

IL CALORE SPECIFICO E L'EQUAZIONE DELL'EQUILIBRIO TERMICO

In questa lezione esamineremo:

- il calore specifico
- l'equazione dell'equilibrio termico
- il calorimetro

Il calore specifico

Abbiamo visto che fornendo calore a un corpo si aumenta la sua temperatura. Questo significa che esiste una relazione tra l'incremento di temperatura Δt e la quantità di calore Q che lo determina. Per esempio, utilizzando un riscaldatore elettrico di cui si conosca la potenza e immergendolo in acqua o in un altro liquido, è abbastanza agevole determinare tale relazione. Il risultato ottenuto conferma i seguenti fatti.

1. L'energia elettrica consumata per innalzare la temperatura dell'acqua di una certa quantità Δt , e quindi la quantità di calore fornita Q , è direttamente proporzionale alla massa m del liquido.
2. A parità di massa m , la quantità di calore Q è direttamente proporzionale a Δt .
3. A parità di massa m e di Δt , la quantità di calore Q è diversa da sostanza a sostanza.

Possiamo riassumere il tutto, scrivendo:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad [32.1.]$$

dove c è una costante caratteristica della sostanza considerata, chiamata *calore specifico*. Dalla [32.1.] si ricava che:

il calore specifico di una sostanza rappresenta la **quantità di calore** che la massa di **1 kg** di tale sostanza deve scambiare perché la sua **temperatura** subisca la variazione di **1°C**.

Nella [32.1.] Δt è espressa in gradi centigradi, m in kg, Q in joule. Un'altra unità di misura per Q è la **caloria (cal)**.

La **caloria (cal)** rappresenta la **quantità di calore** che deve essere fornita a **1 kg** di acqua distillata per elevare la sua **temperatura da 14.5°C a 15.5°C**.

Tale unità, però, non fa parte del *SI* nel quale, infatti, il calore, essendo una forma di energia, è misurato in joule.

Eseguendo un'esperienza con il riscaldatore elettrico verificheremo che per innalzare di 1°C la temperatura di 1 kg di acqua distillata occorrono 4186 joule. Come vedremo in seguito, tale valore si ottiene moltiplicando la potenza elettrica del riscaldatore per il tempo, espresso in secondi, necessario al riscaldatore per elevare di 1°C la temperatura della massa d'acqua indicata. Facciamo notare che il valore dell'energia necessaria per innalzare di 1°C la temperatura di 1 kg di acqua distillata è abbastanza elevato. Nella *tab. 1* che segue sono riportati i valori del calore specifico di alcune sostanze, espressi sia in calorie, sia in joule. Il valore da notare in particolar modo è quello del calore specifico dell'acqua, particolarmente elevato e di gran lunga superiore a quello

Che cos'è il calore specifico

Che cos'è la caloria

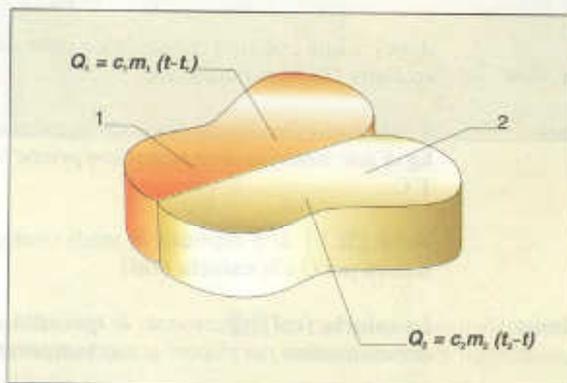
Tab. 1. Calori specifici.

sostanza	calore specifico in cal/kg °C	calore specifico in J/kg °C
zinco	0.095	389
oro	0.030	130
rame	0.093	385
alluminio	0.217	896
ferro	0.115	450
benzolo	0.408	1710
acqua	1.002	4186

delle altre sostanze presenti nella tabella. Questo fatto, che ha un'importanza fondamentale nell'equilibrio climatico della Terra, significa, per esempio, che per elevare di pochi gradi la temperatura dell'acqua del mare occorre una grande quantità di calore. In tal modo durante la stagione calda il mare accumula una grande quantità di calore che, man mano che avanza la stagione fredda, restituisce lentamente. Di conseguenza, a parità di latitudine, le regioni della Terra bagnate dai mari godono, d'inverno, di un clima più mite rispetto alle regioni lontane dal mare, cioè alle cosiddette regioni a clima continentale.

L'equazione dell'equilibrio termico

La conoscenza del calore specifico di due corpi messi a contatto ci consente di determinare la temperatura alla quale i due corpi raggiungono l'equilibrio termico, cioè la temperatura alla quale fra i due corpi non avviene più scambio di calore. Indichiamo con t_1, m_1 e t_2, m_2 la temperatura e la massa, rispettivamente, di due ipotetici corpi 1 e 2 (fig. 1).



1. I due corpi raggiungono l'equilibrio termico. La temperatura di equilibrio t è data dall'equazione dell'equilibrio termico.

