

DETERMINAZIONE DEL CALORE SPECIFICO DI SOLIDI CON IL CALORIMETRO DI CALLENDER

SCOPO: ricavare il calore specifico di rame e alluminio a partire da due calorimetri di questo materiale e dalla quantità di calore che essi scambiano con l'ambiente.

MATERIALE UTILIZZATO:

- calorimetro di Callender, uno in alluminio di massa 300g e uno in rame di massa 400g. Essi presentano una piccola conca dove è possibile inserire il termometro per misurare la temperatura;
- supporto con manovella, a cui va fissato il calorimetro;
- treppiede;
- dinamometro, con sensibilità 0,1N;
- cavo di nylon, avvolto intorno al calorimetro e collegato da una parte con il dinamometro e dall'altra con una massa di 5Kg;
- termometro a mercurio, sensibilità 0,1°C;
- acqua.

PREMESSA TEORICA:

- La *massa* è la quantità di materia presente in un corpo; si misura in Kg.
- La *dinamica* è una branca della meccanica che studia il moto dei corpi in relazione alle cause che lo determinano.
- La *forza* nella dinamica è una grandezza vettoriale che provoca un cambiamento nello stato di quiete o moto di un corpo. La *forza peso* è la forza che il campo gravitazionale esercita su una determinata massa, rivolta verso il centro della Terra. Essa è percepita da qualunque oggetto si trovi sulla superficie terrestre. Detta g l'accelerazione gravitazionale:

$$F = m g$$

La *forza d'attrito* è una forza passiva generata dal contatto di due superfici diverse e che si oppone al loro moto.

- Il *lavoro* è il prodotto scalare tra la forza applicata ad un oggetto e lo spostamento causato da tale forza. Essendo un prodotto scalare la sua formula è:

$$L = F \Delta S \cos(\alpha)$$

in cui α è l'angolo compreso tra il vettore forza ed il vettore spostamento. Si misura in Joule.

- La *termologia* è il settore della fisica che si interessa e studia i fenomeni termici, ovvero quei fenomeni in cui hanno una grande importanza la temperatura e il calore.

- La *temperatura* è un indice del grado di agitazione termica degli atomi o delle molecole che costituiscono un corpo.
- Il *termometro* è uno strumento utilizzato per misurare la temperatura dei corpi, ovvero l'energia cinetica delle molecole, che corrisponde alla velocità media delle molecole di un corpo. Esistono diversi tipi di termometro e di scale termometriche.
- La *scala Celsius*, o scala centigrada, in cui i due punti fondamentali corrispondono alla temperatura di fusione ed ebollizione dell'acqua. Tra questi due punti (0°C e 100°C) ci sono 100 intervalli, ognuno dei quali corrisponde ad un grado.
- Anche la *scala Kelvin*, messa a punto dall'inglese William Thompson o Lord Kelvin e detta scala assoluta, ha la stessa unità di misura della scala Celsius, che però è rappresentata dal Kelvin. Dunque 1K=1°C. La differenza tra le due scale è che nella seconda lo zero rappresenta la temperatura sotto la quale è impossibile scendere: tale valore è detto zero assoluto e corrisponde a -273,15°C.
- La *termodinamica* è quella branca della fisica che studia e descrive le trasformazioni fisiche dovute a processi che coinvolgono la variazione di massa, energia, che si può scambiare sotto forma di calore (Q) o lavoro (W). Letteralmente infatti significa "dinamica del calore".
- Per *sistema termodinamico* s'intende una porzione di materia idealmente isolata da tutto il resto dell'universo, considerato come ambiente esterno e limitato dunque da una frontiera. Esso può comportarsi in vari modi: è aperto se scambia materia ed energia con l'esterno, chiuso se scambia solo energia e isolato se invece non scambia nulla.
- Il *calore* è la grandezza fisica che misura la quantità di energia che può essere aggiunta o sottratta ad un sistema termodinamico, la quale può provocare la variazione dello stato termico, oppure un cambiamento di stato. Si misura in Joule e Calorie ed è una grandezza con segno, ossia si assume positiva se l'energia viene comunicata al sistema e negativa se quest'ultima viene sottratta al sistema stesso. La quantità di calore di un corpo è direttamente proporzionale alla sua massa e alla variazione della temperatura. Questo è riassunto nella seguente legge, di fondamentale importanza nella termologia:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

dove c è il calore specifico, quindi la costante, m la massa espressa in kg e ΔT la variazione di temperatura.

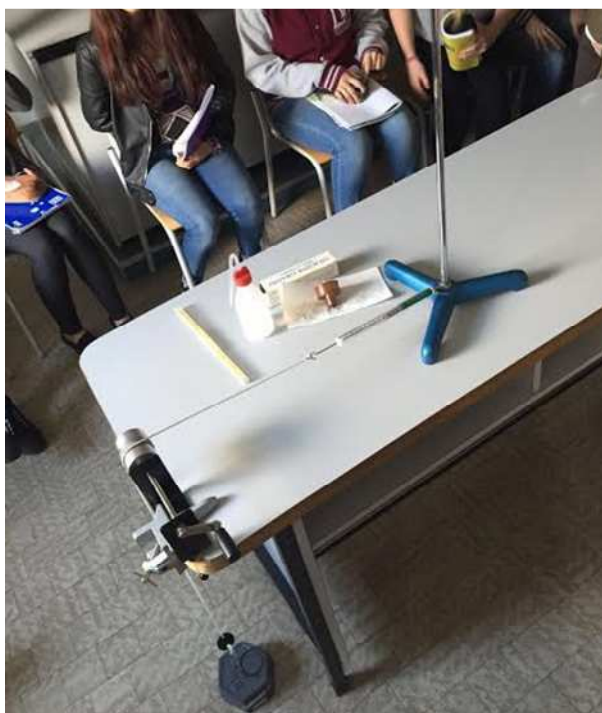
- Il *calore specifico* di una sostanza è l'energia necessaria per aumentare di 1°C la temperatura di 1 Kg di tale sostanza; si misura in J/(Kg*°C).
- Per verificare se l'esperienza ha avuto un esito positivo useremo la formula dello *scarto percentuale*, ossia

