UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

418SF-2
DISCIPLINE FISICHE - DIDATTICA DELLA FISICA

a.a. 2026/27

V - 27/10/2026

Maria Peressi (peressi@units.it)

CALORE E TEMPERATURA

- concetti di calore e temperatura e diverso significato fisico
- misura della temperatura
- legge della calorimetria
- calore specifico e capacità termica
- conducibilità termica
- cenni di termodinamica

CALORE E TEMPERATURA

sono la stessa cosa? indicano lo stesso concetto?
o no?

EQUILIBRIO TERMICO

OSSERVAZIONE
Quando due corpi a temperature diverse vengono messi a contatto, scambiano calore finché non raggiungono una **temperatura comune e uniforme**.

INTERPRETAZIONE
Trasferimento spontaneo di calore:
L'oggetto più caldo trasferisce calore agli oggetti più freddi con cui viene messo a contatto

TEMPERATURA

è uno dei parametri che definiscono lo stato (termico) di un corpo

definisce una sua proprietà interna,
che possiamo definire **energia interna** o **energia termica**



TEMPERATURA

Se vogliamo *prevedere cosa succederà di un sistema*, dobbiamo conoscere la sua **temperatura**.



Ad es.:

Cosa succederà di una pentola se la metto sul fuoco qualche minuto?

TEMPERATURA

Se vogliamo *prevedere cosa succederà di un sistema*, dobbiamo conoscere la sua **temperatura**.



Ad es.:

Cosa succederà di una pentola se la metto sul fuoco qualche minuto?

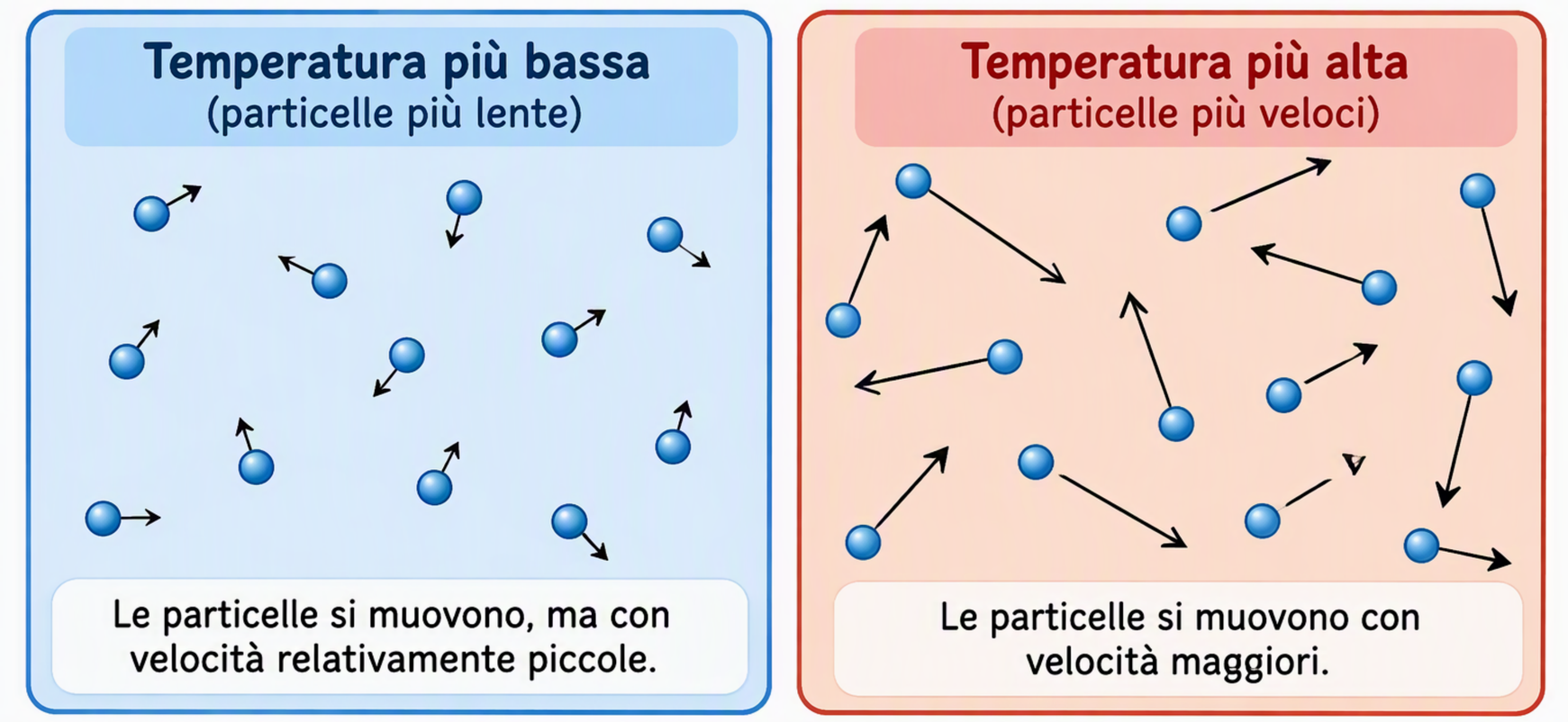
Dipende dalla temperatura che ha inizialmente…

se T_0<100 C => T aumenterà

se T_0=100 C => T non aumenterà ma…

TEMPERATURA E MOTO DELLE PARTICELLE

In un materiale gli atomi e le molecole sono sempre in movimento.



La temperatura non dipende dalla velocità di una singola particella, ma dall'**energia cinetica media** di tutte le particelle.