Se ipotizziamo che $t_1 < t_2$ e indichiamo con c_1 e c_2 i rispettivi calori specifici dei due corpi e con t la temperatura di equilibrio, è evidente che la quantità di calore $Q_1 = c_1 \cdot m_1 (t - t_1)$ acquistata dal primo corpo dovrà essere uguale alla quantità di calore $Q_2 = c_2 \cdot m_2 (t_2 - t)$ ceduta dal secondo. Avremo, pertanto:

$$c_1 m_1 (t - t_1) = c_2 m_2 (t_2 - t)$$

da cui:

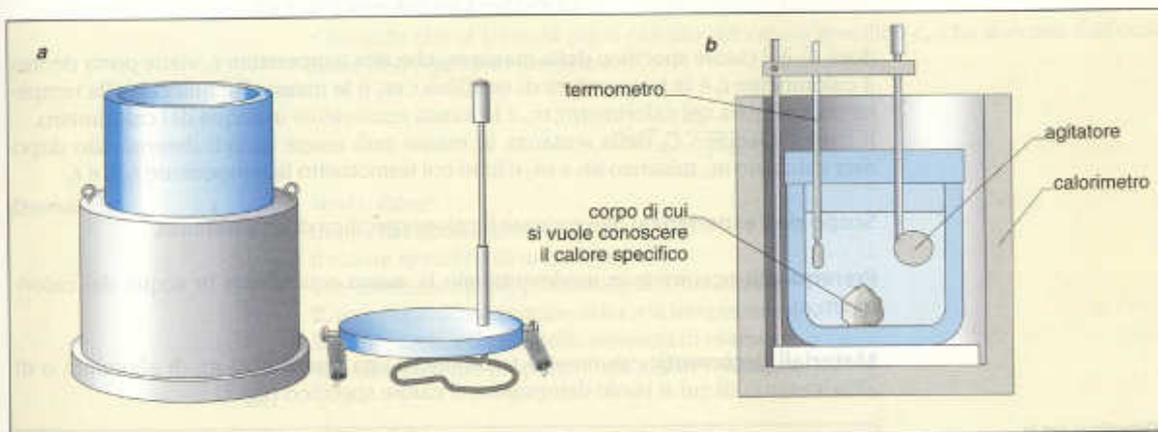
$$t = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2}$$

Tale equazione è detta **equazione dell'equilibrio termico**.

I calorimetri

Il calorimetro è un dispositivo che consente la misurazione delle quantità di calore. Esistono due tipi di calorimetri: il *calorimetro delle mescolanze* e il *calorimetro a ghiaccio*. Daremo una sommaria descrizione solo del primo tipo.

Il **calorimetro delle mescolanze** (fig. 2) è essenzialmente composto da un recipiente, da un agitatore e da un termometro. Il recipiente è fatto in modo da assicurare l'*adiabaticità*, cioè è costruito in modo da impedire scambi di calore con l'ambiente esterno. Questo risultato è ottenuto utilizzando due recipienti, posti l'uno dentro l'altro, in modo che nell'intercapedine fra i due non vi sia aria. Inoltre le pareti interne dei due recipienti sono speculari, in modo da riflettere all'interno il calore.



2. a) Calorimetro delle mescolanze.
b) Rappresentazione in sezione del calorimetro delle mescolanze. Il calorimetro è il più classico dispositivo per la determinazione del calore specifico.

Un tappo, anch'esso di materiale adatto a impedire lo scambio di calore con l'esterno, serve a chiudere il calorimetro, munito di aperture adatte a introdurvi sia l'agitatore, sia il termometro. Un contenitore di uso comune che risponde, su per giù, agli stessi requisiti è il *thermos*. Lo scopo dell'agitatore è quello di facilitare, mediante mescolanza, il raggiungimento dell'equilibrio termico tra l'acqua del calorimetro e il corpo immerso in essa, su cui vogliamo operare misurazioni di calore. Il termometro serve a segnalarci le variazioni di temperatura che l'acqua subisce in seguito all'immersione del corpo.

TEST

- 1 Quale equazione esprime la relazione tra il calore Q fornito a un corpo e l'incremento di temperatura Δt che esso subisce?
- 2 Definisci il calore specifico di una sostanza.
- 3 A quanti joule equivale una caloria (cal)?
- 4 Un pezzo di ferro di 2.5 kg viene riscaldato di 50 °C. Determina la quantità di calore che gli è stata fornita ($C_{Fe} = 450 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$).
- 5 "Il calore specifico dell'acqua è piuttosto basso". Vero o falso?
- 6 Scrivi l'equazione dell'equilibrio termico.
- 7 Mescolando 3 l d'acqua a 20 °C con 5 l d'acqua a 40 °C, a quale temperatura viene raggiunto l'equilibrio termico?
- 8 Il calore nel sistema S' si misura in joule o in cal?
- 9 Descrivi un calorimetro.
- 10 A un pezzo di rame, perché sia riscaldato di 30 °C, occorre fornire 8.37 cal. Qual è la sua massa?
[$C_{(rame)} = 0.093 \text{ cal/kg } ^\circ\text{C}$]

ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Determinazione del calore specifico di un solido

Introduzione

Il calore specifico di un solido rappresenta la quantità di calore necessaria per far variare di 1 °C la temperatura dell'unità di massa di una certa sostanza.

