

LABORATORIO DI FISICA

Studi calorimetrici

Sezione 1: misura della capacità termica di un calorimetro (bilancia, dewar, termometro, contenitore graduato, cronometro, resistenza elettrica, alimentatore)

- Pesare il dewar vuoto, riempirlo con $220 \div 280 \text{ cm}^3$ di acqua, ripesarlo e annotare la massa dell'acqua ottenuta come differenza delle due pesate.
- Chiudere il tappo facendo attenzione a che la resistenza sia completamente ricoperta dall'acqua.
- Inserire il termometro facendo in modo che non tocchi la resistenza.
- Agitare l'acqua nel dewar facendo attenzione a NON ROMPERE¹ IL TERMOMETRO. Misurare la temperatura.
- Accendere per 50 secondi l'alimentatore, annotare la tensione V (circa 25 V) e la corrente I , spegnere l'alimentatore. Agitare, facendo ancora attenzione a non rompere il termometro, l'acqua nel dewar. Misurare la temperatura.
- Accendere per altri 50 secondi l'alimentatore, annotare nuovamente la tensione V e la corrente I , spegnere l'alimentatore ...continuare i cicli di riscaldamento, omogeneizzazione della temperatura e sua misura fino ad ottenere una decina di punti da graficare
- Graficare i dati: temperatura T vs t (tempo integrato di riscaldamento).

Interpretare i dati e dedurre il valore della capacità termica del calorimetro C_C (dewar, resistenza e termometro) [$Q = V I t$ $Q = (c_{H_2O} m + C_C) \Delta T$ $c_{H_2O} = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C} = 4,18 \text{ kJ/(kg K)}$]

Sezione 2: misura del calore specifico di un solido (termometro, dewar, bilancia, pezzo metallico)

- Misurare la temperatura del contenitore dell'acqua fredda che ricopre il pezzo metallico.
- Misurare la temperatura dell'acqua calda nel dewar.
- Inserire il pezzo metallico nel dewar facendo attenzione a limitare le perdite di calore.
- Agitare a lungo e misurare la temperatura finale.

Misurare il calore specifico del metallo a partire dalla diminuzione di temperatura, dalla massa del pezzo e dalla misura della capacità termica C_C del calorimetro. Il metallo è alluminio?

Sezione 3: misura della costante di tempo del termometro (termometro, dewar)

- Spostare il termometro dal contenitore con l'acqua fredda nel dewar con l'acqua calda e cronometrare il tempo Δt necessario affinché l'indicazione passi da un valore T_B (fate partire il cronometro) a T_A (arrestate il cronometro). Annotare il tempo e le TRE temperature: T_A , T_B e T_2 (temperatura dell'acqua calda all'equilibrio ... occorre aspettare almeno un minuto perché la temperatura non cresca più). Calcolare il valore della costante di tempo mediante la relazione

$$\tau = \frac{\Delta t}{\ln\left(\frac{T_B - T_2}{T_A - T_2}\right)} \quad \text{ottenuta da } T(t) = T_2 + (T_1 - T_2)e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{dove } \tau \text{ è la costante di tempo del termometro}$$

- A causa degli errori di misura conviene ripetere più volte l'intera operazione ricalcolando ogni volta τ (senza incertezze) fino ad ottenere una serie di 10 misure: la migliore stima di τ sarà ... commentatene l'entità e l'effetto sulle misure precedenti

Sezione 4: misura della costante di tempo del calorimetro (termometro, cronometro, dewar)

- Misurate ogni 10 minuti² la temperatura all'interno e all'esterno del calorimetro.
- Riportate su un grafico le misure della temperatura interna in funzione del tempo. Troverete un andamento lineare che approssima il tratto iniziale di un esponenziale fra la temperatura iniziale T_0 e T_A . Ricavare dalla pendenza³ il valore della costante di tempo del calorimetro. Commentatene l'entità, il significato e l'effetto sulle misure precedenti

¹ Se dovesse rompersi potreste farvi male: agitate lentamente con un movimento circolare

² Fino alla fine della seduta di laboratorio ma fino a un massimo di 10 punti

³ Se $\tau \ll \tau$ allora $T(t) = T_A + (T_0 - T_A)e^{-\frac{t}{\tau}}$ è approssimabile con la retta: $T(t) = T_0 - \frac{T_0 - T_A}{\tau} t$

Sezione 1: taratura di un termometro (termometro, sensore di temperatura)

Introdurre il termometro a mercurio e la sonda termometrica nel dewar con l'acqua calda.

Acquisire la temperatura in funzione del tempo.

Quando la temperatura si è stabilizzata (agitare di tanto in tanto) registrare le indicazioni dei due termometri.

Aggiungere 40-60 cm³ di acqua fredda nel dewar e ripetere le misure precedenti.

Continuare ad aggiungere acqua fredda fino ad ottenere 8-10 misure di intercalibrazione.

Elaborate i dati per **certificare la bontà della misura della sonda termometrica** ipotizzando accurata la misura del termometro a mercurio (riportare nella relazione il numero del termometro).

Sezione 2: misura dell'adiabaticità di un dewar (bilancia, termometro, sensore di temperatura)

Misurare la massa del dewar (col coperchio) e del bicchiere graduato vuoti.

Inserire nel dewar 300-350 cm³ di acqua calda e tappare; inserire nel bicchiere graduato 300-350 cm³ di acqua fredda.

Misurare per differenza con la bilancia le quantità d'acqua (assumere la densità dell'acqua pari a 1000 kg/m³).

Far partire l'acquisizione della temperatura in funzione del tempo e introdurre la sonda nel dewar.

Contemporaneamente:

1) misurare ogni minuto col termometro a mercurio la temperatura dell'acqua fredda

2) agitare di tanto in tanto il dewar

Quando la temperatura si è stabilizzata (andamento monotono nel grafico T vs t), aprire il tappo, introdurre rapidamente l'acqua fredda, richiudere e continuare ad acquisire la temperatura per circa 10 minuti.

Riportare in una tabella le temperature della sonda (ogni 20 secondi) e del termometro a mercurio (ogni 60 secondi).

Graficare le temperature in funzione del tempo.

Interpretare i dati e dedurre la quantità di calore ceduta dal calorimetro all'esterno a causa del non perfetto isolamento termico.

Sezione 3: legge di Boyle (siringa, sensori di pressione e temperatura)

Aprire la siringa al massimo volume (la misura di V va effettuata al decimo di divisione).

Collegare il tubo che porta al sensore.

Acquisire la temperatura T e la pressione P in funzione del tempo.

Ogni 10 secondi circa ridurre il volume di 2 cm³ facendo attenzione a registrare i valori approssimativi di pressione in funzione del volume.

A fine acquisizione dedurre dai dati raccolti i valori corretti della pressione P.

Stimare le incertezze delle misure effettuate (potrebbero non essere legate alla sensibilità degli strumenti).

Graficare P vs V.

Ipotizzando una isoterma ideale si potrebbe dedurre il volume V_T di aria nel tubo:

$P(V+V_T) = n R T$. **Misurare V_T e n dallo studio di PV vs P.** (facoltativo: quanto dovrebbe valere n? Ipotizzate che l'aria sia un gas perfetto – nelle condizioni di pressione e temperatura di questa esperienza è un'ottima approssimazione)