$$\frac{X_{max} - X_{min}}{X_{min}}$$

dove X_{max} e X_{min} rappresentano i due valori di calori specifici, uno reale e l'altro trovato sperimentalmente. Esso dovrà essere minore del 25%.

I principali motivi di errore dell'esperienza sono il fatto di ipotizzare che tutto il lavoro si trasformi in *calore*, la *velocità variabile* con cui gli sperimentatori girano la manovella, che invece dovrebbe essere costante, e infine gli *errori di parallasse* che si verificano durante la misurazione di alcune grandezze: essa è dovuta alla disattenzione degli sperimentatori.

MONTAGGIO DELL'ESPERIENZA:



Costruire un sistema come quello mostrato in figura, in modo che il dinamometro sia collegato da un'estremità al treppiede e dall'altra al filo in nylon. Esso dovrà a sua volta essere avvolto intorno al calorimetro (di rame o alluminio), mentre la massa dovrà essere posta sulla sua seconda estremità. Il calorimetro deve essere fissato ad un supporto con manovella attaccato al piano e in modo che esso ruoti senza spostare il filo di nylon (ciò è possibile grazie al grasso al silicone applicato sulla superficie del calorimetro). Nel calorimetro deve essere inserito il termometro e una goccia d'acqua, in modo che tra le due superfici si crei una perfetta aderenza.

Uno sperimentatore avrà il compito di far girare la manovella, in modo costante e non troppo veloce, e contemporaneamente un secondo sperimentatore deve tenere fisso il treppiede in modo che il dinamometro segni sempre una forza di 5 N. Prima di iniziare, bisogna segnare la temperatura di partenza. Ogni 50 giri, ci si deve fermare e lasciare termalizzare il sistema per 2 minuti e in seguito segnare la temperatura raggiunta. Ripetere l'esperienza per un totale di 150 giri per ogni calorimetro, in seguito riportare i dati in un'apposita tabella e calcolare la differenza di temperatura che servirà per determinare il calore specifico sperimentale dei due metalli (alluminio e rame).

DATI ED ELABORAZIONE:

1) Esperimento con calorimetro in alluminio

$$m = 300\text{g} = 0,3\text{Kg}$$

$$U = 150\text{mm} = 0,150\text{ m}$$

$$F_{\text{attrito}} = F_{\text{peso}} - F_{\text{dinamometro}} = (9,8 \cdot 5) - 5 = 44\text{N}$$

$$W_{\text{attrito}} = F_{\text{attrito}} \Delta S = 44 (50 \cdot 0,15) = 330\text{J} = Q_{\text{attrito}}$$

$$Q = m c \Delta t$$

#	t°C	Δt (°C o K)
0	20,5	
50	21,5	1,0
100	22,8	1,3
150	23,8	1,0

$$\Delta t \text{ medio} = 1,1^\circ\text{C}$$

$$W = m c \Delta t$$

$$330 = 0,3 c 1,1$$

$$c_{\text{sperimentale}} = 330/0,33 = \mathbf{1000 \text{ J/Kg K}}$$

$$c_{\text{reale}} = 900 \text{ J/Kg K}$$

$$\text{Scarto \%} = [(1000 - 900) / 1000] 100 = \mathbf{11\%}$$

2) Esperimento con calorimetro in rame

$$m = 400\text{g} = 0,4\text{Kg}$$

$$U = 150\text{mm} = 0,150 \text{ m}$$

$$F_{\text{attrito}} = F_{\text{peso}} - F_{\text{dinamometro}} = (9,85) 5 = 44\text{N}$$

$$W_{\text{attrito}} = F_{\text{attrito}} \Delta S = 44 (50 0,15) = 330\text{J} = Q_{\text{attrito}}$$

$$Q = m c \Delta t$$

#	t°C	Δt (°C o K)
0	21,0	
50	22,8	1,8
100	24	1,2
150	25,0	1,0

$$\Delta t \text{ medio} = 1,3^\circ\text{C}$$

$$W = m c \Delta t$$

$$330 = 0,4 c 1,3$$

$$c_{\text{sperimentale}} = 330/0,52 = \mathbf{634,6 \text{ J/Kg K}}$$

$$c_{\text{reale}} = 385 \text{ J/Kg K}$$

$$\text{Scarto \%} = [(634,6 - 385) / 634,6] 100 = \mathbf{39\%}$$

CONCLUSIONI:

Nonostante i numerosi errori riscontrati durante l'esperienza, i valori di calore specifico calcolati sono accettabili, in particolare quello dell'alluminio, che presenta uno scarto percentuale molto basso (11%), mentre quello del rame risulta troppo alto (39%). L'esperienza dunque si può dire in parte riuscita poiché i risultati trovati sono accettabili anche se vi sono stati molti errori.