Il calore specifico può essere determinato mediante il calorimetro delle mescolanze, che permette di misurare la temperatura di equilibrio dopo aver mescolato sostanze a temperature diverse. Infatti, all'equilibrio, si ha:

$$C_2 m_2 (t_2 - t_e) = (m_1 + m_e) (t_e - t_1)$$

dove C_2 è il calore specifico della massa m_2 che, alla temperatura t_2 , viene posta dentro il calorimetro; t_e è la temperatura di equilibrio; m_1 è la massa d'acqua che, alla temperatura t_1 , si trova nel calorimetro; m_e è la massa equivalente in acqua del calorimetro.

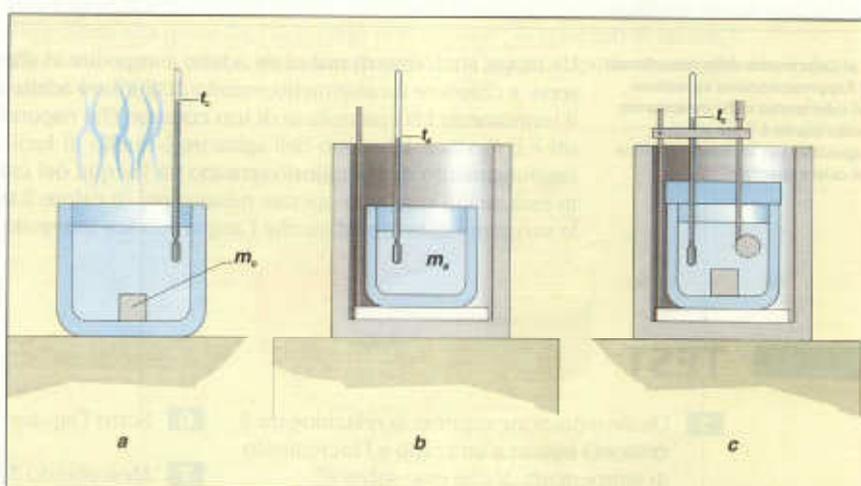
Il calore specifico C_2 della sostanza in esame può essere quindi determinato dopo aver calcolato m_e , misurato m_1 e m_2 e letto col termometro le temperature t_1 , t_2 e t_e .

Scopo dell'esperienza: determinare il calore specifico di una sostanza.

Prerequisiti: occorre aver predeterminato la massa equivalente in acqua del calorimetro, m_e .

Materiali occorrenti: calorimetro, termometro, una massa nota m , di alluminio o di altra sostanza di cui si vuole determinare il calore specifico (fig. 3).

3. Dispositivo per la determinazione del calore specifico di una sostanza.



Procedimento

- Immergi in acqua calda il campione di alluminio dopo averlo pesato. Dopo un certo tempo si misuri la temperatura t_c dell'acqua che sarà anche quella del campione (fig. 3a).

Effettua tre misurazioni e attribuisce a t_c il valore medio rilevato:

$$t_1 = \dots \quad t_2 = \dots \quad t_3 = \dots$$

Il valore medio è:

$$t_c = \dots$$

- Nel frattempo, versa una massa m_a di acqua nel calorimetro e misura la sua temperatura ambiente t_a (fig. 3b).

Togli rapidamente il campione dal liquido e immergilo nel calorimetro.

- Chiudi, agita un po' l'acqua e leggi la nuova temperatura dell'acqua (fig. 3c). Effettua tre letture e attribuisce a t_e il valore medio rilevato:

$$t_1 = \dots$$

$$t_2 = \dots$$

$$t_3 = \dots$$

Il valore medio è:

$$t_e = \dots$$

- Ricorda che la formula per il calcolo del calore specifico c_x , che si ricava dall'equazione dell'equilibrio termico, è:

$$c_x = \frac{(m_a - m_c) \cdot (t_e - t_a)}{m_c \cdot (t_c - t_e)}$$

Domande

Vero o falso?

Indica la risposta giusta.

Il calore specifico di una sostanza:

1. è direttamente proporzionale alla sua massa;
2. aumenta all'aumentare della sua temperatura;
3. è una caratteristica della sostanza in esame;
4. è direttamente proporzionale al suo volume.

Determinazione dell'equivalente in acqua di un calorimetro

Introduzione

Per effettuare misure sugli scambi di calore si utilizza il calorimetro, costituito da un recipiente ben isolato, da un termometro, da un agitatore e da un coperchio. Tutte queste parti assorbono, durante le operazioni di misura, una certa quantità di calore che non può essere scambiato tra le masse delle sostanze contenute nel calorimetro, e che quindi è fonte di errore nelle misure.