TEMPERATURE “APPARENTEMENTE” DIVERSE?



Perché metallo e legno sembrano avere temperature diverse?

Quale sembra più freddo?

TEMPERATURE “APPARENTEMENTE” DIVERSE?



In realtà tavolo e chiave sono alla stessa temperatura (temperatura ambiente). La chiave sembra più fredda perché **il metallo conduce il calore molto meglio del legno** e sottrae energia alla mano più rapidamente.

CONDUCIBILITÀ TERMICA

Conduttori e isolanti

capacità di trasmissione di calore

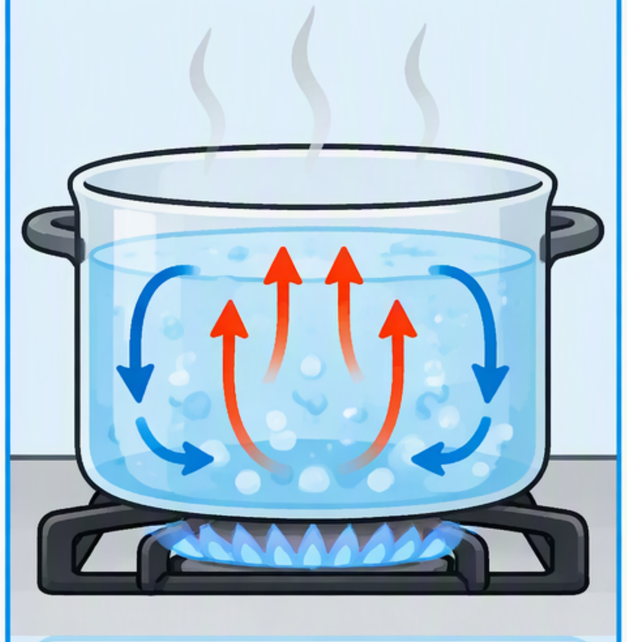
COME SI TRASFERISCE IL CALORE?

Conduzione
(contatto diretto)



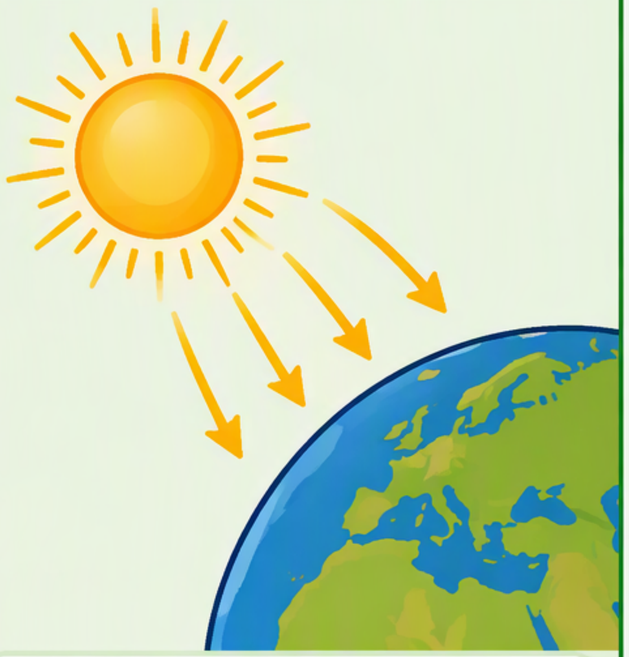
Il calore si trasferisce per contatto diretto tra oggetti.

Convezione
(movimento di fluidi)



Il calore si trasferisce con il movimento di un fluido (liquido o gas).

Irraggiamento
(radiazione)



Il calore si trasferisce tramite onde elettromagnetiche, anche nello spazio dove non c'è materia.

CALORE

Non descrive lo stato di un sistema, ma l'**interazione tra sistemi**.

