

## ESPERIMENTO SULLA TEMPERATURA di EQUILIBRIO

**Attività:** misurare la temperatura di equilibrio

**Tempi:** 15 minuti

**Per questo esperimento serve:**

- un contenitore di polistirolo con coperchio
- acqua
- Fornello
- Termometro
- Un contenitore graduato
- Pentolino
- Una bilancia



**Obiettivo:** osservare e misurare la nuova temperatura dell'acqua.

### Esecuzione

Prendere dell'acqua a temperatura  $T_1$  e riscaldarne la metà sul fornellino con il pentolino, portandola alla temperatura  $T_2$  con  $T_2 > T_1$ . Versare entrambe le quantità di acqua nel contenitore di polistirolo, chiudere il coperchio e aspettare qualche secondo. Misurare ora la  $T_e$  temperatura di equilibrio raggiunta dall'acqua.

Quanto vale?

Troveremo, nel limite degli errori sperimentali, che la temperatura è:  $T_e = \frac{T_1 + T_2}{2}$  ?

Se invece riscaldiamo  $\frac{2}{3}$  dell'acqua e la mescoliamo con la parte rimanente, quanto varrà  $T_e$ ?

Troveremo, nel limite degli errori sperimentali, che la nuova temperatura è  $T_e = \frac{T_1 + 2T_2}{3}$ .

E con altre masse d'acqua? Effettuiamo una prova e riportiamo la temperatura di equilibrio misurata nei diversi casi.

$m_1$ (g)	$m_2$ (g)	$T_1$ (°C)	$T_2$ (°C)	$T_e$ (°C)
250	250	15	60	?
200	400	18	55	?
150	270	15	40	?

### EXPLAINE

L'esperimento ci mostra come l'acqua più calda cede una quantità di calore a quella più fredda e gli scambi di calore si misurano in termini di variazione di temperatura. Il calore scambiato è evidente.

### La temperatura di equilibrio

Quando versiamo del caffè caldo in un bicchiere, dopo pochi istanti non riusciamo a tenere in mano il bicchiere perché si è riscaldato; nello stesso tempo il caffè si è leggermente raffreddato. Caffè e bicchiere hanno raggiunto la stessa temperatura di equilibrio. Considerando trascurabili le dispersioni di calore verso l'ambiente esterno, la quantità di calore ceduta dal caffè è uguale a quella assorbita dal bicchiere. Determiniamo la temperatura di equilibrio sulla base della formula per il calcolo del calore scambiato.

Indichiamo rispettivamente con  $m_1$ ,  $t_1$  e  $c_1$  la massa, la temperatura e il calore specifico del bicchiere, con  $m_2$ ,  $t_2$  e  $c_2$  la massa, la temperatura e il calore specifico del caffè, e con  $t_e$  la temperatura di equilibrio,

Determiniamo la quantità di calore ceduta dal caffè utilizzando la formula:

$$Q_{\text{ceduto}} = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_e - t_2)$$

Questa quantità è negativa perché la temperatura di equilibrio  $t_e$  è minore della temperatura  $t_2$  iniziale del caffè.

Calcoliamo il calore assorbito dal bicchiere:

$$Q_{\text{assorbito}} = c_1 \cdot m_1 \cdot (t_e - t_1)$$

Questa quantità è positiva perché  $t_1 > t_e$ .

Uguagliamo ora le due quantità avendo cura di cambiare il segno a  $Q_{\text{ceduto}}$  in modo che l'uguaglianza sia tra due quantità positive:  $Q_{\text{assorbito}} = -Q_{\text{ceduto}}$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t_e - t_1) = -c_2 \cdot m_2 \cdot (t_e - t_2)$$

Questa è l'**equazione dell'equilibrio termico** e da essa possiamo determinare la formula che permette di calcolare la temperatura di equilibrio.

Per lo studio sperimentale dei fenomeni di equilibrio termico si usa il *calorimetro*.

### Il calorimetro delle mescolanze

Il calorimetro è un recipiente utilizzato per effettuare esperienze sul calore. Tra i diversi tipi quello più usato è il **calorimetro delle mescolanze**. Esso è costituito da un recipiente *adiabatico*, cioè isolato termicamente in modo che non possano avvenire scambi di calore con l'ambiente esterno e contiene dell'acqua. Un esempio è il classico thermos, il recipiente di vetro che serve per conservare a una determinata temperatura le bevande e i cibi. Nel calorimetro sono inseriti un termometro e un agitatore, cioè un'asticella che mescola il contenuto del calorimetro in modo da accelerare il processo di equilibrio termico. Quando si inserisce nell'acqua un corpo caldo, del calore passa dal corpo all'acqua, alle pareti del calorimetro, al termometro e all'agitatore finché tutto il sistema ha raggiunto la temperatura di equilibrio. Per tener conto correttamente del calore assorbito dal calorimetro si introduce nella formula una quantità detta **equivalente in acqua del calorimetro**,  $m_e$ , definita come la massa d'acqua avente la stessa capacità termica del calorimetro.

## ESPERIMENTO SULL'EVAPORAZIONE

Abbiamo visto che all'assorbimento o alla cessione di calore da parte di un corpo corrisponde il suo raffreddamento o il suo riscaldamento. In questo esperimento verificheremo che non sempre un corpo che assorbe (cede) calore si riscalda (raffredda).

