

# Laboratorio di Fisica 1

## R6: Misura dei calori specifici di materiali ignoti

Gruppo 17: Bergamaschi Riccardo, Graiani Elia, Moglia Simone

6/12/2023 – 13/12/2023

### Sommario

Il gruppo di lavoro ha misurato il calore specifico di tre solidi distinti per risalirne alla natura; inoltre ha determinato l'adiabaticità del calorimetro.

## 0 Materiali e strumenti di misura utilizzati

Strumento di misura	Soglia	Portata	Sensibilità
Termometro digitale	0.2 °C	N./A.	0.2 °C
Barometro	1 hPa?	14 000 hPa	1 hPa
Cilindro graduato	1 mL	100 mL	1 mL
Bilancia di precisione	0.50 g	4100.00 g	0.01 g
Altro	Descrizione/Note		
Calorimetro	Isolato termicamente, quasi adiabatico.		
Fornelletto e pentolino	Per scaldare acqua e campioni.		
Tre campioni solidi	Li chiameremo $A$ , $B$ e $C$ .		

## 1 Misurazione della massa equivalente

### 1.1 Esperienza e procedimento di misura

1. Versiamo in un cilindro graduato 100 mL di acqua distillata ( $c = 4186 \text{ J/kg K}$ ) e, dopo averne misurato la massa con la bilancia di precisione, la scaldiamo in un pentolino.
2. Ripetiamo il passaggio precedente, ma, invece di scaldarla, questa volta versiamo l'acqua a temperatura ambiente nel calorimetro.

**Osservazione.** È meglio che le masse d'acqua si equivalgano, e che la loro somma sia uguale a quella che utilizzeremo nella seconda parte dell'esperimento, in modo che il calorimetro si bagni allo stesso modo.

3. Quando l'acqua raggiunge lo stato di ebollizione, che corrisponde a  $100^\circ\text{C}$ , salvo correzioni dovute alla pressione diversa da 1 atm, la versiamo nel calorimetro e mescoliamo lentamente per evitare che l'acqua calda resti in alto. Il termometro digitale ci darà il valore della temperatura in funzione del tempo.

## 1.2 Analisi dei dati raccolti e conclusioni

Per le leggi della termodinamica noi sappiamo che:

$$m_{\text{calda}}c_{\text{acqua}}(T_{\text{calda}} - T_{\text{eq}}) = (m_{\text{fredda}}c_{\text{acqua}} + C_{\text{calorimetro}})(T_{\text{eq}} - T_{\text{fredda}})$$

Invece che misurare  $C_{\text{calorimetro}}$  in J/K, possiamo considerare a quanta acqua equivale il calorimetro dal punto di vista termico, ovvero la quantità di acqua che assorbirebbe lo stesso calore del calorimetro. Quindi:

$$m_{\text{calda}}(T_{\text{calda}} - T_{\text{eq}}) = (m_{\text{fredda}} + m_{\text{equiv}})(T_{\text{eq}} - T_{\text{fredda}})$$

**Osservazione.** La massa equivalente ( $m_{\text{equiv}}$ ) ci dà anche un'idea di quanto il calorimetro disturbi la misura.

Eseguendo una regressione lineare sui dati raccolti dal termometro digitale, rappresentati nel seguente grafico, abbiamo trovato che  $T_{\text{eq}} = 55.0^\circ\text{C}$ . Dunque:

$$m_{\text{equiv}} = \frac{m_{\text{calda}}(T_{\text{calda}} - T_{\text{eq}})}{(T_{\text{eq}} - T_{\text{fredda}})} - m_{\text{fredda}}$$

ovvero  $m_{\text{equiv}} = (24.61116505 \pm 3) \text{ g}$ ?. Ora che abbiamo ottenuto questo valore, possiamo calcolare i calori specifici dei metalli di cui sono composti i campioni.

