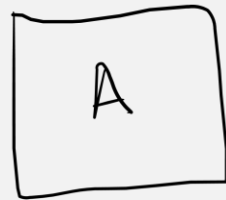


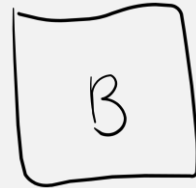
# **TERMOLOGIA**

# COS'È LA TEMPERATURA?

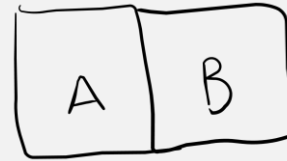
La temperatura misura la tendenza dei corpi a cedere calore



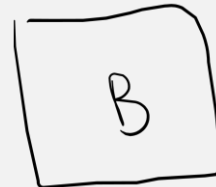
Freddo



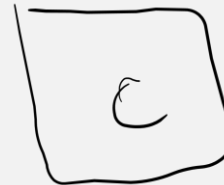
Kaldo



Tiepido



Tiepido



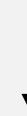
?

## PRINCIPIO 0 DELLA TERMODINAMICA

Se due corpi sono in equilibrio termico tra di loro e un terzo corpo è in equilibrio termico con uno di essi, quest'ultimo sarà in equilibrio termico anche con l'altro

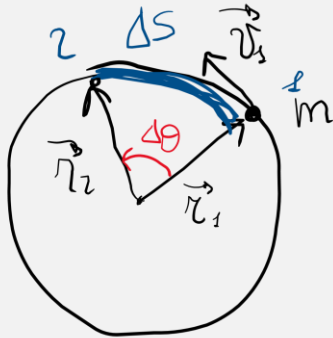
# COS'È LA TEMPERATURA?

La temperatura è una grandezza fisica che tiene conto dello stato di agitazione medio delle molecole.



**Energia cinetica media di traslazione delle molecole**

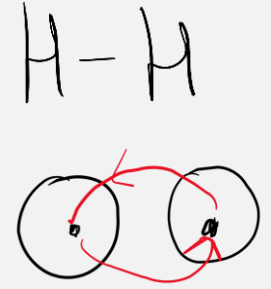
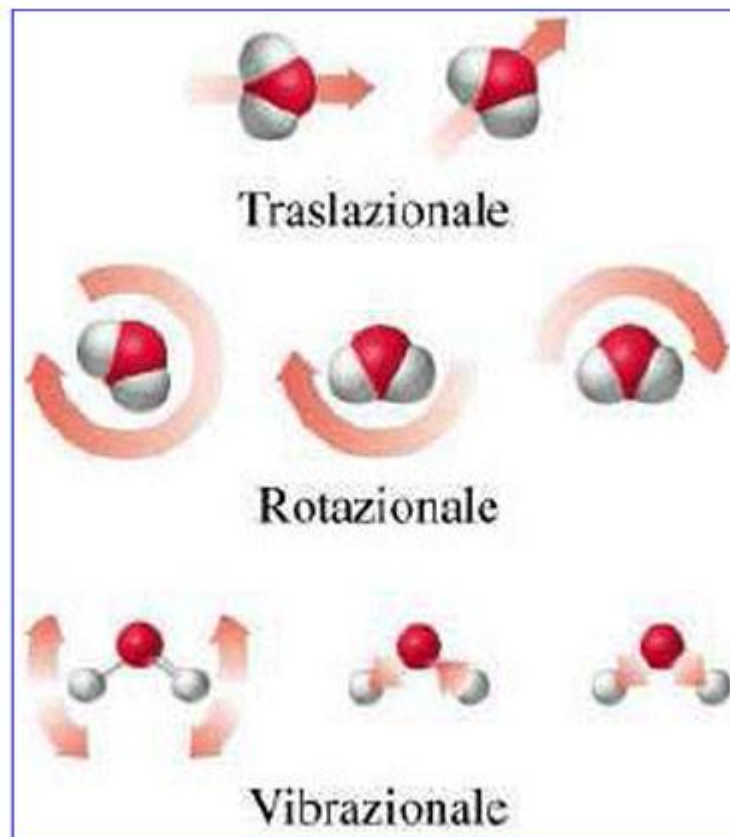
$$K = \frac{1}{2} m v^2$$



