Relazione di laboratorio - Calorimetro delle mescolanze

Misura del calore specifico di un corpo metallico e della massa equivalente di un calorimetro

Federico Cesari
1096759

Gruppo 5

corso A
Università degli studi di Torino, Torino
5 luglio 2024

Indice

Scopo dellesperienza e aspettative teoriche

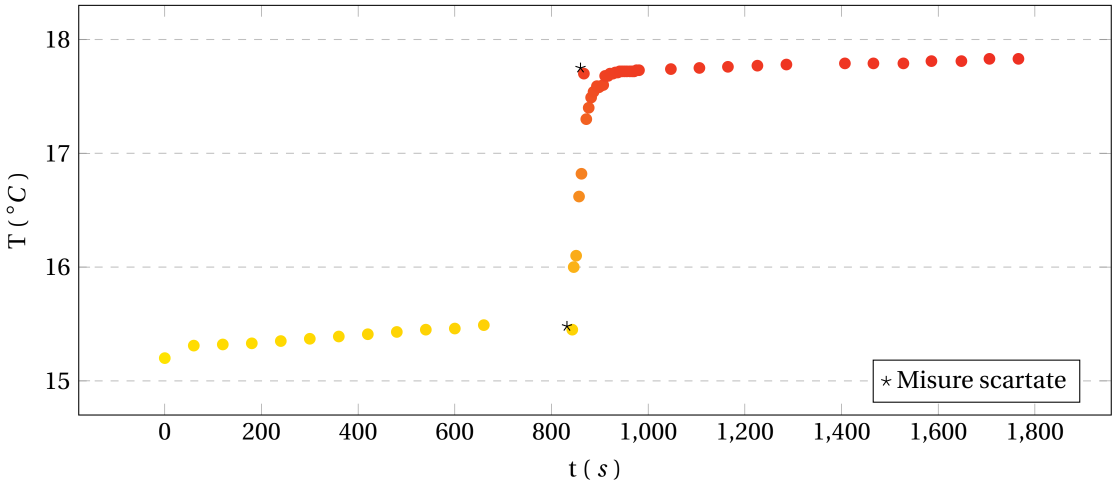
Strumentazione

1 Prima presa dati

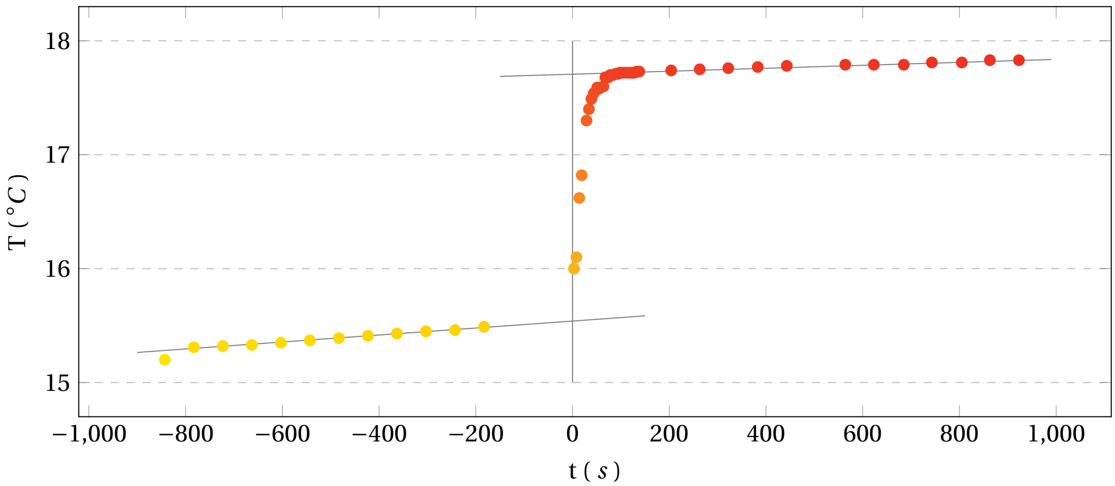
1.1 Cilindro metallico

tabella T1 tabella crescita tabella Teq

Temperatura dell'acqua nel calorimetro in funzione del tempo (cilindro metallico)



Temperatura dell'acqua nel calorimetro in funzione del tempo (cilindro metallico)



$T_1 = 15.54 \pm 0.01$ [1]