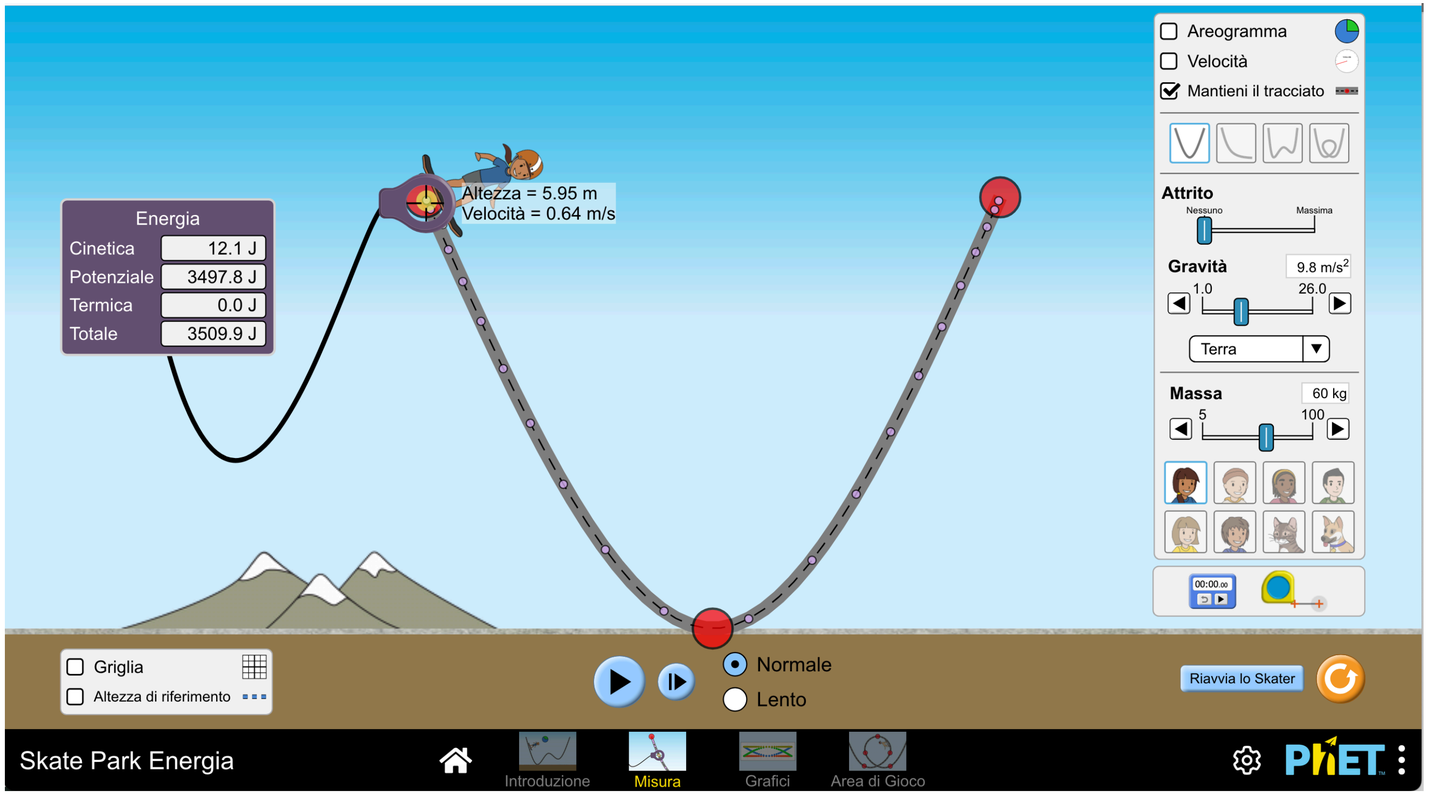
E' legato al processo di **trasferimento dell'energia.**

Certamente temperatura e calore sono legati tra loro (la differenza di temperatura tra due sistemi determina se si verifica o meno trasferimento di calore), ma **sono due concetti diversi**

Infatti il calore si misura come l'energia

Dall'incontro precedente:

L'ENERGIA SI MISURA



https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_all.html?locale=it

L'**energia meccanica** si misura in Joule

UNITÀ DI MISURA

Anche l'energia termica si misura in joule.

Storicamente per il calore era usata la caloria.

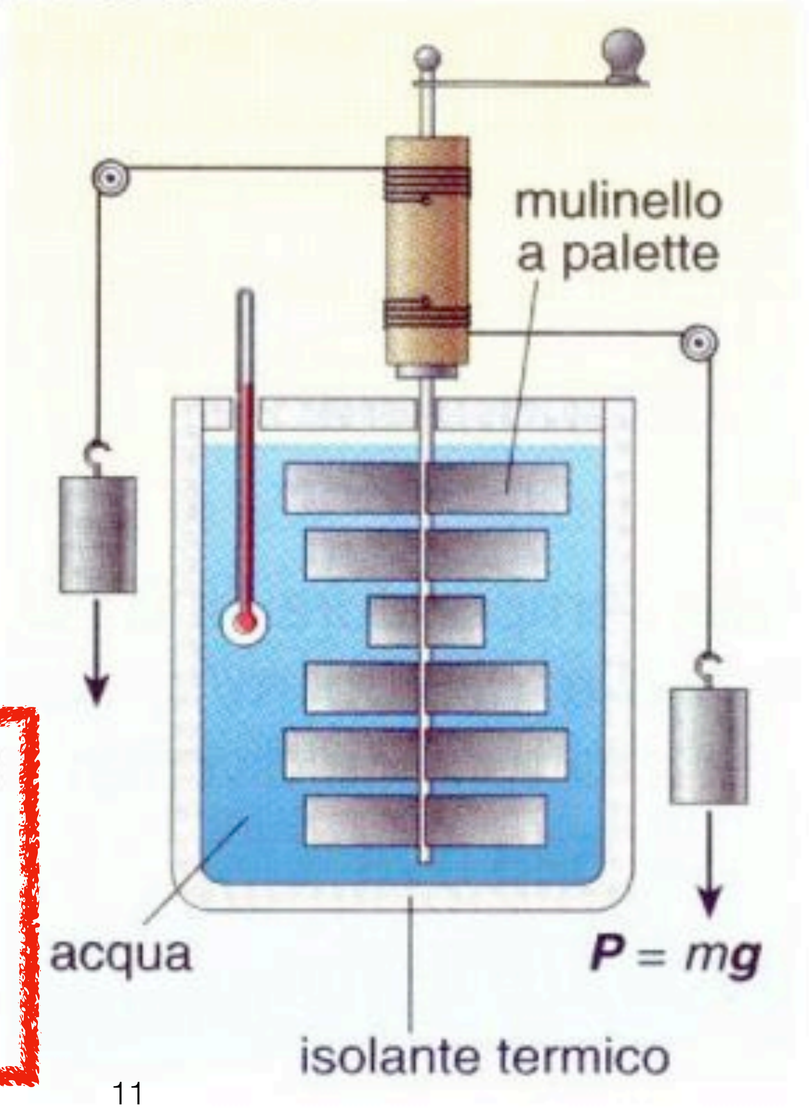
1 cal = 4.186 J.

