



**I.T.I.S. "HERTZ" ROMA**

**DATA**

.....

**LABORATORIO DI FISICA**

**STUDENTE:** ..... **CLASSE** .....

**GRUPPO DI LAVORO:** .....  
.....

**ESPERIENZA: "Misurazione dell'equivalente in acqua del calorimetro".**

**MATERIALI**

Becker graduato:	Marca Duron	Tipo 600:100 ml	Portata 600 ml	Sensibilità 50 ml
Termometro:	Marca Duron	Tipo N. 72	Portata 100°C	Sensibilità 0,1°C
Cilindro graduato	Marca Duron	Tipo 25:2 ml	Portata 250 ml	Sensibilità 2 ml
Calorimetro con agitatore:	Marca D.Amatiri	Tipo S		
Fornello elettrico	Marca Falc	Tipo F60	Potenza 420W	Alim.ne 220V.
Spruzzetta				

**DESCRIZIONE APPARECCHIATURA PRINCIPALE**

**CALORIMETRO**

Per eseguire gli esperimenti di termologia si utilizza il calorimetro, uno strumento costituito da un recipiente di vetro con pareti doppie (chiamato vaso Dewar, dal nome del suo inventore).

Tra le pareti vi è un vuoto spinto che isola termicamente il recipiente. Il vaso è inserito in un contenitore di plastica che serve come protezione. Le pareti sono sottilissime così da minimizzare la propagazione termica per conduzione diretta e impediscono la propagazione del calore attraverso i raggi infrarossi.

Nel calorimetro è inoltre presente un agitatore (a mano) per ottenere una temperatura uniforme del liquido in esso contenuto e di un coperchio isolante con al centro un foro in cui vi è inserito un termometro a mercurio per misurare la temperatura.

**TERMOMETRO**

Il termometro a mercurio è il più comune termometro usato per le misurazioni di temperatura. Esso sfrutta il fenomeno fisico della dilatazione termica di un liquido che si manifesta al variare della temperatura.

**BECKER**

È un recipiente graduato o no generalmente fatto di plastica o vetro (in vetro si usano per la loro grande resistenza al calore e la resistenza agli acidi).

**CILINDRO GRADUATO**

È un recipiente graduato o no generalmente fatto di plastica o vetro (resistente agli acidi e al calore).

## SCHEMA DI MONTAGGIO, DI FUNZIONAMENTO DI PRINCIPIO – DISEGNI ILLUSTRATIVI

<b>CALORIMETRO</b>			
1.-Agitatore 2.-Sonde 3.-Termometro 4.-Involucro isolante 5.-Strato isolante (lana di vetro) 6.-Vaso interno: parete esterna vetro 7.- Vaso interno: intercapedine (vuoto) 8.- Vaso interno: parete interna vetro specchiato 9.-Acqua			
<b>BECKER-CILINDRO GRADUATO</b>	<b>TERMOMETRO</b>	<b>FORNELLETTO</b>	<b>SPRUZZETTA</b>

### RICHIAMI TEORICI

#### **LEGGE FONDAMENTALE DELLA TERMOLOGIA**

$$Q = c_s m (T_f - T_i)$$

La quantità di calore Q è direttamente proporzionale alla massa e alla differenza di temperatura. La costante di proporzionalità varia da sostanza a sostanza e prende il nome di calore specifico.

#### **CALORE SPECIFICO**

Il calore specifico  $C_s$  è una caratteristica di ogni corpo e corrisponde alla quantità di calore necessaria per innalzare di  $1^\circ\text{K}$  1 kg di (per la precisione da  $14,5^\circ\text{C}$  a  $15,5^\circ\text{C}$ ).

È una grandezza fisica derivata, i valori per ogni sostanza si possono ricavare sperimentalmente in laboratorio.