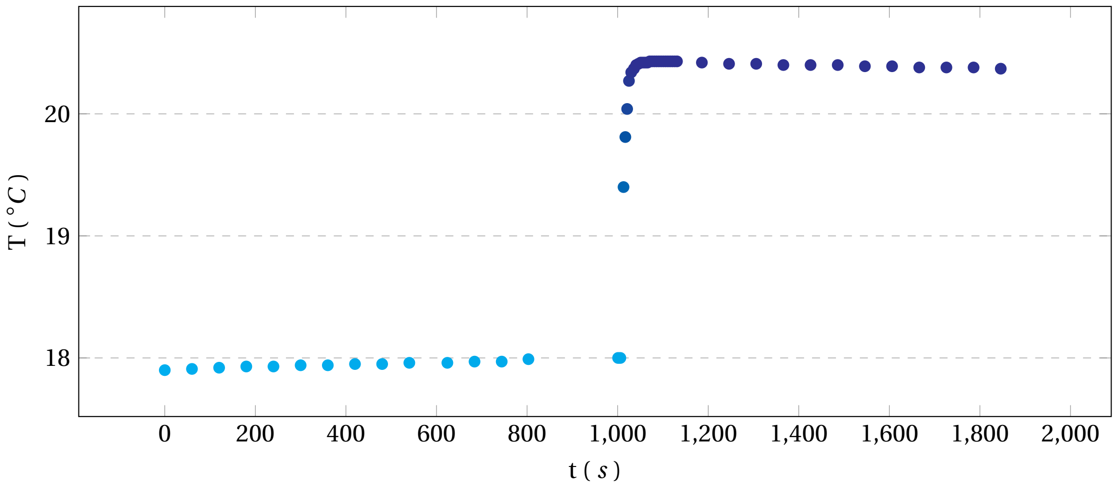
$T_{eq} = 17.71 \pm 0.02$

2

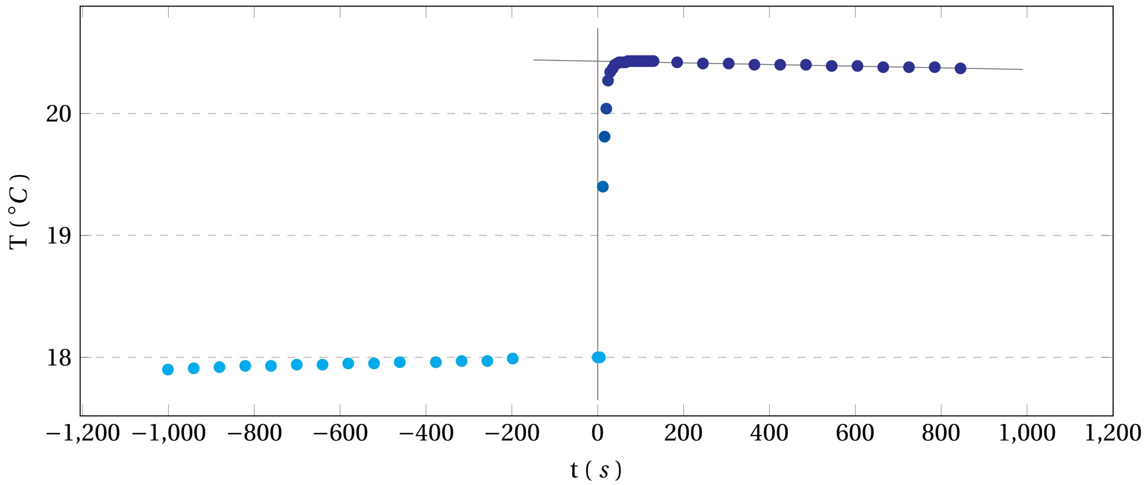
[2] Valore misurato $T_1 = 15.539645 \pm 0.00451$

1.2 Massa d'acqua

Temperatura dell'acqua nel calorimetro in funzione del tempo (cilindro metallico)



Temperatura dell'acqua nel calorimetro in funzione del tempo (cilindro metallico)



$$\boldsymbol{T_1 = 18.00 \pm 0.01}$$

$$\boldsymbol{T_{eq} = 20.43 \pm 0.01}$$ [3]

1.3 Analisi errori

[3]Valore rilevato $T_{eq} = 20.429 \pm 0.002$. l'errore è minore della sensibilità del termometro quindi riporto la temperatura con due cifre decimali e come errore la sensibilità.