Dall'incontro precedente:

EQUIVALENZA DELLE UNITÀ DI MISURA DI ENERGIA

Il mulinello di Joule

- Il fisico Joule verso la metà del 1800 fece un celebre esperimento.
- Con il marchingegno in figura riscaldò l'acqua .
- L'energia potenziale dei pesi attratti dalla forza di gravità si trasforma in energia cinetica e questa si trasferisce alle pale che riscaldano l'acqua nel calorimetro.
- Ripetendo più volte l'esperimento Joule riuscì a determinare l'equivalente meccanico della caloria.
- Un lavoro di 4,186 J corrisponde ad 1 caloria.



1 cal :
unità di misura della quantità di calore pari a quella necessaria a portare la temperatura di un grammo d'acqua distillata da 14,5 °C a 15,5 °C, alla pressione atmosferica normale

Nel Sistema Internazionale però si usa Joule

VERO O FALSO?



- Il calore è contenuto negli oggetti.
- Temperatura e calore sono sinonimi.
- Un pezzo di metallo e uno di legno nella stessa stanza hanno la stessa temperatura.
- Un corpo può aumentare la propria energia interna senza ricevere calore.
- Durante l'ebollizione dell'acqua la temperatura continua a crescere.

CALORE

Non descrive lo stato di un sist… …ione tra sistemi.

ATTENZIONE: il trasferimento di calore non è l'unico modo di cambiare l'energia interna di un sistema

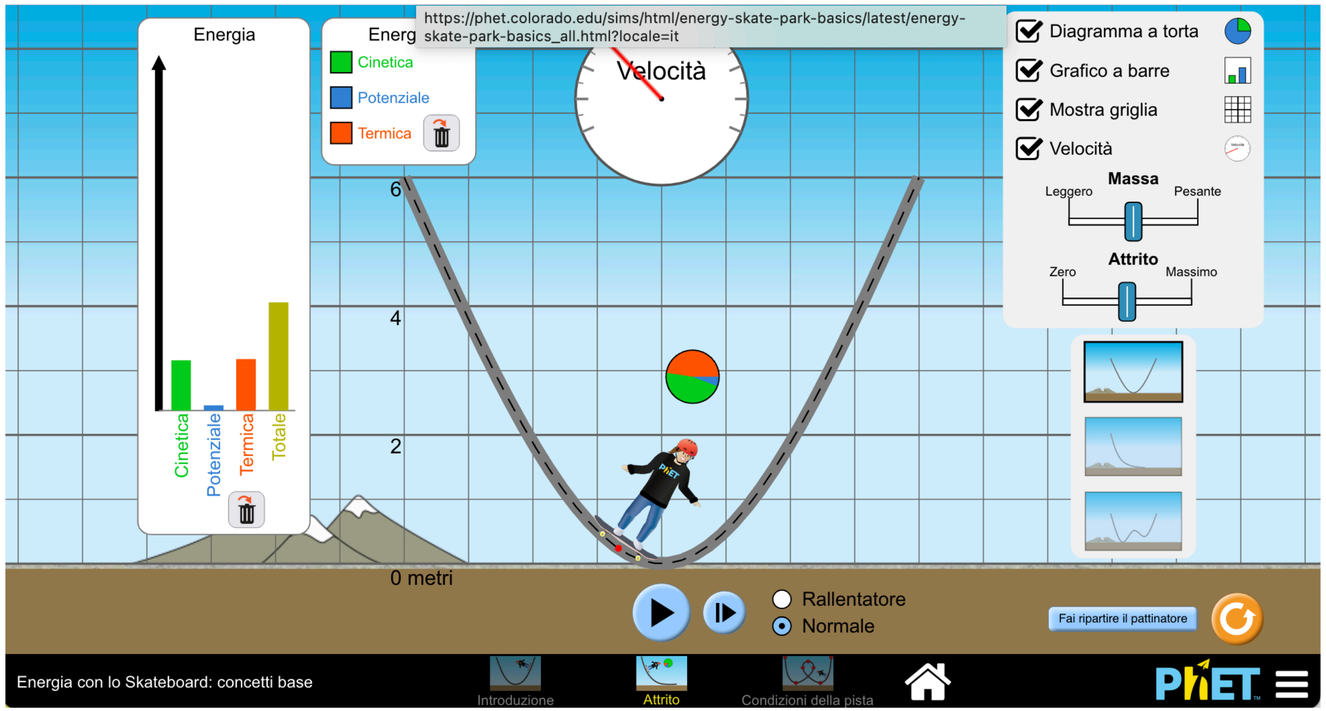
E' legato a… **…sferimento dell'energia.**

Certament… …mperatura e calore sono legati tra loro (la differenza di temperatura tra due sistemi determina se si verifica o meno trasferimento di calore), ma **sono due concetti diversi**

Infatti il calore si misura come l'energia

Dall'incontro precedente:

ATTRITO e produzione di ENERGIA TERMICA



https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_all.html?locale=it

Quindi: l'**attrito** causa la **trasformazione** di **energia meccanica** in **energia termica** (anche nel mulinello di Joule)

MISURARE LA TEMPERATURA

- Utilizzare una **sostanza termometrica** (aria, o meglio un liquido) che ha una **proprietà fisica** (volume, lunghezza, pressione, colore…) **che dipende dalla temperatura.**

- Caratteristica fondamentale per un buon strumento di misura: avere una **scala termometrica definita da due punti fissi** (ad es.: congelamento ed ebollizione dell'acqua) - "**calibrazione**" dello strumento

- **La misurazione della temperatura si basa sul concetto di equilibrio termico**



MISURARE LA TEMPERATURA

Si misura con il **termometro** attraverso una scala termometrica.