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta \theta \cdot r}{\Delta t}$$
$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad \rightarrow \quad v = \omega \cdot r$$

$$K = \frac{1}{2} m \omega^2 \cdot r^2$$

All'aumentare della complessità della molecola, aumentano le possibilità di rotazione



# DILATAZIONE TERMICA DEI SOLIDI E DEI LIQUIDI

## VARIAZIONE SPECIFICA DI LUNGHEZZA

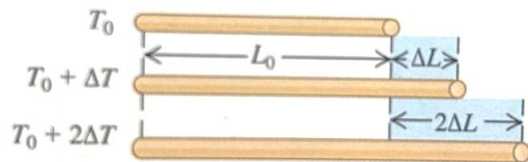
La maggior parte dei corpi si dilata quando la temperatura aumenta.

Es. i termometri a mercurio e ad alcool sfruttano la dilatazione termica dei fluidi per rilevare la T del corpo con cui sono a contatto.

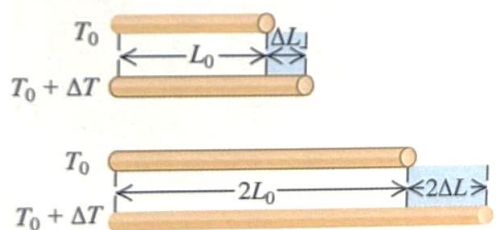
$$\Delta L = L_0 \cdot \lambda \cdot \Delta T$$

$\Delta L$  → Variazione di lunghezza  
 $L_0$  → Lunghezza iniziale  
 $\lambda$  → Coeff. di dilatazione termica del materiale (variazione relativa della lunghezza per variazione unitaria di T)  
 $\Delta T$  → Variazione di temperatura

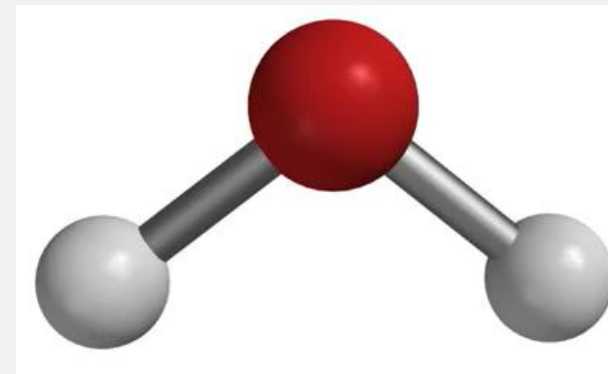
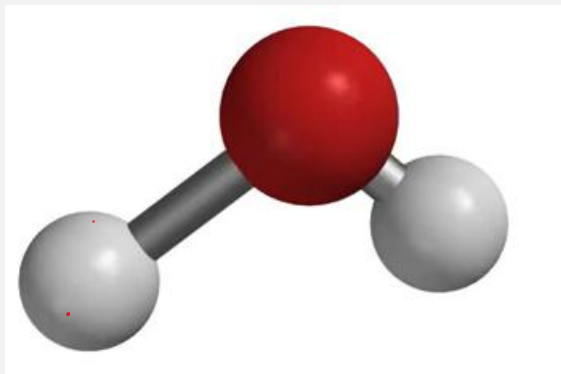
(a) Per cambiamenti di temperatura moderati,  $\Delta L$  è direttamente proporzionale a  $\Delta T$



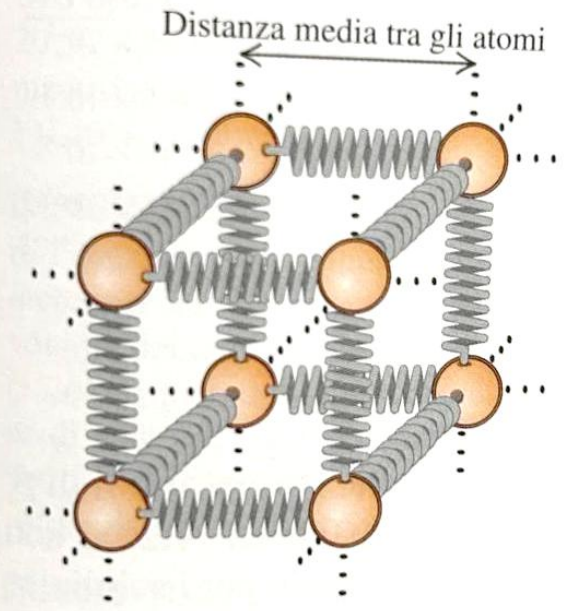
(b)  $\Delta L$  è direttamente proporzionale anche a  $L_0$