Per tener conto di questo errore sistematico, si immagina che il calorimetro contenga più acqua di quella che realmente contiene; questa quantità d'acqua fittizia è in grado di assorbire la stessa quantità di calore assorbita dal calorimetro, dal termometro, dall'agitatore e dal coperchio e si chiama "massa equivalente in acqua del calorimetro m_e ".

Quando allora viene immessa una massa m_2 d'acqua a temperatura t_2 nel calorimetro contenente la massa m_1 di acqua alla temperatura $t_1 < t_2$, l'equazione degli scambi termici viene scritta così:

calore ceduto da m_2 = calore assorbito dal calorimetro + calore assorbito dalla massa equivalente m_e

Indicando con t_e la temperatura di equilibrio, si ha:

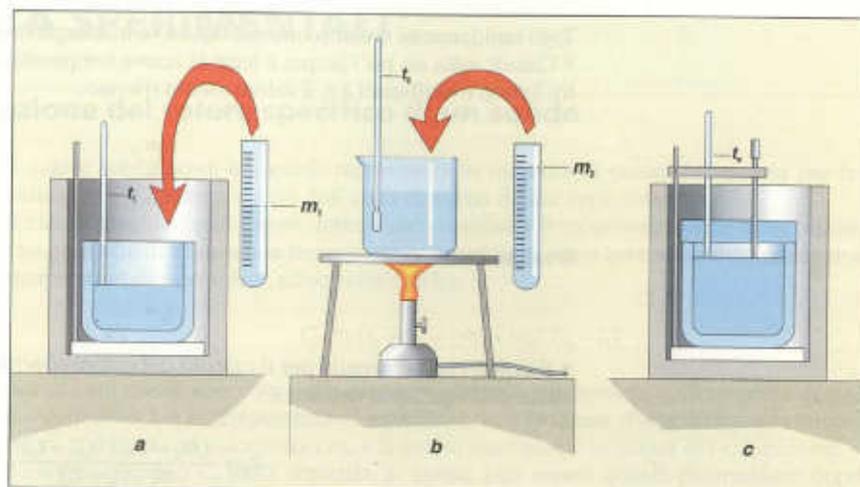
$$m_2 (t_2 - t_e) = (m_1 + m_e) \cdot (t_e - t_1)$$

da cui:

$$m_e = \frac{m_2 (t_2 - t_e)}{t_e - t_1} - m_1$$

Scopo dell'esperienza: determinazione dell'equivalente in acqua di un calorimetro.

Fig. 4



Prerequisiti: conoscenza del principio dell'equilibrio termico.

Materiali occorrenti: calorimetro, termometro di sensibilità 0.1 °C, provetta graduata in mL, becher e becco bunsen.

Procedimento

- Mediante la provetta, preleva una massa d'acqua m_1 alla temperatura ambiente e versala nel calorimetro (fig. 4a). Misura la sua temperatura t_1 :

$$m_1 = \dots \quad t_1 = \dots$$

- Versa nel becher una massa d'acqua $m_2 > m_1$ che misurerai utilizzando la provetta graduata. Scaldala sul becco bunsen fino a portarla a una temperatura t_2 (fig. 4b):

$$m_2 = \dots \quad t_2 = \dots$$

- Versa l'acqua riscaldata nel calorimetro (fig. 4c), agita e misura la temperatura t_e di equilibrio che dopo un po' si viene a stabilire:

$$t_e = \dots$$

- Determina l'equivalente in acqua del calorimetro m_e :

$$m_e = \frac{m_2 (t_2 - t_e)}{t_e - t_1} - m_1 = \dots$$

LA FUSIONE E LA SOLIDIFICAZIONE

In questa lezione esamineremo:

- i cambiamenti di stato
- la fusione
- la solidificazione

I cambiamenti di stato

La materia che ci circonda è presente secondo tre possibili stati di **aggregazione**: lo **stato solido**, lo **stato liquido** e lo **stato aeriforme**.

L'acqua, per esempio, a seconda della temperatura che possiede e della pressione cui è sottoposta, si presenta allo stato liquido (acqua propriamente detta), allo stato solido (ghiaccio) o allo stato aeriforme (vapore acqueo).

Per esempio, se alla pressione atmosferica ne diminuiamo la temperatura, l'acqua solidifica; se ne aumentiamo la temperatura, l'acqua evapora. Per aumentare la temperatura occorre somministrare calore; per diminuirla, occorre sottrarre calore. Dunque:

Stato di aggregazione e calore

Il passaggio della materia da uno stato di aggregazione all'altro è sempre accompagnato da uno scambio di calore con l'ambiente esterno.

Tutti i corpi, qualunque sia la sostanza di cui sono composti, possono cambiare il loro stato di aggregazione grazie a scambi più o meno cospicui di calore con l'ambiente in cui si trovano. Il fatto che un corpo allo stato solido possa diventare liquido o aeriforme in seguito all'assunzione di calore dall'ambiente esterno è in perfetta coerenza con quanto abbiamo detto sulle forze di coesione che agiscono fra le molecole che costituiscono la sostanza del corpo considerato. Per esempio, un corpo solido diventa liquido quando l'aumento dell'energia cinetica delle sue molecole, in seguito alla somministrazione di calore, diventa tale da indebolire le forze di coesione fino a rompere la struttura cristallina. In generale, la somministrazione di calore a un corpo comporta una diminuzione del valore della forza di coesione tra le sue molecole.