Le scale più comuni sono

- la **scala Celsius**; 0 °C: congelamento; 100 °C: ebollizione
- la **scala assoluta** (o Kelvin).

0 K: “zero assoluto”; 273,16 K: punto triplo dell’acqua

Per convertire gradi Celsius in kelvin si usa l’equazione:

$$T\,(K) = t\,(^{\circ}\,C) + 273{,}15$$



Differenze di temperatura hanno lo stesso valore numerico in °C o in K

TERMOMETRO DI GALILEO



Basato su un termoscopio realizzato da Galileo Galilei all'inizio del sec. XVII. E' costituito da un tubo di vetro sigillato riempito con acqua e/o alcool e diverse bolle di vetro galleggianti parzialmente riempite con un liquido colorato (acqua e/o alcool). Le bolle (senza le targhette metalliche) vengono calibrate mettendovi una certa quantità di liquido per renderle esattamente della stessa densità (il rapporto tra massa e volume), che quindi rimane sempre invariata.

Le targhette metalliche sono contrappesi calibrati, in modo che -con la loro aggiunta- ogni bolla differisce leggermente in densità dalle altre bolle e la densità di tutte le bolle è molto vicina alla densità dell'acqua circostante.

Quando la temperatura cambia, cambia anche la temperatura dell'acqua in cui le bolle sono immerse: si espande o si contrae, cambiando così la sua densità. Pertanto, a una data densità, alcune bolle galleggeranno e altre affonderanno.

Lettura della temperatura: del gruppo di bolle che galleggiano, leggere la targhetta della bolla più bassa di quel gruppo.

Una digressione necessaria:

PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

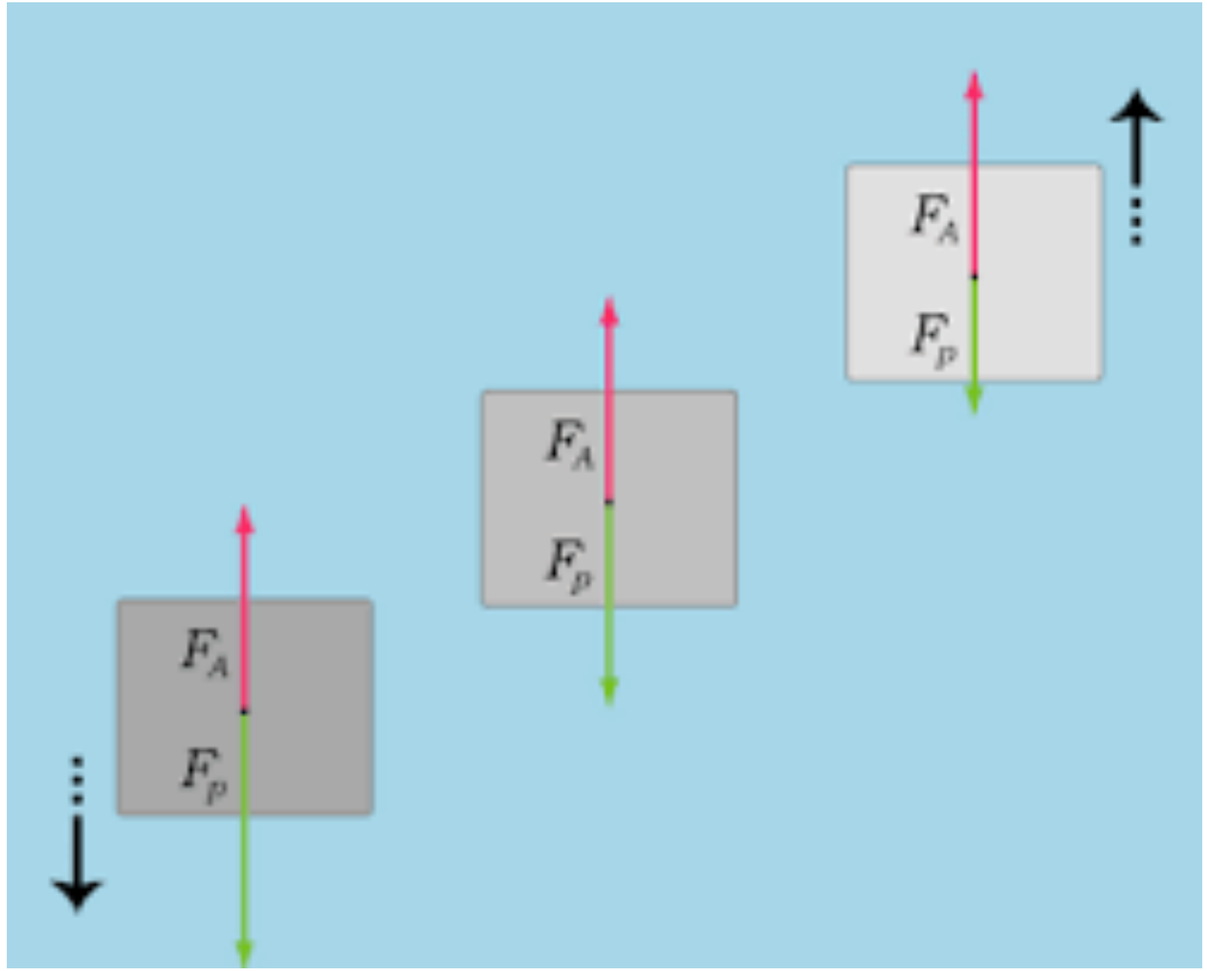
Un corpo immerso in un fluido (liquido o gas) riceve una spinta verso l'alto F_A pari al peso F_P del fluido spostato.