2 Seconda presa dati

3 Confronto masse equivalenti e calori specifici

4 Errori sistematici

4.1 Influenza agitatore

4.2 Calore disperso

5 Appendice

5.1 Calcolo T_1 e $T_{\mathbf{eq}}$ con covarianze

Al fine di semplificare la ricerca di temperatura iniziale e temperatura di equilibrio è utile traslare i grafici portando l'istante d'immersione (prima del corpo poi della massa d'acqua) sullo 0. In questo modo le due temperature risultano essere semplicemente i termini noti delle rette di best-fit.

Senza ricorrere alla traslazione è possibile ricavare i due valori trovando l'intersezione delle due rette di best-fit con la retta $x = t_{\text{i}}$ istante di immersione. In questo caso però il punto dove le rette intersecano $x = t_{\text{i}}$ dipenderà dai parametri delle due rette $\boldsymbol{a}$ e $\boldsymbol{b}$, grandezze dipendenti. Perciò nell'errore da associare a T_1 e T_{eq} entrerà in gioco anche la covarianza σ_{ab}:

$$\sigma_T^2 = \left(\frac{\partial T}{\partial a}\right)^2 \sigma_a^2 + \left(\frac{\partial T}{\partial b}\right)^2 \sigma_b^2 + 2\left(\frac{\partial T}{\partial a}\right)\left(\frac{\partial T}{\partial b}\right)\sigma_{ab}$$

con tutte le derivate parziali calcolate in

6 temp

$$m_e = \frac{m_a'\,(T_2 - T_e)}{T_e - T_1} - m_a = \frac{m_a' \mathit{\Delta} T_{2e}}{\mathit{\Delta} T_{e1}} - m_a$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{m_e} &= \sqrt{\left(\frac{\partial m_e}{\partial m_a'}\right)^2 \sigma^2_{m_a'} + \left(\frac{\partial m_e}{\partial \mathit{\Delta} T_{2e}}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{2e}} + \left(\frac{\partial m_e}{\partial \mathit{\Delta} T_{e1}}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{e1}} + \left(\frac{\partial m_e}{\partial m_a}\right)^2 \sigma^2_{m_a}} \\
&= \sqrt{\left(\frac{\mathit{\Delta} T_{2e}}{\mathit{\Delta} T_{e1}}\right)^2 \sigma^2_{m_a'} + \left(\frac{m_a'}{\mathit{\Delta} T_{e1}}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{2e}} + \left(\frac{m_a' \mathit{\Delta} T_{2e}}{\mathit{\Delta} T_{e1}^2}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{e1}} + \sigma^2_{m_a}}
\end{aligned}$$

$$c_x = \frac{(m_e + m_a) c_a (T_e - T_1)}{m_c (T_2 - T_e)} = \frac{M c_a}{m_c} \frac{\mathit{\Delta} T_{e1}}{\mathit{\Delta} T_{2e}}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{c_x} &= \sqrt{\left(\frac{\partial c_x}{\partial M}\right)^2 \sigma^2_M + \left(\frac{\partial c_x}{\partial c_a}\right)^2 \sigma^2_{c_a} + \left(\frac{\partial c_x}{\partial m_c}\right)^2 \sigma^2_{m_c} + \left(\frac{\partial c_x}{\partial \mathit{\Delta} T_{e1}}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{e1}} + \left(\frac{\partial c_x}{\partial \mathit{\Delta} T_{2e}}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{2e}}} \\
&= \sqrt{\left(\frac{c_a}{m_c} \frac{\mathit{\Delta} T_{e1}}{\mathit{\Delta} T_{2e}}\right)^2 \sigma^2_M + \left(\frac{M}{m_c} \frac{\mathit{\Delta} T_{e1}}{\mathit{\Delta} T_{2e}}\right)^2 \sigma^2_{c_a} + \left(\frac{M c_a}{m_c^2} \frac{\mathit{\Delta} T_{e1}}{\mathit{\Delta} T_{2e}}\right)^2 \sigma^2_{m_c} + \left(\frac{M c_a}{m_c} \frac{1}{\mathit{\Delta} T_{2e}}\right)^2 \sigma^2_{\mathit{\Delta} T_{e1}} + \left(\frac{M c_a}{m_c} \frac{\mathit{\Delta} T_{e1}}{\mathit{\Delta} T_{2e}^2}\right)^2 \sigma^2_{T_{2e}}}
\end{aligned}$$