Si può ricavare l'unità di misura del calore specifico dalla relazione citata al primo punto, applicando la formula inversa:

$$c_s = \frac{Q}{m(T_f - T_i)}$$

Dato che Q si misura in joule (essendo il calore una forma di energia), la massa in kg e la temperatura in gradi Kelvin possiamo concludere che l'unità di misura del calore specifico è [J/Kg K].

## EQUILIBRIO TERMICO

Quando si miscelano due liquidi la quantità di calore acquistata dal liquido più freddo  $Q_a$ , se il sistema è isolato, è uguale alla quantità di calore ceduto dal liquido più caldo  $Q_c$ .

$Q_a = Q_c$  dove  $Q_c = C_{S2}m_2(T_2 - T_e)$  e  $Q_a = C_{S1}m_1(T_e - T_1)$  da cui si può determinare la temperatura di equilibrio  $T_e$

Quando il sistema non è completamente isolato, come nel caso del nostro calorimetro (non ideale), una piccola parte di calore viene assorbito dall'agitatore, dalle pareti, dal termometro e dall'ambiente circostante. Per rendere il calorimetro completamente isolato dobbiamo far finta che il calore disperso l'assorbe una massa fittizio d'acqua presente nel calorimetro. Questa acqua si chiama massa equivalente in acqua del calorimetro, ovvero la quantità di acqua  $m_e$  che assorbe lo stesso calore disperso. La relazione precedente, considerando di miscelare due quantità d'acqua di massa  $m$ , diventerà:

$$^{(1)} Q_a + Q_d = Q_c \text{ dove } Q_c = C_{H_2O}m(T_2 - T_e), \quad Q_a = C_{H_2O}m(T_e - T_1) \text{ e } Q_d = C_{H_2O}m_e(T_e - T_1)$$

## DESCRIZIONE DELL'ESPERIMENTO

L'esperimento è stato condotto come segue:

1. Misuriamo 200 ml di acqua distillata a temperatura ambiente con un cilindro graduato (sensibilità 0.2 ml);
2. Versiamo l'acqua nel calorimetro;
3. Quando la temperatura del sistema si è stabilizzata, misuriamo la temperatura dell'acqua nel calorimetro  $T_1$ ;
4. Misuriamo 200 ml di acqua distillata precedentemente riscaldata a temperatura ambiente  $T_2$  con un cilindro graduato (sensibilità 0.2 ml);
5. Versiamo rapidamente l'acqua calda nel calorimetro, misceliamo, attendiamo che la temperatura aumenti fino a raggiungere il massimo (successivamente la temperatura diminuisce);
6. Quando cessa lo scambio termico, misuriamo la temperatura di equilibrio nel calorimetro  $T_e$ .

Formalizzando quanto eseguito dal punto di vista del bilancio termico, partendo dalla <sup>(1)</sup> si ha:

$$C_{H_2O}m(T_e - T_1) + C_{H_2O}m_e(T_e - T_1) = C_{H_2O}m(T_2 - T_e) \text{ da cui ci ricaviamo } m_e.$$

$$C_{H_2O}m_e(T_e - T_1) = C_{H_2O}m(T_2 - T_e) - C_{H_2O}m(T_e - T_1) \text{ dividendo per } C_{H_2O}(T_e - T_1) .$$

$$m_e = \frac{C_{H_2O}m(T_2 - T_e)}{C_{H_2O}(T_e - T_1)} - \frac{C_{H_2O}m(T_e - T_1)}{C_{H_2O}(T_e - T_1)} \text{ ossia } m_e = m \left[ \frac{(T_2 - T_e)}{(T_e - T_1)} - 1 \right]$$

## RILEVAMENTI E ELABORAZIONE DATI

### Tabella di rilievo

$T_1$	16,8	°C
$T_2$	99,0	°C
$T_e$	52,7	°C
$m_1$	0,200	Kg
$m_2$	0,200	Kg

### Elaborazioni

E' possibile a questo punto risolvere l'equazione e determinare l'equivalente in acqua del calorimetro.

$$m_e = m \left[ \frac{(T_2 - T_e)}{(T_e - T_1)} - 1 \right] = 200 \left[ \frac{(99,0 - 52,7)}{(52,7 - 16,8)} - 1 \right] = 200 \left[ \frac{46,3}{35,9} - 1 \right] = 200 [1,2897 - 1] = 57,94 [g]$$

Per completare l'esperimento è necessario determinare l'incertezza di  $m_e$ .