Viceversa, la sottrazione di calore comporta un aumento del valore della forza di coesione tra le sue molecole.

I cambiamenti di stato conseguenti a uno scambio di calore sono di cinque tipi:

fusione, vaporizzazione, sublimazione, liquefazione o condensazione, solidificazione.

Cambiamenti di stato e scambio di calore

1. Fusione: si tratta del passaggio di una sostanza dallo stato solido allo stato liquido. Avviene in seguito a una somministrazione di calore.

2. Vaporizzazione: si tratta del passaggio di una sostanza dallo stato liquido allo stato aeriforme. Avviene in seguito a una somministrazione di calore.

3. Sublimazione: si tratta del passaggio di una sostanza dallo stato solido allo stato aeriforme o viceversa.

Il primo passaggio di stato avviene in seguito a una somministrazione di calore. Il secondo in seguito a una sottrazione di calore.

4. Liquefazione o condensazione: si tratta del passaggio di una sostanza dallo stato aeriforme allo stato liquido. Avviene in seguito a una sottrazione di calore.

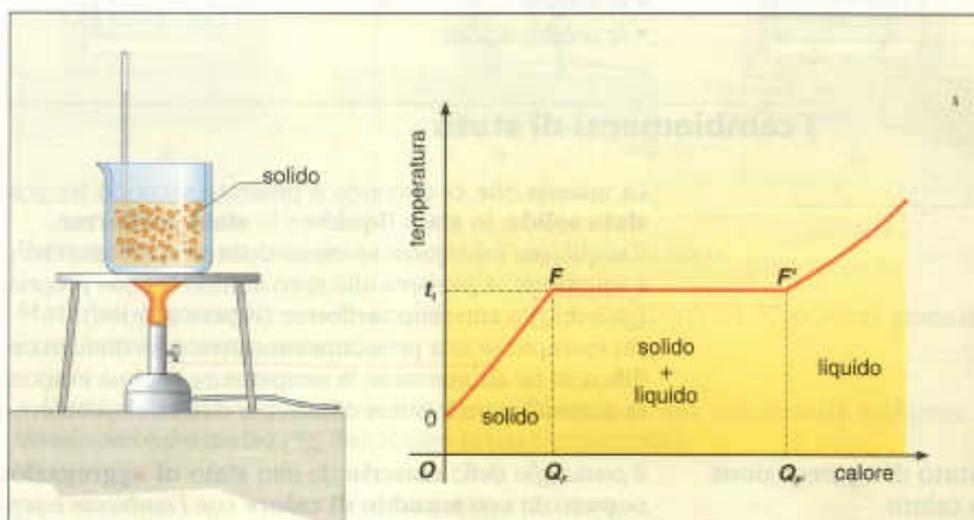
5. Solidificazione: si tratta del passaggio di una sostanza dallo stato liquido allo stato solido. Avviene in seguito a una sottrazione di calore.

La fusione e la solidificazione

Fino a ora si è tacitamente convenuto che somministrando calore a un corpo la temperatura del corpo aumenti. In realtà questo fatto non è sempre vero. Infatti la temperatura di una sostanza solida a cui venga somministrato continuamente calore va aumentando fino a un certo valore t_f , detto *temperatura di fusione*, a partire dal quale la sostanza comincia a fondere. Durante tutta la fase di tale passaggio di stato, cioè fino a quando tutta la sostanza non sia passata allo stato liquido, la temperatura t_f si mantiene costante.

Analizziamo il diagramma della fig. 1.

1. Somministrando in continuazione calore, la temperatura di una sostanza solida aumenta fino al valore t_f (temperatura di fusione), valore al quale la sostanza inizia a fondere. Durante la fusione la temperatura si mantiene costante e quando tutta la massa della sostanza è passata allo stato liquido torna ad aumentare.



Nel tratto OF il calore somministrato serve ad aumentare la temperatura del solido. Ciò, per quanto abbiamo più volte ripetuto, comporta una diminuzione delle forze di coesione intermolecolari. Nel punto F inizio della fusione, incomincia a rompersi la struttura cristallina del solido.

Tale processo si verifica lungo il tratto FF' . Durante tale processo, la temperatura t_f (temperatura di fusione) si mantiene costante.

Il corrispondente calore $Q_{F'} - Q_F$ somministrato in questa fase serve appunto ad alimentare tale processo.

Nel punto F' tutto il solido è passato allo stato liquido.

A partire da tale punto, ogni incremento di calore comporterà un aumento di temperatura del liquido.

La quantità di calore $Q_{F'} - Q_F$ necessaria perché tutto il solido fonda varia naturalmente al variare della massa m della sostanza di cui il solido è composto.

Che cos'è il calore latente di fusione

Il calore necessario per fondere 1 kg della sostanza di cui un corpo è composto è definito **calore latente di fusione**.