**Attività:** massa d'acqua evaporata



**Tempi:** 30 minuti

**Per questo esperimento servono:**

- Un fornello;
- un pentolino;
- acqua;
- termometro;
- bilancia.

**Obiettivo:** misurare la massa d'acqua evaporata

### Esecuzione

Pesare una quantità d'acqua e metterla sul fornellino. Portarla ad ebollizione e farla bollire per 20 minuti, misurando spesso la sua temperatura. Aspettare che si raffreddi e pesare il quantitativo di acqua rimasta.

### Domande

La temperatura dell'acqua durante l'ebollizione è variata? Perché?

La massa d'acqua è sicuramente diminuita. Perché?

Il calore fornito dal fornellino cosa ha fatto aumentare?

Tutte le molecole dell'acqua bollente hanno la stessa energia cinetica?

Quali sono quelle che fuoriescono dal liquido?

Cosa succede all'energia media delle molecole nella fase di evaporazione? Aumenta o diminuisce?

L'evaporazione che avviene a qualsiasi temperatura, contrariamente all'ebollizione, in generale, può ritenersi un processo di raffreddamento?

Sarebbe un processo di raffreddamento se tutte le molecole avessero la stessa velocità?

Se mettiamo il coperchio, mentre bolle, il vapore condensa. La condensazione è un processo di raffreddamento o riscaldamento?

Quando fai la doccia e poi esci dal vano doccia, hai più caldo o più freddo? Perché?

## ESPERIMENTO SULLA CONDENSAZIONE

### Attività: la nebbia in barattolo

**Tempi:** 15 minuti

**Per questo esperimento serve:**

- Cubetti di ghiaccio;
- acqua calda;
- un sacchetto di plastica;
- un vaso di vetro;
- fiammiferi.



### Esecuzione

Versiamo l'acqua calda nel contenitore di vetro. Accendiamo un fiammifero e lo buttiamo dentro al contenitore. Chiudiamo l'imboccatura del contenitore con il sacchetto di plastica pieno di ghiaccio. In pochi secondi il contenitore di vetro si riempie di una fitta nebbia, che vediamo uscire se alziamo il sacchetto con il ghiaccio (video *Nebbia in un barattolo*).

### Domande

Cosa è successo?

Cosa ha determinato la formazione della nebbia?

A quale fenomeno fisico stiamo assistendo?

A cosa serve il fiammifero?

Cosa sono i nuclei di condensazione?

Che tipo di particelle si possono trovare nell'aria?

### EXPLAINE

L'acqua calda riscalda lo strato d'aria con cui è in contatto, in parte evapora e va verso l'alto. Lì incontra il ghiaccio, quindi condensa intorno alle particelle incombuste prodotte dal fiammifero, rimanendo in sospensione nell'aria. Questo è quello che avviene in natura, quando il vapore acqueo in sospensione nell'aria condensa in goccioline d'acqua intorno a dei nuclei di condensazione (particelle di polvere, cenere, inquinanti, sale marino), formando la nebbia.

## ESPERIMENTO PER CALCOLARE QUANTO CALORE SERVE PER FONDERE UN GHIACCIOLO

L'esperimento del calore di fusione ci mostra come l'acqua cede una quantità di calore che sembra sparire, detto calore latente, ma che in realtà viene usato per cambiare lo stato di aggregazione della materia.



### Attività: calore di fusione di un ghiacciolo

**Tempi:** 30 minuti

Per questo esperimento serve:

- 500 g di acqua a 20°C;
- un ghiacciolo;
- bustina di plastica;
- vaschetta di polistirolo con coperchio;
- termometro;
- bilancia.
- 

**Obiettivo:** calcolare quante calorie servono per sciogliere un gelato di ghiacciolo.

### Esecuzione

Infiliamo il ghiacciolo nella bustina di plastica che chiuderemo. Mettiamo la bustina nella vaschetta insieme all'acqua. Misuriamo la temperatura dell'acqua, quella del ghiacciolo, pesiamo il ghiacciolo per conoscere la sua massa. Ripetiamo l'operazione più volte, finché non si scioglie tutto il ghiacciolo, alla fine riportiamo i valori iniziali e finali in tabella:

sostanza	T <sub>iniziale</sub>	T <sub>finale</sub>	M(g)
Acqua	25 °C	12 °C	500
Ghiacciolo	0°C	-	70

Si può ripetere più volte l'esperimento e i dati si ripeteranno nel limite degli errori sperimentali.

La temperatura finale misurata coincide con quello che ci si aspetta per un calore latente del ghiaccio di 80 cal/g?

### Domande

Quanta energia, allora, libera un grammo di ghiacciolo?

Quanta energia libera un grammo di vapore acqueo a 100°C che condensa in acqua a 100°C?

Quanta energia libera, invece, un grammo di vapore acqueo a 100°C che condensa in acqua ghiacciata a 0°C?

Quando un'automobile viene lavata in una giornata fredda, l'acqua calda gela più o meno facilmente dell'acqua tiepida?

Ghiaccia prima l'acqua pura o quella salata? Il ghiaccio si scioglie allo stesso modo su tutte le superfici? Perché?