## 2 Misurazione del calore specifico dei materiali ignoti

### 2.1 Esperienza e procedimento di misura

1. Versiamo nel pentolino una quantità d'acqua tale da permettere l'immersione completa dei campioni in essa e la scaldiamo. Per fare ciò più velocemente e assicurarci di essere in stato di ebollizione, regoliamo la temperatura della piastra a  $T > 100^\circ\text{C}$ .
2. Misuriamo 200 mL di acqua, distillata ed a temperatura ambiente, e la versiamo nel calorimetro.
3. Per ogni solido ( $A$ ,  $B$  e  $C$ ):
  - (a) Ne misuriamo la massa con la bilancia di precisione.
  - (b) Una volta che l'acqua nel pentolino si trova in corrispondenza della transizione di fase, lo immergiamo in essa in modo che raggiunga la  $T$  del sistema.

- (c) Quando anch'esso raggiunge la temperatura di 100 °C, lo spostiamo nel calorimetro e mescoliamo nuovamente. Come prima, sarà il termometro digitale a darci il valore di  $T$  in funzione del tempo.

## 2.2 Analisi dei dati raccolti e conclusioni

Grazie alle leggi della termodinamica sappiamo che:

$$m_{\text{met}}c_{\text{met}}(T_{\text{met}} - T_{\text{eq}}) = (c_{\text{acqua}}m_{\text{acqua}} + C_{\text{calorimetro}})(T_{\text{eq}} - T_{\text{acqua}})$$

Conoscendo il valore di  $m_{\text{equiv}}$ , possiamo scrivere:

$$m_{\text{met}}c_{\text{met}}(T_{\text{met}} - T_{\text{eq}}) = (m_{\text{acqua}} + m_{\text{equiv}})c_{\text{acqua}}(T_{\text{eq}} - T_{\text{acqua}})$$

Eseguendo una regressione lineare sui dati raccolti dal termometro digitale, rappresentati nel seguente grafico, abbiamo trovato calcolato il valore di  $T_{\text{eq}}$  per ogni solido. Dunque:

$$c_{\text{met}} = \frac{(m_{\text{acqua}} + m_{\text{equiv}})c_{\text{acqua}}(T_{\text{eq}} - T_{\text{acqua}})}{m_{\text{met}}(T_{\text{met}} - T_{\text{eq}})}$$

Nella seguente tabella riportiamo i valori ottenuti per ogni solido con le relative incertezze, che abbiamo calcolato con la propagazione standard degli errori in quanto piccole, sistematiche e indipendenti.

<i>Campione</i>	$m$ (g)	$T_{\text{eq}}$ (°C)	$c$ (J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> )
<i>A</i>	12.43 ± 0.01	25.2 ± 0.2	500.9617709 ± 0
<i>B</i>	28.73 ± 0.01	25.9 ± 0.2	345.7664279 ± 0
<i>C</i>	44.86 ± 0.01	26.0 ± 0.2	110.4618573 ± 0

## 3 Misurazione del tempo caratteristico (del calorimetro?)

### 3.1 Esperienza e procedimento di misura

1. Misuriamo 200 mL di acqua distillata e la scaldiamo con nel pentolino.
2. Nel calorimetro, in partenza vuoto, versiamo l'acqua e la lasciamo raffreddare per circa un'ora registrandone la temperatura.

### 3.2 Analisi dei dati raccolti e conclusioni

L'ultima cosa che analizzeremo è la discesa esponenziale della temperatura dell'acqua dentro al calorimetro. La legge che segue questa discesa è:

$$(T - T_{\text{amb.}}) = (T_0 - T_{\text{amb.}})e^{-t/\tau}$$

Ne calcoleremo, in particolare, il tempo caratteristico, ovvero la quantità di tempo  $\tau$  che impiega l'acqua all'interno del calorimetro ad abbassare la sua temperatura di  $(T_0 - T_{\text{amb}})$  volte.

**Notazione.** *Indicheremo con  $T_0$  la temperatura dell'acqua scaldata.*

**Osservazione.** *Il parametro  $\tau$  descrive quanto bene il calorimetro trattienga il calore (quindi sia adiabatico).*

L'equazione della regressione lineare che abbiamo utilizzato è:

$$\ln(T - T_{\text{amb.}}) = \ln(T_0 - T_{\text{amb.}}) - \frac{1}{\tau}t$$