Galleggiamento o affondamento o equilibrio a seconda che $F_A > F_P$, o $F_A < F_P$, o $F_A = F_P$,

densità

$$F_A = \rho_{fluido}\, g\, V_{spostato}$$

(notare il punto di applicazione delle forze…)



LEGGE DELLA CALORIMETRIA e CALORE SPECIFICO

Calore e temperatura non sono la stessa quantità fisica ma sono legati.

Le legge della calorimetria dice da quali **variabili** dipende la quantità di calore che un oggetto scambia con un altro: massa, temperature (iniziale e finale), sostanza di cui è costituito:

$$Q = c\ m\ \Delta T$$

quantità di calore

calore specifico

massa

variazione di temperatura

LEGGE DELLA CALORIMETRIA e CALORE SPECIFICO

Calore e temperatura non sono la stessa quantità fisica ma sono legati.

Le legge della calorimetria dice da quali **variabili** dipende la quantità di calore che un oggetto scambia con un altro: massa, temperature (iniziale e finale), sostanza di cui è costituito:

$$Q = c\ m\ \Delta T$$

Q: quantità di calore; negativo se è ceduto; positivo se è assorbito

c: calore specifico

m: massa

ΔT: variazione di temperatura:

$$\Delta T = T_f - T_i$$

dove i = iniziale, f = finale; ΔT è negativa se il calore è ceduto, positiva se il calore è assorbito

CALORE SPECIFICO

OSSERVAZIONE:
La quantità di calore necessaria per aumentare della stessa misura la temperatura di due corpi dipende non solo dalla quantità (dal volume o dalla massa) dei due materiali considerati, ma può cambiare molto da un materiale all'altro.

$$Q = c\ m\ \Delta T$$

Q: quantità di calore
negativo se è ceduto;
positivo se è assorbito

c: calore specifico

m: massa

ΔT: variazione di temperatura:

$$\Delta T = T_f - T_i$$

dove i = iniziale, f = finale; ΔT è negativa se il calore è ceduto, positiva se il calore è assorbito

CALORE SPECIFICO

$$c = \frac{Q}{m\ \Delta T} \quad \Rightarrow \quad c_{acqua} = 4186 \frac{J}{kg\ K}$$

CAPACITÀ TERMICA

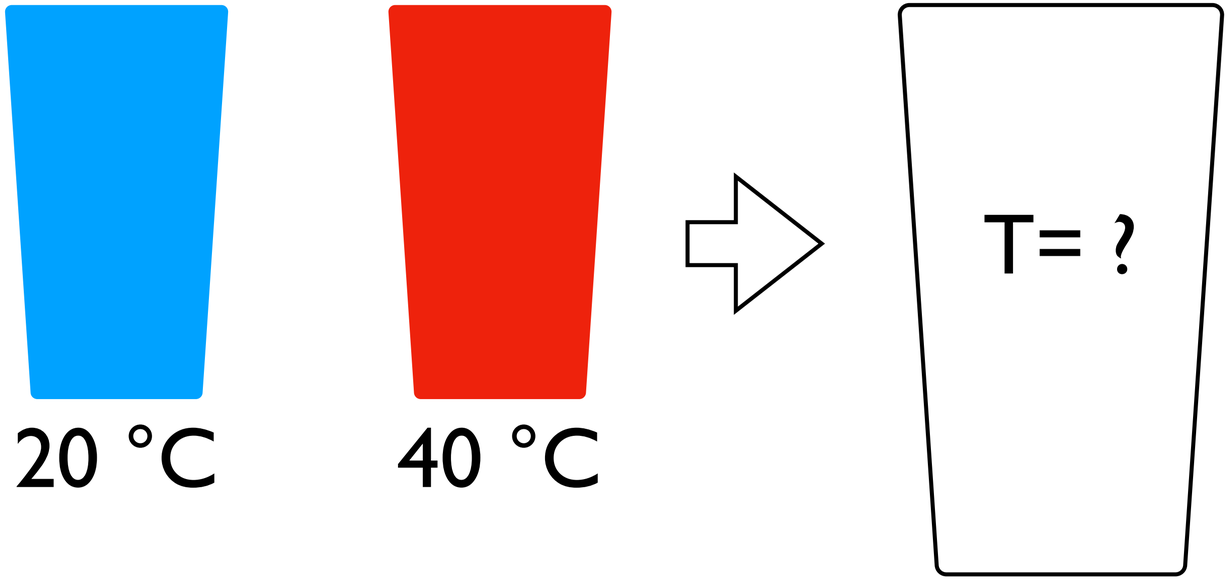
$$C = c\ m$$

quindi esprime la quantità di calore necessaria per aumentare di 1 grado (Celsius o K) la temperatura di una certa massa *m* di una sostanza