Il calore latente di fusione Q_{LF} è espresso dalla relazione:

$$Q_{LF} = \frac{Q_{F'} - Q_F}{m}$$

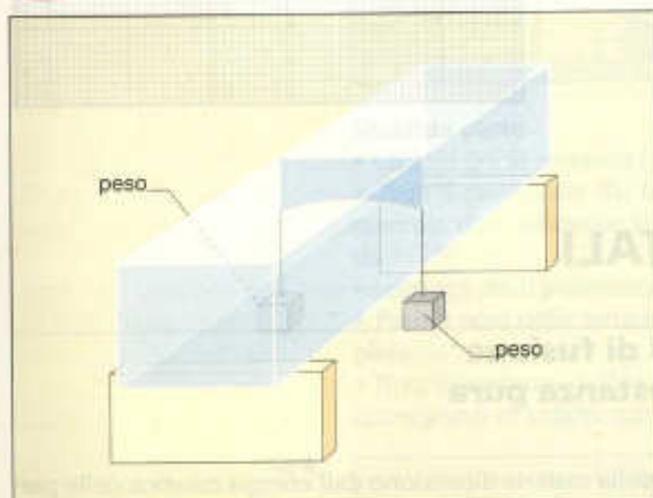
Sostanze amorfe

Vi sono alcune **sostanze** dette **amorfe** che, pur presentandosi allo stato solido, non hanno la struttura cristallina tipica dei solidi.

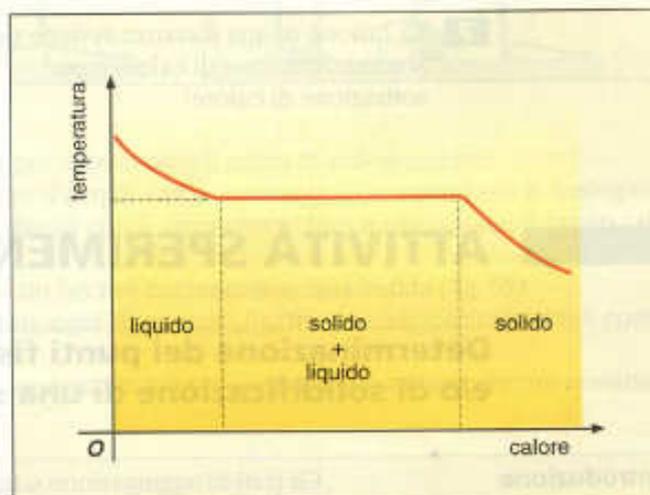
Esempi di tali sostanze sono il vetro, la paraffina, il catrame ecc., per le quali non è possibile definire un punto preciso di inizio della fusione e, di conseguenza, neppure la corrispondente temperatura di fusione.

Infatti, se somministriamo a una sostanza amorfa calore in continuità, si ha un conti-

2. Sotto a sinistra. Al passaggio del filo il ghiaccio fonde per poi immediatamente solidificare. Infatti, in corrispondenza della linea d'appoggio del filo, l'aumento della pressione fa abbassare la temperatura di fusione del ghiaccio. Quest'ultimo, pertanto, fonde. Ma l'acqua originatasi dalla fusione, trovandosi a una temperatura inferiore a 0°C ed essendo di nuovo soggetta alla sola pressione atmosferica, ritorna allo stato solido.



3. Sopra a destra. La solidificazione è il passaggio inverso della fusione e avviene secondo le stesse modalità di quest'ultima.



nuo aumento della sua temperatura in concomitanza con un altrettanto continuo rammollimento (*fusione pastosa*), attraverso il quale la sostanza diventa liquida.

Come abbiamo prima accennato, lo stato di aggregazione di un corpo dipende non solo dalla temperatura cui viene portato, ma anche dalla pressione cui viene sottoposto. Sappiamo che 0°C è la temperatura di fusione (oppure di solidificazione) dell'acqua alla pressione normale (quella atmosferica). Ma variando la pressione, varia anche la temperatura di fusione.

In generale, un aumento della pressione determina un innalzamento del valore della temperatura di fusione e viceversa.

Fa eccezione a tale regola l'acqua. L'acqua, sottoposta a una pressione superiore a quella atmosferica, fonde a temperature al di sotto di 0°C .

Una conseguenza di tale fenomeno è, per esempio, lo scorrimento dei ghiacciai (fig. 4). Gli strati inferiori dei ghiacciai, sottoposti alla pressione esercitata dagli strati sovrastanti, fondono. Di conseguenza si forma un cuscinetto fluido, lungo il quale scivolano gli strati superiori.

Un classico esperimento, che dimostra la validità di quanto abbiamo detto, è illustrato nella fig. 2.

La solidificazione, che è il passaggio di stato inverso rispetto alla fusione, avviene, naturalmente, secondo le stesse modalità di quest'ultima.

