Calorimetria
analisi dati

Ali Matteo,
Broggi Diana, Cantarini Giulia

strumenti

calorimetro delle mescolanze di Regnault
bilancia con sensibilità pari a 0.01g
termometro con sensibilità di 0.05 $°C$
alimentatore a corrente continua con sensibilità 1 Volt
cronometro con sensibilità 1 sec

Stima della massa equivalente: $m_e = m_2 \frac{(T_2 - T_{eq})}{(T_{eq} - T_1)} - m_1$

	I misura	II misura	III misura	IV misura
m_1 (Kg)	0.09972	0.09075	0.09975	0.14294
m_2 (Kg)	0.10343	0.09253	0.10040	0.08663
T_1 ($°C$)	24.50	23.66	23.64	22.00
T_2 ($°C$)	85.50	40.30	53.20	88.00
T_{eq} ($°C$)	50.00	32.10	39.30	44.50

per l'incertezza su tali misure abbiamo considerato la sensibilità dello strumento utilizzato

$$\sigma_{m_e} = \sqrt{\left(\frac{\partial m_e}{\partial m_1}\right)^2 \sigma_{m_1}^2 + \left(\frac{\partial m_e}{\partial m_2}\right)^2 \sigma_{m_2}^2 + \left(\frac{\partial m_e}{\partial T_1}\right)^2 \sigma_{T_1}^2 + \left(\frac{\partial m_e}{\partial T_2}\right)^2 \sigma_{T_2}^2 + \left(\frac{\partial m_e}{\partial T_{eq}}\right)^2 \sigma_{T_{eq}}^2}$$

	I misura	II misura	III misura	IV misura
m_e (Kg)	0.0443 ± 0.0006	-0.0009 ± 0.0013	-0.0106 ± 0.0007	0.0245 ± 0.0007

calcolo della media pesata: $\bar{m}_e = \frac{\sum m_i w_i}{\sum w_i} \pm \frac{1}{\sqrt{\sum w_i}} = (0.0213 \pm 0.0004) Kg$

determinazione del calore specifico del rame

Calcolo del calore specifico: $c_s = \frac{c_{acqua}(T_{eq}-T_1)(m_1+m_e)}{(T_s-T_{eq})m_s}$

	I misura	II misura	III misura
m_1 (Kg)	0.190740 ± 0.000008	0.22346 ± 0.00001	0.24877 ± 0.00001
m_s (Kg)	0.129920 ± 0.000014	0.129920 ± 0.000014	0.129920 ± 0.000014
T_1 ($°C$)	22.50 ± 0.05	22.30 ± 0.05	22.50 ± 0.05
T_2 ($°C$)	100.00 ± 0.05	100.00 ± 0.05	100.00 ± 0.05
T_{eq} ($°C$)	26.00 ± 0.05	25.50 ± 0.05	25.40 ± 0.05

$$\sigma_{c_s} = \sqrt{\left(\frac{\partial c_s}{\partial m_1}\right)^2 \sigma^2_{m_1} + \left(\frac{\partial c_s}{\partial m_s}\right)^2 \sigma^2_{m_s} + \left(\frac{\partial c_s}{\partial T_1}\right)^2 \sigma^2_{T_1} + \left(\frac{\partial c_s}{\partial T_s}\right)^2 \sigma^2_{T_s} + \left(\frac{\partial c_s}{\partial T_{eq}}\right)^2 \sigma^2_{T_{eq}}}$$

	I misura	II misura	III misura
c_s (J/Kg$°C$)	322.7 ± 4.7	338.3 ± 5.3	337.8 ± 5.8

calcolo della media pesata: $\bar{c_s} = \frac{\sum cs_i w_i}{\sum w_i} \pm \frac{1}{\sqrt{\sum w_i}} = (331.7 \pm 3.0)J/Kg°C$

Il valore atteso per il calore specifico del rame è 385 J/Kg$°C$, test di accuratezza: $t = \frac{|c_{satteso} - c_{sosservato}|}{\sigma_{cs}} = 18 \rightarrow$ la probabilità che la discrepanza con il valore atteso sia dovuta solo ad errori casuali è inferiore al 0.3 %.

verifica del valore della costante di Joule

Calcolo della costante di Joule: $J = \frac{IV\Delta t}{c_{acqua}(m_1+m_e)}$

$T_{iniziale} = 25\ °C$

	I misura	II misura	III misura	IV misura	totale
T_{finale} ($°C$)	27.5	30.5	33	36.5	
c_{acqua} (J/Kg$°C$)	4180.0	4178.8	4178.3	4178.3	4180.0
ΔT ($°C$)	2.5	3.0	2.5	3.5	11.5
Δt (s)	120	120	120	120	480

costanti: m_1=(0.30998 ± 0.00001) Kg, I=(2.2 ± 0.1) A, V=(15 ± 1) Volt

$$\sigma_J = \sqrt{\left(\frac{\partial J}{\partial \Delta T}\right)^2 \sigma^2_{\Delta T} + \left(\frac{\partial J}{\partial \Delta t}\right)^2 \sigma^2_{\Delta t} + \left(\frac{\partial J}{\partial m_1}\right)^2 \sigma^2_{m_1} + \left(\frac{\partial J}{\partial I}\right)^2 \sigma^2_{I} + \left(\frac{\partial J}{\partial V}\right)^2 \sigma^2_{V}}$$

	I misura	II misura	III misura	IV misura	totale
J	1.1 ± 0.1	0.95 ± 0.08	1.1 ± 0.1	0.82 ± 0.07	0.99 ± 0.08

calcolo della media pesata: $\bar{J} = \frac{\sum m_i w_i}{\sum w_i} \pm \frac{1}{\sqrt{\sum w_i}} = (0.97 \pm 0.04)Kg$

conversione da J/J in J/Cal: J = (4076.7 ± 159.8) J/Cal

.

Confronto con il valore atteso di 4.186 J/cal: $t = \frac{|J_{atteso} - J_{osservato}|}{\sigma_J} = 0.68$ $\rightarrow$ l'accuratezza di tale misura è pari al 74.2%.

misura del calore latente del ghiaccio

Calcolo del calore latente del ghiaccio: $\lambda = \frac{(m_1+m_e)c_{acqua(26°C)}(T_1-T_{eq})-m_2c_{ghiaccio}(T_0-T_2)-m_2(T_{eq}-T_0)c_{acqua(0°C)}}{m_2}$

m_1	0.24098 Kg
m_2	0.01420 Kg
T_1	26.00 $°C$
T_2	-17.00 $°C$
T_{eq}	19.50 $°C$
$c_{acqua(26°C)}$	4179 J/Kg$°C$
$c_{acqua(0°C)}$	4217.7 J/Kg$°C$

l'incertezza su tali misure è pari alla sensibilità dello strumento utilizzato

$$\sigma_\lambda = \sqrt{\left(\frac{\partial\lambda}{\partial m_1}\right)^2 \sigma_{m_1}^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial m_2}\right)^2 \sigma_{m_2}^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial T_1}\right)^2 \sigma_{t_1}^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial T_2}\right)^2 \sigma_{T_2}^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial T_{eq}}\right)^2 \sigma_{T_{eq}}^2}$$

.

Risultato: $\lambda = 384678.2 \pm 1383.1 = (3.847 \pm 0.014) \cdot 10^5$ J/Kg

.

Confronto con il valore atteso di 333 $\cdot 10^3$ J/Kg: $t = \frac{|\lambda_{atteso} - \lambda_{osservato}|}{\sigma_\lambda} = 37 \rightarrow$ la probabilità che la discrepanza sia dovuta ad errori casuali è inferiore al 0.3%.