

Esperienza di Laboratorio - Termologia

IL CALORE SPECIFICO DI UN SOLIDO

Misura il calore specifico di un oggetto solido e individua il materiale di cui è costituito.

LA FISICA DELL'ESPERIMENTO

- Il calore specifico di una sostanza è numericamente uguale alla quantità di energia necessaria per aumentare di 1 K la temperatura di 1 kg di quella sostanza. Nel SI di unità di misura si esprime in J/(kg·K).
- Se scaldiamo a temperatura T_2 un solido di massa m_2 e calore specifico c sconosciuto e poi lo immergiamo nell'acqua di massa m_1 di un calorimetro ben isolato a temperatura T_1 , il corpo cederà energia all'acqua e al calorimetro fino a quando il sistema non raggiunge uno stato di equilibrio alla temperatura T_e .
- L'energia $\Delta E_2 = cm_2(T_2 - T_e)$ ceduta dall'oggetto è uguale a quella $\Delta E_1 = (m_1 c_{acqua} + C_{cal})(T_e - T_1)$ assorbita dal sistema acqua-calorimetro (la capacità termica C_{cal} del calorimetro è spesso trascurabile).
- Dall'uguaglianza delle due espressioni dell'energia, si può ricavare la formula per calcolare il calore specifico c dell'oggetto solido dopo aver misurato sperimentalmente le altre grandezze in gioco (masse e temperature), cioè $c = (m_1 c_{acqua} + C_{cal})(T_e - T_1) / [m_2(T_2 - T_e)]$.
- La conoscenza del calore specifico permette di identificare la sostanza di cui l'oggetto solido è costituito, per confronto con i valori standard dei calori specifici di diverse sostanze.

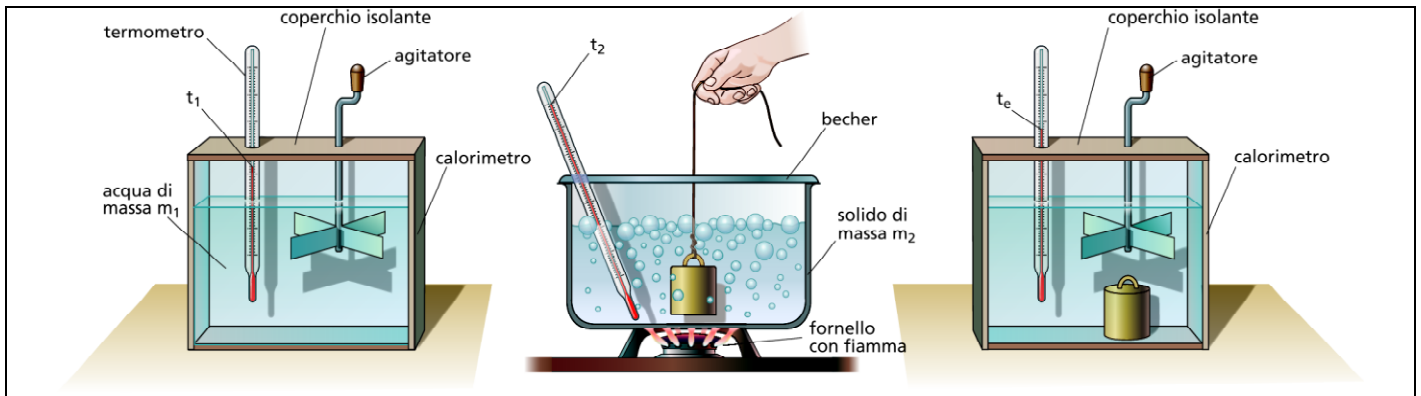
PER FARE L'ESPERIENZA

STRUMENTI E MATERIALE

Calorimetro, riscaldatore, filo, becher, acqua, bilancia, termometri, oggetti solidi metallici.

Strumento	Sensibilità	Portata
Bilancia 1 g kg
Termometro 1 °C °C
Termometro 2 °C °C

- Predisponi un calorimetro, un becher con acqua, un riscaldatore per riscaldare l'acqua, e vari oggetti metallici solidi di cui determinare il calore specifico
- Presta la massima attenzione nello svolgimento di alcune operazioni descritte nel seguito poiché l'acqua nel becher viene portata all'ebollizione.



PROCEDIMENTO

- Misura con la bilancia la massa m_1 di una quantità di acqua da utilizzare nel calorimetro.
- Versa l'acqua nel calorimetro; quando la temperatura dell'acqua e del calorimetro si sono stabilizzate, misura la temperatura T_1 col termometro 1.
- Misura con la bilancia la massa m_2 del solido metallico di calore specifico incognito.
- Lega l'oggetto a un filo, immergilo in un becher contenente acqua e scaldalo finché l'acqua non raggiunge l'ebollizione.
- Misura la temperatura T_2 dell'acqua del becher col termometro 2, estrai l'oggetto legato al filo, lascialo per un breve istante immerso nel vapore, in modo che si asciughi senza raffreddarsi, e immergilo subito nell'acqua del calorimetro. Richiudi con il coperchio e mescola lentamente per mezzo dell'agitatore.
- Dopo qualche minuto misura la temperatura di equilibrio T_e col termometro 1.
- Ripeti le stesse operazioni con altri oggetti.

