICO

(RADIAZIONE TERMICA)

emissione di onde elettromagnetiche  
da parte di corpo a temperatura T

intensità  $I = \frac{Q}{\Delta t \Delta S}$  cal s<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> oppure watt m<sup>-2</sup>

## LEGGI DELL'EMISSIONE TERMICA

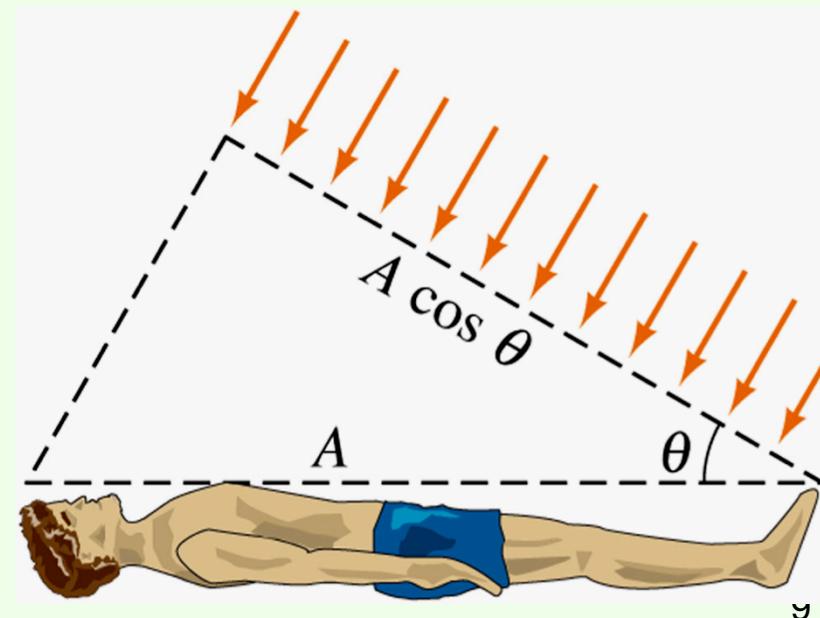
legge di Stefan  $I = \sigma T^4$  (watt m<sup>-2</sup>)

legge di Wien  $\lambda_{I_{\max}} = \frac{0.2897}{T}$  (cm)

**IRRAGGIAMENTO:** il trasferimento di calore avviene in assenza di materia per il trasporto e consiste nella trasmissione di energia mediante onde elettromagnetiche attraverso lo spazio vuoto ➔ radiazione termica

La radiazione elettromagnetica più importante è quella proveniente dal Sole (di temperatura 6000K).

Composta di luce visibile (a cui è sensibile l'occhio umano) più altre componenti (Infrarosso IR, e l'ultravioletto UV).



## IRRAGGIAMENTO DEL CORPO UMANO:

es. 10.1 del libro di Scannicchio

Poiche' il corpo umano e' un corpo ad una certa temperatura T, anch'esso irraggia radiazione termica.

Potenza irraggiata da un soggetto la cui superficie cutanea si trova a temperatura 33°C e avente un'area totale di 1.8 m<sup>2</sup>.

$$I = \sigma T^4 = 497 \text{ W m}^{-2}$$

potenza irraggiata dal corpo umano

$$P = 497 \text{ W m}^{-2} \cdot 1.8 \text{ m}^2 = 895 \text{ W}$$

Se il soggetto si trova in un locale con pareti a temperatura di 20°C riceve dalle pareti una potenza per irraggiamento di 752 W.