TEMPERATURA DI EQUILIBRIO

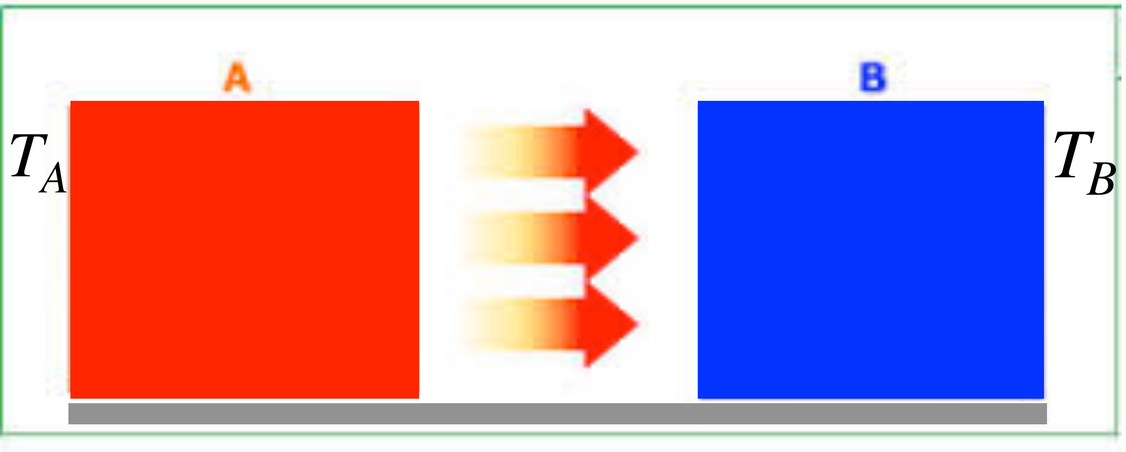
1 litro di acqua a 20 °C +
1 litro a 40 °C;
stessa sostanza, masse diverse.

Se li mescoliamo, quale sarà la temperatura finale?



TEMPERATURA DI EQUILIBRIO

situazione iniziale => situazione finale di equilibrio termico



(A e B a contatto)



$$Q_A = -Q_B$$

$$c_A m_A (T_e - T_A) = -c_B m_B (T_e - T_B)$$

$$T_e = \frac{c_A m_A T_A + c_B m_B T_B}{c_A m_A + c_B m_B}$$

TEMPERATURA DI EQUILIBRIO

L'espressione si semplifica nel caso mettiamo a contatto corpi della stessa sostanza:

(ad es. mescoliamo l'acqua di due recipienti di capienza diversa)

$c_A = c_B = c$ (ma $m_A \neq m_B$)

$$T_e = \frac{c_A m_A T_A + c_B m_B T_B}{c_A m_A + c_B m_B}$$

$$\boxed{T_e = \frac{m_A T_A + m_B T_B}{m_A + m_B}}$$

Si semplifica ulteriormente se i due corpi hanno anche la stessa massa:

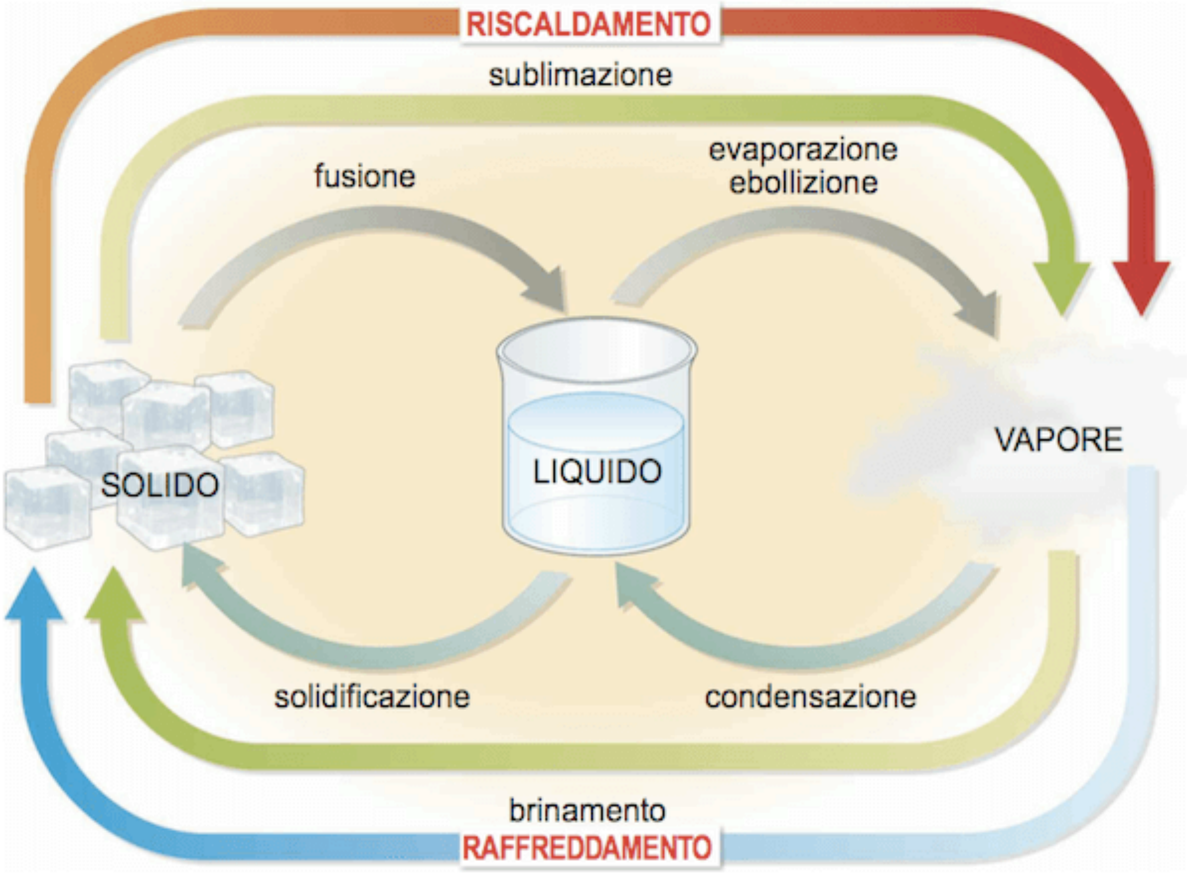
(ad es. mescoliamo l'acqua di due recipienti di stessa capienza)