DATI RACCOLTI

Ora registra i dati nella tabella:

- Colonna 1: contiene il riferimento al campione solido analizzato.
- Colonna 2: contiene il valore della massa m_1 dell'acqua usata nel calorimetro.
- Colonna 3: contiene il valore della massa m_2 del solido metallico di calore specifico incognito.
- Colonna 4: contiene il valore della temperatura T_1 , misurata col termometro 1, dell'acqua nel calorimetro.
- Colonna 5: contiene il valore della temperatura T_2 , misurata col termometro 2, dell'acqua nel becher.
- Colonna 6: contiene il valore della temperatura di equilibrio T_e , misurata col termometro 1, dell'acqua del calorimetro.

L'incertezza sulle misure riportate nelle colonne 2, 3, 4, 5, 6 è data dalla sensibilità degli strumenti utilizzati.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Oggetto	m_1 (kg)	m_2 (kg)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T_e (°C)	c (J/kg · °C)	$\Delta c/c$	$c \pm \Delta c$ (J/kg · °C)
1								
2								
...								

ELABORAZIONE DEI DATI

- Completa la tabella precedente con l'elaborazione dei dati raccolti:

- Colonna 7: calcola il calore specifico c : $c = (m_1 c_{acqua} + C_{cal})(T_e - T_1) / [m_2(T_2 - T_e)]$. Generalmente la capacità termica del calorimetro può essere trascurata, e per il calore specifico dell'acqua c_{acqua} puoi usare il valore 4186 J/(kg·K).
- Colonna 8: calcola l'incertezza relativa $\Delta c/c$ del risultato. Per semplificare il calcolo non considerare la capacità termica del calorimetro e ritieni noto con alta precisione il calore specifico dell'acqua; inoltre l'incertezza sulla misura delle masse risulta trascurabile di fronte a quella delle altre grandezze che compaiono nell'espressione. Con queste considerazioni la formula per calcolare l'incertezza relativa diventa:

$$\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta(T_e - T_1)}{T_e - T_1} + \frac{\Delta(T_2 - T_e)}{T_2 - T_e} = \frac{\Delta T_e + \Delta T_1}{T_e - T_1} + \frac{\Delta T_2 + \Delta T_e}{T_2 - T_e}$$

- Colonna 9: calcola l'incertezza Δc e trascrivi il risultato del calore specifico e della sua incertezza.

CONCLUSIONI

1. Confronta i risultati ottenuti con i dati nella tabella dei calori specifici sul libro di testo: di quali materiali sono costituiti i campioni usati?
2. Se hai identificato di quali metalli si tratta, qual è la differenza percentuale tra i valori del calore specifico da te trovati e quelli standard riportati nel libro di testo?
3. Quali misure, tra quelle effettuate in questo esperimento, influiscono maggiormente nell'incertezza del risultato finale?
4. *Che cosa succederebbe se svolgessi l'esperimento usando nel calorimetro un liquido diverso dall'acqua?*

TEST

1. Durante l'esperimento, un compagno è un po' lento nel portare il campione solido dal becher di acqua bollente al calorimetro; di conseguenza:

- a) la temperatura t_e sarà più alta.
- b) il valore di t_2 nella formula per calcolare c non è quello misurato nell'acqua del becher.
- c) è opportuno rinunciare a rimescolare l'acqua nel calorimetro.
- d) non ci sono cambiamenti significativi nel risultato finale.

2. Sono state misurate le temperature nel calorimetro con un termometro di sensibilità $0,2\text{ }^\circ\text{C}$. L'incertezza nel risultato del calcolo di $(t_e - t_1)$ è:

- a) $0,4\text{ }^\circ\text{C}$
- b) $0,2\text{ }^\circ\text{C}$
- c) $0,0\text{ }^\circ\text{C}$
- d) impossibile da determinare senza conoscere i valori di t_e e di t_1 .

3) In un esperimento, il calore specifico di un determinato campione è risultato $c = (383 \pm 3)\text{ J/kg}\cdot\text{K}$. Confrontandolo con i dati della tabella nel libro, si può concludere che la sostanza del campione poteva essere:

- a) ottone, o bronzo, o zinco, o rame.
- b) ottone, o bronzo, o zinco.
- c) solo rame, o zinco.
- d) solo ottone, o bronzo.

4) Per ridurre l'incertezza nel risultato finale, è preferibile che la differenza tra la temperatura iniziale t_1 dell'acqua e quella finale t_e di equilibrio sia la più grande possibile. Questo si può ottenere:

- a) scaldando l'acqua del becher a una temperatura t_2 minore di quella di ebollizione.
- b) riscaldando l'acqua del calorimetro a una temperatura t_1 maggiore di quella ambientale.
- c) scegliendo il corpo di massa m_2 grande e la quantità di acqua m_1 piccola.
- d) scegliendo il corpo di massa m_2 piccola e la quantità di acqua m_1 grande.