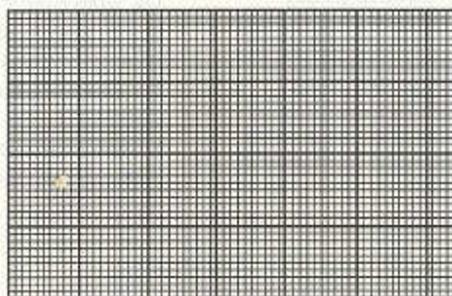
La solidificazione si determina per sottrazione di calore. Di conseguenza, nella rappresentazione della fig. 3 le quantità di calore Q crescenti riportate sull'asse delle ascisse devono essere intese come progressive sottrazioni di calore.

4. La fusione, in seguito alla pressione degli strati sovrastanti, del ghiaccio posto in profondità, provoca lo scivolamento a valle del ghiacciaio.



TEST

- 1 Quali sono i cambiamenti di stato che un corpo può subire?
- 2 Definisci la fusione.
- 3 Somministrando calore a un corpo la sua temperatura aumenta. Ciò è sempre vero o no?
- 4 Definisci il calore latente di fusione.
- 5 In che cosa si caratterizzano le sostanze dette amorfe?
- 6 Da che cosa dipende lo stato di aggregazione in cui si trova un corpo oltre che dalla temperatura?
- 7 La fusione di una sostanza avviene per somministrazione di calore o per sottrazione di calore?
- 8 Definisci la solidificazione.
- 9 La solidificazione di una sostanza avviene per somministrazione o per sottrazione di calore?
- 10 Che cos'è la temperatura di fusione?
- 11 Disegna la curva rappresentativa del processo di fusione.



ATTIVITÀ SPERIMENTALI

Determinazione dei punti fissi di fusione e/o di solidificazione di una sostanza pura

Introduzione

Gli stati di aggregazione o fasi della materia dipendono dall'energia cinetica delle particelle; perciò la temperatura influisce sui passaggi di stato. In questo esperimento esamineremo per la stessa sostanza due passaggi di stato, dovuti a cambiamenti di temperatura. La temperatura alla quale un solido passa allo stato liquido si dice *punto di fusione*. La temperatura alla quale un liquido passa allo stato solido è detta *punto di solidificazione*. Punto di fusione e punto di solidificazione coincidono in una sostanza pura e sono detti *punti fissi*.

Scopo dell'esperienza: determinazione dei punti fissi di fusione e/o di solidificazione di una sostanza pura.

Prerequisiti: sapere che, al variare della temperatura durante i passaggi di stato, le particelle della materia acquistano o perdono energia.

Materiali occorrenti: provettone di vetro robusto, termometro, becher da 400 ml, sostegno e pinze per provettone, bunsen con treppiede a reticella, orologio contasecondi, carta millimetrata, paradichlorobenzene o tiosolfato sodico (sostanza).

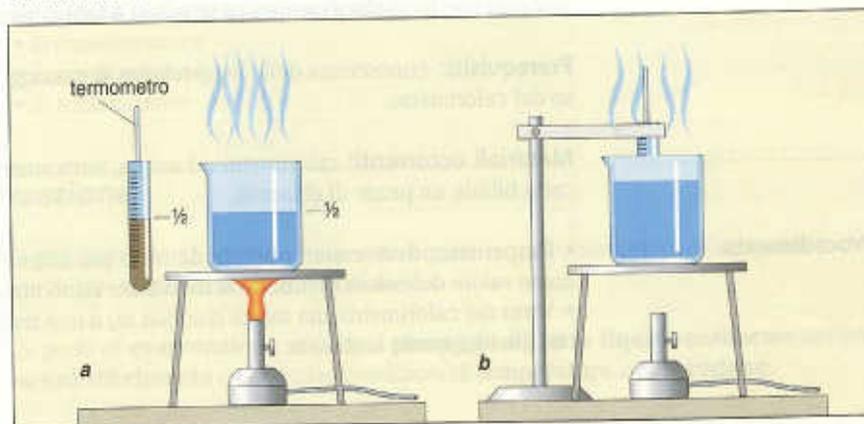
Procedimento

Prima parte

- Riempi il provettone a metà con la sostanza scelta.
- Introduci nel provettone il termometro, in modo che il bulbo di questo sia coperto dalla sostanza, ma non tocchi né le pareti, né il fondo della provetta.

- Fai bollire a parte il becher pieno a metà d'acqua (fig. 5a).
- Spegni il gas.
- Introduci il provettone, con sostanza e termometro, nell'acqua calda del becher e fissalo al sostegno con l'apposita pinza.
- Quando la sostanza inizia a fondere, prendi nota della temperatura ogni 30 secondi.
- Mescola lentamente con il termometro finché la fusione non è completa (fig. 5b).
- Nota la costanza della temperatura nel tempo e registra questa temperatura costante come *punto di fusione*.