$c_A = c_B = c$ e $m_A = m_B = m$

$$T_e = \frac{c_A m_A T_A + c_B m_B T_B}{c_A m_A + c_B m_B}$$

$$\boxed{T_e} = \frac{cmT_A + cmT_B}{cm + cm} = \frac{cm(T_A + T_B)}{cm(1+1)} = \boxed{\frac{T_A + T_B}{2}}$$

PASSAGGI DI STATO E CALORI LATENTI



visione microscopica….



I PASSAGGI DI STATO DELL'ACQUA

Fusione del ghiaccio
da solido a liquido



Il ghiaccio assorbe calore
e si trasforma in acqua.

Ebollizione
da liquido a gas



L'acqua assorbe calore
e si trasforma in vapore.

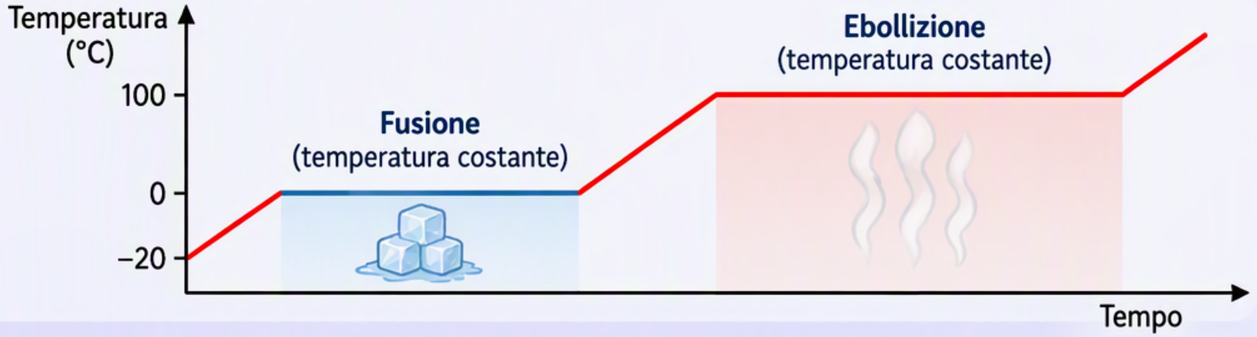
Condensazione
da gas a liquido



Esempio: il vetro si appanna
perché il vapore dell'aria condensa.

Durante il passaggio di stato la temperatura non cambia

Il calore fornito non aumenta la temperatura . Serve invece a trasformare la sostanza da uno stato all'altro.



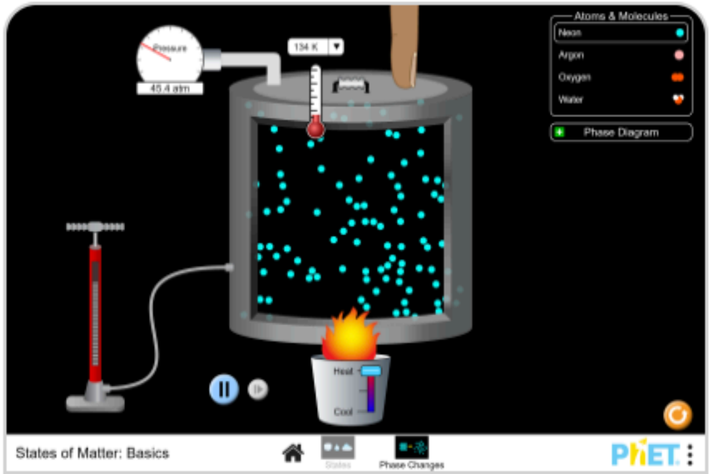
I PASSAGGI DI STATO DELL'ACQUA



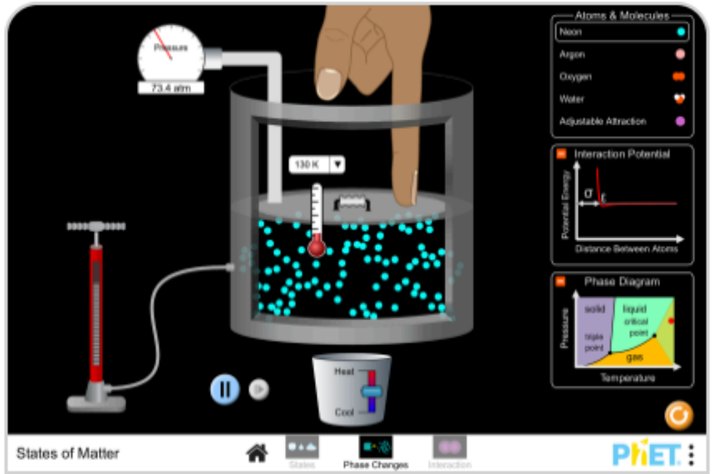
Se continuo a scaldare un cubetto di ghiaccio a 0 °C, la sua temperatura aumenta subito?

Perché l'acqua che bolle resta a circa 100 °C anche se la pentola continua a ricevere calore?

SIMULAZIONI PhET



Stati della materia: introduzione



Stati della materia

https://phet.colorado.edu/it/simulations/filter?subjects=heat-and-thermodynamics&type=html