## DETERMINAZIONE DELL'INCERTEZZA DI $m_e$

Partendo dalla formula:  $m_e = m \left[ \frac{(T_2 - T_e)}{(T_e - T_1)} - 1 \right]$  calcoliamo le incertezze di tutte le grandezze che compongono la formula.

$E_{am1} =$	Sensibilità	0,002	Kg	$E_{rm1} =$	$E_{am1}/m_{1=}$	0,01
$E_{am2} =$	Sensibilità	0,002	Kg	$E_{rm2} =$	$E_{am2}/m_{2=}$	0,01
$E_{at1} =$	Sensibilità	0,1	°C	$E_{rt1} =$	$E_{at1}/t_{1=}$	0,006
$E_{at2} =$	Sensibilità	0,1	°C	$E_{rt2} =$	$E_{at2}/t_{2=}$	0,001
$E_{ate} =$	Sensibilità	0,1	°C	$E_{rte} =$	$E_{ate}/t_{e=}$	0,002
$E_{a(t_2-t_e)} =$	$(E_{at2} + E_{ate})$	0,2	°C	$E_{r(t_2-t_e)} =$	$E_{a(t_2-t_e)}/(t_2-t_e) =$	0,004
$E_{a(t_e-t_1)} =$	$(E_{ate} + E_{at1})$	0,2	°C	$E_{r(t_e-t_1)} =$	$E_{a(t_e-t_1)}/(t_e-t_1) =$	0,006
$(t_2 - t_e) =$	$(99,0 - 52,7)$	46,30	°C			
$(t_e - t_1) =$	$(52,7 - 16,8)$	35,90	°C			
$m[(t_2 - t_e)/(t_e - t_1)] =$		0,26				

Da cui  $E_{am_e} = \left[ (E_{rm} + E_{r(t_2-T_e)} + E_{r(T_e-T_1)}) * \left( m \frac{(T_2 - T_e)}{(T_e - T_1)} \right) \right] + E_{am} = 0,00713 \text{ [kg]} = 7,13 \text{ [g]}$

**Pertanto  $m_e = 57,94 \pm 7,13 \text{ [g]}$**

## CONCLUSIONE

La relazione che esiste tra il calore assorbito (o ceduto) da un corpo e l'aumento (o la diminuzione) del corpo stesso ci permette di determinare una quantità di calore misurando la variazione di temperatura subita da un qualsiasi corpo. Durante l'esperimento accade che il calorimetro assorbe parte del calore dell'acqua. La massa equivalente serve a calcolare la quantità di calore assorbito. Essa equivale alla massa d'acqua in grado di assorbire la stessa quantità di calore che assorbe il calorimetro e l'apparecchiatura al suo interno.

Gli errori che non ci hanno permesso di ottenere valori della massa equivalente simili a quelli rivelati dagli altri gruppi, sono sia di natura accidentale che sistematica.

Per quanto riguarda gli errori accidentali, possiamo dire che probabilmente l'acqua in via d'ebollizione, è stata versata nel calorimetro prima che raggiungesse i 100 °C, e quindi l'ebollizione completa. Per quanto riguarda gli errori sistematici, probabilmente l'acqua utilizzata nel secondo esperimento, aveva una temperatura iniziale, eccessivamente bassa.

In ogni caso l'esperimento può considerarsi riuscito, in quanto siamo riusciti a calcolare l'equivalente in acqua del calorimetro con la relativa incertezza prossima ai valori indicati dal costruttore del calorimetro per  $m_e$ .

## VALUTAZIONE

---

Il Professore