Perché i corpi si dilatano?  
La distanza media tra gli atomi aumenta



(a) Modello delle forze che agiscono tra gli atomi in un solido



# DILATAZIONE TERMICA DEI SOLIDI E DEI LIQUIDI

## VARIAZIONE SPECIFICA DI VOLUME

La variazione specifica del volume di un solido o di un liquido è direttamente proporzionale alla variazione di temperatura.

$$\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

Diagram illustrating the equation  $\Delta V = V_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$  with labels for each variable:

- $\Delta V$ : Variazione di volume
- $V_0$ : Volume iniziale
- $\beta$ : Coeff. di dilatazione termica del materiale (variazione relativa del volume per variazione unitaria di T)
- $\Delta T$ : Variazione di temperatura

$$\beta = 3\lambda$$

Il corpo si dilata nello spazio tridimensionale!!

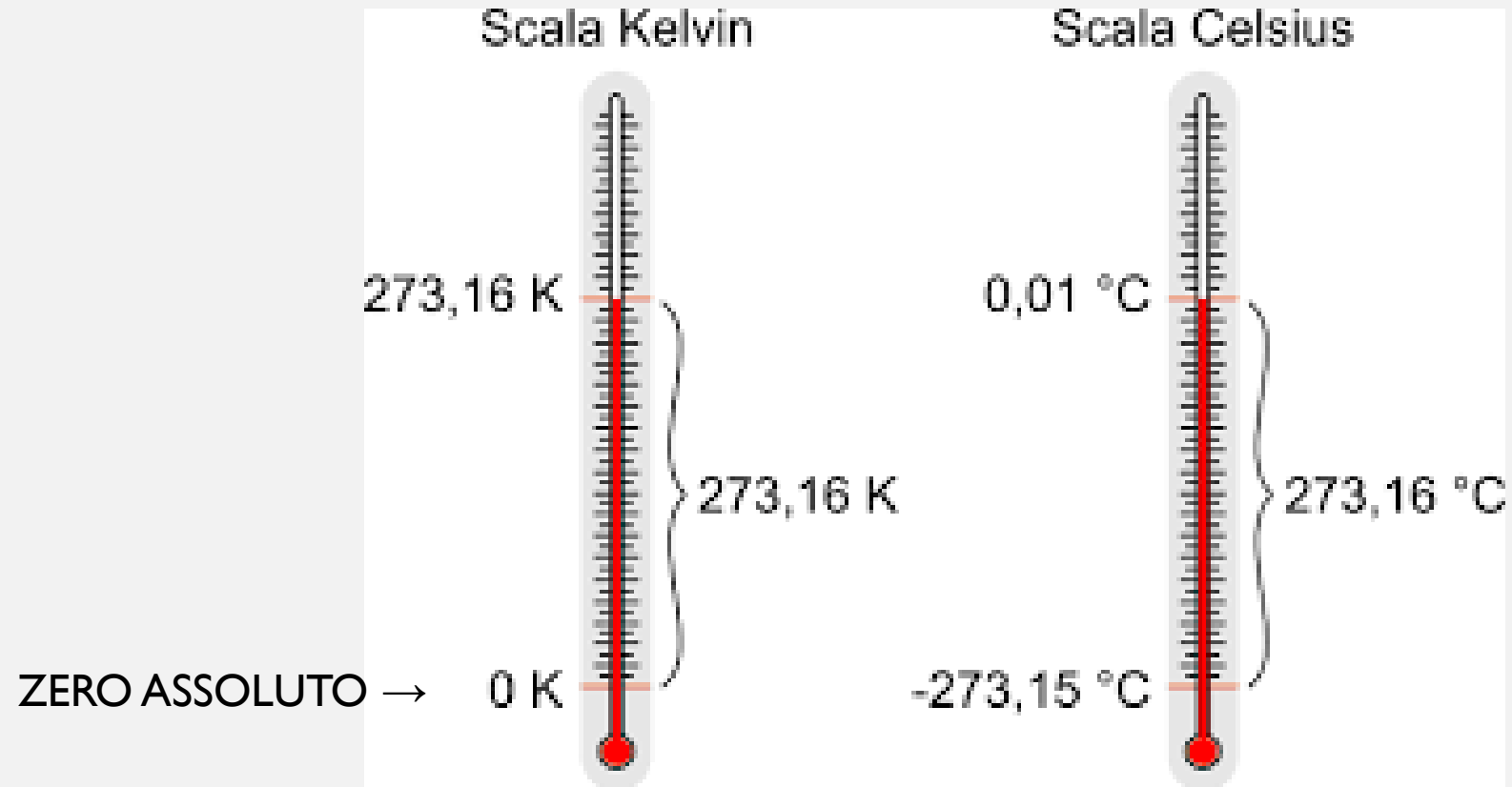
# DILATAZIONE TERMICA

Materiale	Coefficiente di dilatazione lineare, $\lambda$ (C°) <sup>-1</sup>	Coefficiente di dilatazione volumica, $\alpha$ (C°) <sup>-1</sup>
<i>Solidi</i>		
Alluminio	$25 \times 10^{-6}$	$75 \times 10^{-6}$
Ottone	$19 \times 10^{-6}$	$56 \times 10^{-6}$
Ferro o acciaio	$12 \times 10^{-6}$	$35 \times 10^{-6}$
Piombo	$29 \times 10^{-6}$	$87 \times 10^{-6}$
Vetro (pyrex)	$3 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-6}$
Vetro	$9 \times 10^{-6}$	$27 \times 10^{-6}$
Quarzo	$0.4 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$
Cemento e mattoni	$\approx 12 \times 10^{-6}$	$\approx 36 \times 10^{-6}$
Marmo	$1.4-3.5 \times 10^{-6}$	$4-10 \times 10^{-6}$
<i>Liquidi</i>		
Benzina		$950 \times 10^{-6}$
Mercurio		$180 \times 10^{-6}$
Alcol etilico		$1100 \times 10^{-6}$
Glicerina		$500 \times 10^{-6}$
Acqua		$210 \times 10^{-6}$