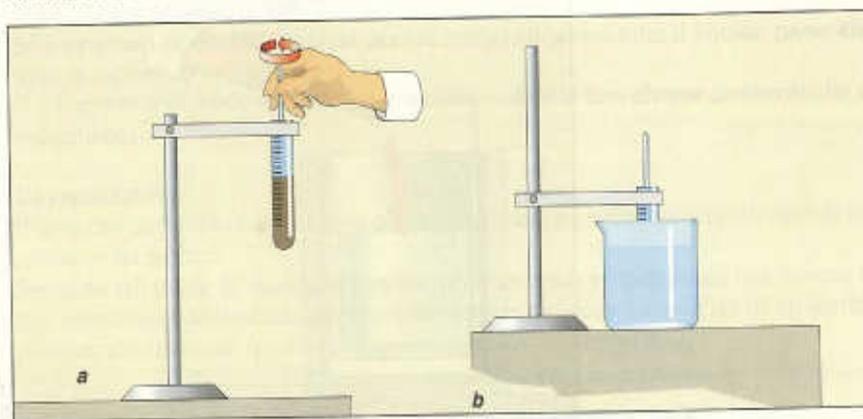
Fig. 5



Seconda parte

- Utilizza ora la sostanza fusa per determinare il *punto di solidificazione*.
- Togli il provettone dal bagno d'acqua calda e, tenendolo sempre fisso al sostegno, mescola delicatamente la sostanza con il termometro fino a che appare il primo cristallo (fig. 6a).
- Immergi ora il provettone in un becher contenente acqua fredda (fig. 6b).
- Prendi nota della temperatura ogni 30 secondi, finché la solidificazione non è completa.
- Nota la costanza della temperatura nel tempo e registra questa temperatura costante come *punto di solidificazione*.

Fig. 6



Calcolo del calore di fusione del ghiaccio

Introduzione

Durante la fusione di una sostanza solida a struttura cristallina la temperatura (detta *temperatura di fusione*) rimane costante e il calore somministrato serve ad alimentare il processo di fusione, cioè a rompere i legami molecolari e non ad aumentare la temperatura. Il calore necessario per fondere 1 kg della sostanza di cui un corpo è compo-

sto è definito calore latente di fusione. Per calcolare il *calore latente* Q_U di fusione di una sostanza occorre fondere in un calorimetro quella sostanza di massa nota m , calcolare il calore Q fornito e quindi:

$$Q_U = \frac{Q}{m}$$

Scopo dell'esperienza: determinazione del calore latente di fusione del ghiaccio, sostanza che fonde facilmente e della quale è facile determinare la massa.

Prerequisiti: conoscenza delle leggi relative ai passaggi di stato e padronanza nell'uso del calorimetro.

Materiali occorrenti: calorimetro ad acqua, termometro, un paio di pinze di legno, carta bibula, un pezzo di ghiaccio.

Procedimento

- L'esperienza deve essere ripetuta da tre o più allievi: in conclusione, si assumerà come valore del calore di fusione la media dei valori trovati dai singoli allievi.
- Versa nel calorimetro una massa d'acqua m_a a una temperatura t_a superiore di qualche grado a quella ambiente:

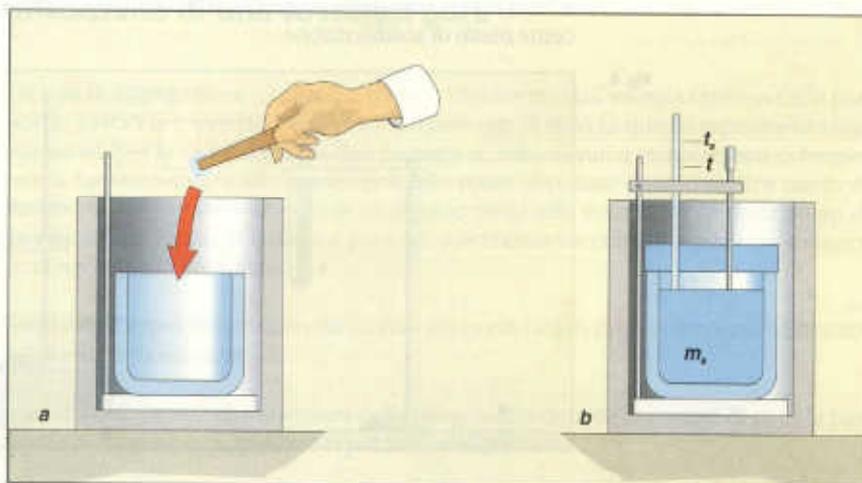
$$m_a = \dots$$

$$t_a = \dots$$

- Preleva con le pinze un pezzo di ghiaccio che abbia una massa pari a 6-7 centesimi di quella dell'acqua, asciugalo con la carta bibula, immergilo nel calorimetro e aspetta che si sciogla (fig. 7a).
- Misura la nuova temperatura t dell'acqua del calorimetro (fig. 7b):

$$t = \dots$$

Fig. 7



- Ora puoi calcolare il calore di fusione Q del ghiaccio con la formula:

$$Q_U = \frac{[m_a \cdot (t_a - t) - m \cdot t]}{m}$$

Domande

In conclusione, qual è il calore latente di fusione del ghiaccio risultante dalla media di tutte le rilevazioni effettuate?