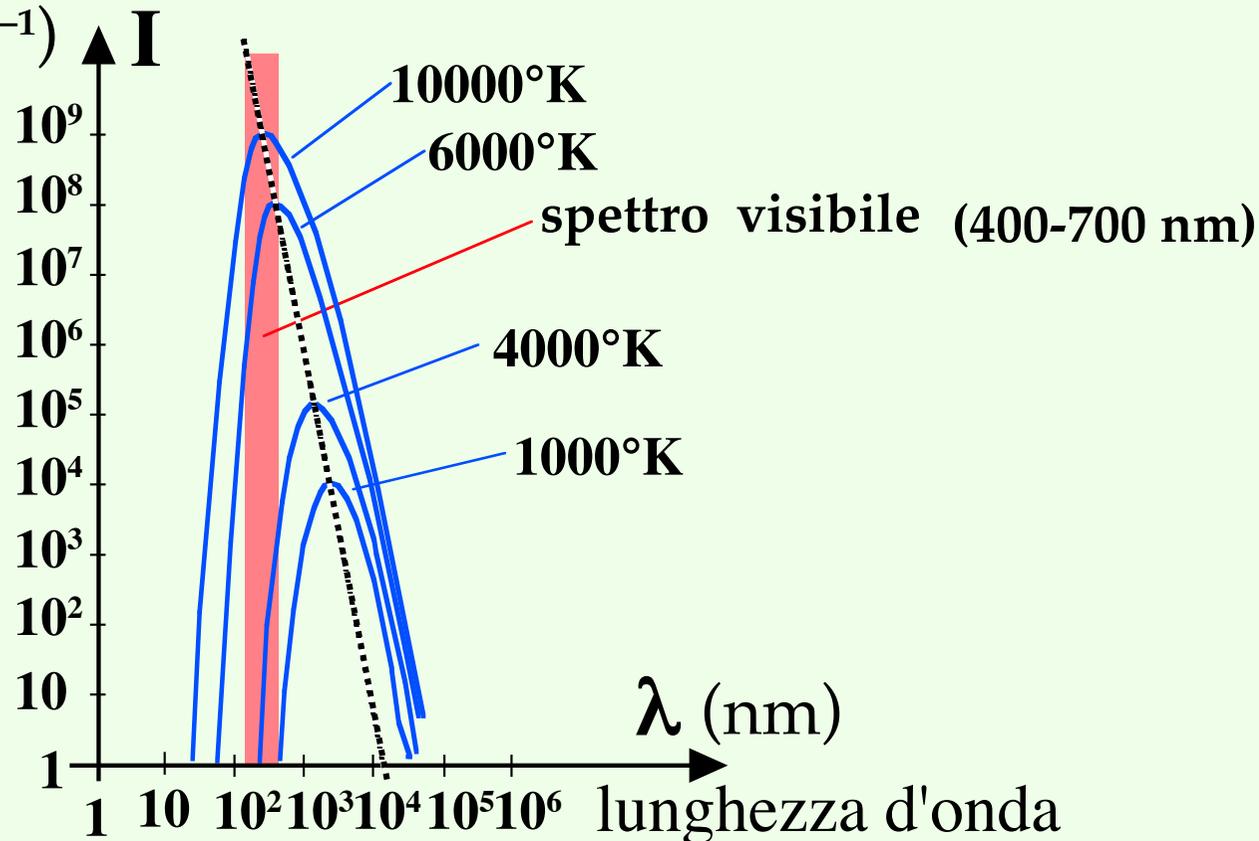
In totale la perdita energetica e' di 895-752 W = 143 W

Con i vestiti la perdita puo' essere molto inferiore!!!

● legge di Stefan  $I = \sigma T^4$  (watt m<sup>-2</sup>)

● legge di Wien  $\lambda_{I_{\max}} = \frac{0.2897}{T}$  (cm)

intensità spettrale emessa  
(Wm<sup>-2</sup> μm<sup>-1</sup>)



# TRASMISSIONE del CALORE

## EVAPORAZIONE

(sistemi biologici)

calore di evaporazione H<sub>2</sub>O

$$\text{H}_2\text{O} (t = 37^\circ\text{C}) \approx 580 \text{ cal g}^{-1}$$

(trasmissione di calore verso l'esterno)

### esempio

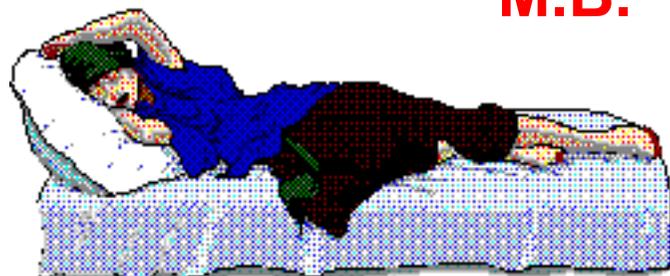
evaporazione di 100 g H<sub>2</sub>O → 58 kcal = 242.5 kJ

metabolismo basale = M.B. ≈ 50 kcal ora<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup>

(minima quantità di energia per garantire le funzioni vitali)

# METABOLISMO BASALE

Anche a riposo il corpo consuma energia; questa serve fra l'altro per il funzionamento degli organi (attività cardiocircolatoria, respiratoria, etc.) e per le attività di termoregolazione (scaldare il corpo in modo da mantenerlo ad una temperatura di poco meno di 37 °C). Si tratta del cosiddetto metabolismo basale, cioè di quel complesso di fenomeni fisici ed energetici e di trasformazioni chimiche che avvengono all'interno delle cellule e provvedono alla conservazione ed al rinnovamento della materia vivente.



$$\begin{aligned} \text{M.B.} &\sim 2000 \text{ kcal/giorno} \\ &= 2 \times 10^6 \times 4.18 \text{ J/giorno} \\ &\sim 100 \text{ J/s} = 100 \text{ W} \end{aligned}$$



Il consumo di energia del corpo umano in condizioni di base, cioè in condizioni di completo riposo fisico e psichico, a temperatura ambiente, in un individuo di media corporatura è di circa 2000 kcal giornaliere; per mantenere invariato il peso corporeo, questa energia va rifornita con gli alimenti. Il tasso di consumo energetico alle condizioni di base è di circa 100 W, cioè quanto quello di una lampadina elettrica della stessa potenza.