<i>Gas</i>		
Aria (e molti altri gas a pressione atmosferica)		$3400 \times 10^{-6}$

I coefficienti di dilatazione termica sono correlati

$$\beta \cong 3\lambda$$

# SCALE DI TEMPERATURA



Qual è il significato dello zero assoluto?

# COS'È IL CALORE?

Il calore è una forma di energia. È l'energia trasferita tra due corpi a causa della differenza di temperatura

**LAVORO:** trasferimento di energia dovuto ad una forza che agisce durante uno spostamento

**CALORE:** forma microscopica di energia trasferita, riguardante un numero molto elevato di particelle

Una quantità di lavoro compiuta su un sistema, o la quantità di calore assorbito da un sistema causano lo stesso aumento dell'energia interna del sistema.

Il calore fluisce spontaneamente da un corpo a maggiore  $T$  a uno a minore  $T$ . Dato che  $T$  dipende dall'energia cinetica traslazionale media delle particelle, il calore tende ad uniformare l'energia cinetica traslazionale di due sistemi

Il calore si misura in Joule o in calorie. La caloria è la quantità di calore che innalza la temperatura di 1g di acqua di  $1^{\circ}\text{C}$ .  $1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$



Il calore può fluire nel sistema (viene assorbito) o dal sistema (viene ceduto): nel primo caso assume segno positivo, mentre nel secondo assume segno negativo.

Per un numero elevato di molecole, la variazione di T è direttamente proporzionale al calore scambiato (Q). La costante di proporzionalità è chiamata **capacità termica (C)**:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

La capacità termica dipende sia dal tipo di sostanza che dalla sua massa, essendo direttamente proporzionale ad essa. Non tiene conto della capacità di trattenere il calore.

Si definisce **capacità termica specifica (c)** di una sostanza la capacità termica riferita all'unità di massa.

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m\Delta T} \quad \text{Calore specifico (J/Kg K)}$$

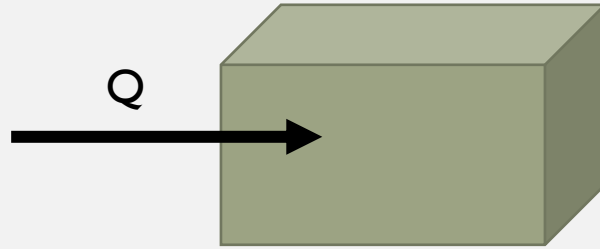
Quantità di calore necessaria per produrre una variazione di temperatura di 1K in 1Kg di sostanza:

$$Q = mc\Delta T$$

# CALORIMETRIA

CALORE:  $Q$   $[Q] = [E] = J$  o  $cal$

$1 cal = 4.186 J$



$Q = C\Delta T$   $C$ : capacità termica  
 $Q > 0$  se il corpo assorbe calore  
 $Q < 0$  se il corpo cede calore

se  $C \rightarrow \infty$  allora è una sorgente termica.

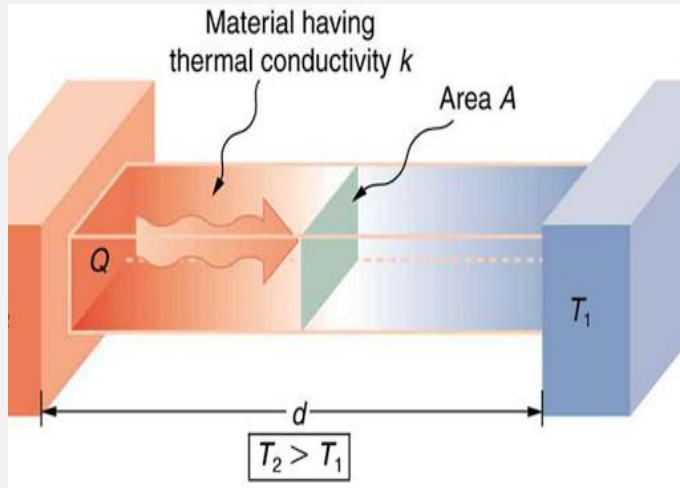
La sorgente termica cede o assorbe calore senza che la sua temperatura cambi

$Q = cm\Delta T$   $c$ : calore specifico  $[c] = J Kg^{-1} K^{-1} = Kg m s^{-2} m Kg^{-1} K^{-1} = \frac{m^2}{s^2 K}$

$$[C] = [c]Kg = \frac{m^2 Kg}{s^2 K}$$

# TRASMISSIONE DEL CALORE

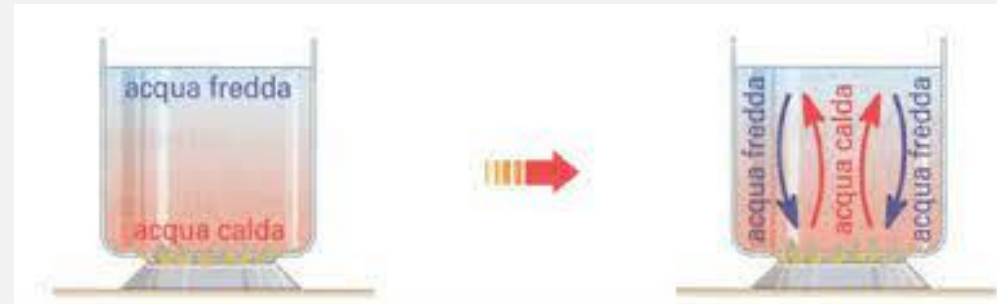
## Conduzione



$$H = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{kA(T_2 - T_1)}{d}$$

Corpi a contatto tramite la materia

## Convezione



Corpi a contatto tramite il movimento



## Irraggiamento



$$H = \varepsilon\sigma AT^4$$

$\varepsilon$ : emissività  
 $\sigma$ : costante di Stefan  
 $A$ : superficie del corpo

Avviene nel vuoto, senza necessità di avere materia