

L'Effetto Joule

Obiettivo dell'esperienza e basi teoriche

L'effetto Joule consiste nella trasformazione dell'Energia Elettrica in calore. Se un conduttore Ohmico di resistenza R , scorre una corrente di intensità I , si dissipa in un intervallo di tempo t , una quantità di Energia Elettrica E_d pari a:

$$E_d = Pt$$

Dove P è la potenza elettrica dissipata che è uguale al prodotto della tensione V presente ai capi della resistenza e la corrente I che vi scorre.

L'esperienza consiste nell'immersione di una resistenza in una massa d'acqua contenuta in un calorimetro; il calore generato per l'effetto Joule determina un aumento della temperatura dell'acqua. Se l'intero sistema è isolato, l'energia dissipata è uguale alla quantità di calore assorbita dal calorimetro:

$$E_d = Q_c$$

Dall'equazione degli scambi di calore si ha che:

$$Q_c = (m_a + m_c)c_a(T_f - T_i)$$

Dove m_a è la massa dell'acqua, m_c l'equivalente in acqua del calorimetro, c_a il calore specifico dell'acqua T_f e T_i rispettivamente la temperatura finale e iniziale dell'acqua.

Sostituendo $Q_c = Pt$ si ottiene che:

$$Pt = VIt = (m_a + m_c)c_a(T_f - T_i)$$

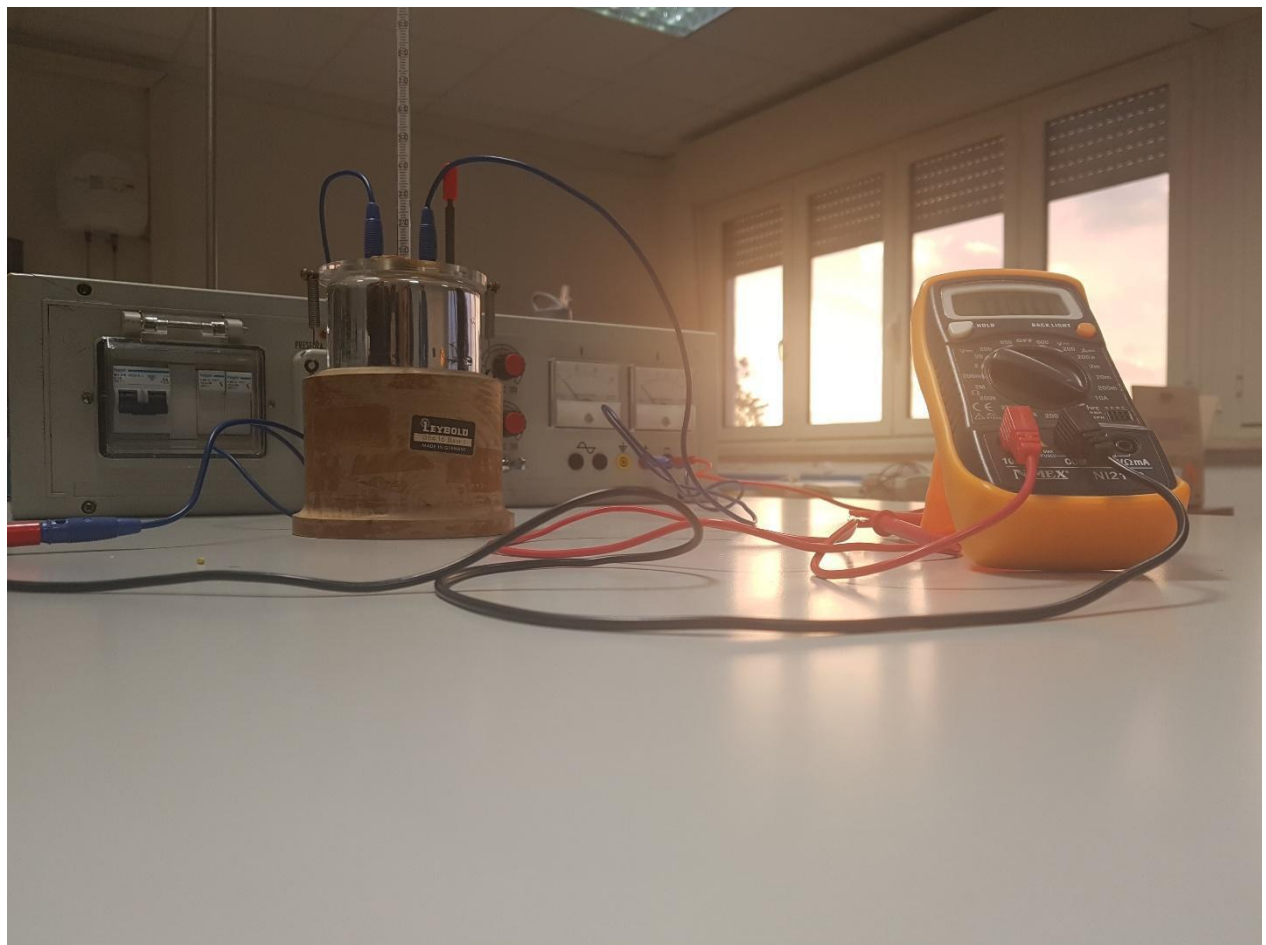
Lo scopo dell'esperienza è quello di verificare come cambia la variazione della temperatura in funzione del tempo.

Materiale necessario

- Un Calorimetro con resistenza
- Un Termometro ($^{\circ}$),
- Amperometro,
- Voltmetro,
- Cavi di collegamento,
- Generatore di corrente continua,
- Cronometro
- Acqua

Descrizione dell'esperienza e procedura di misura

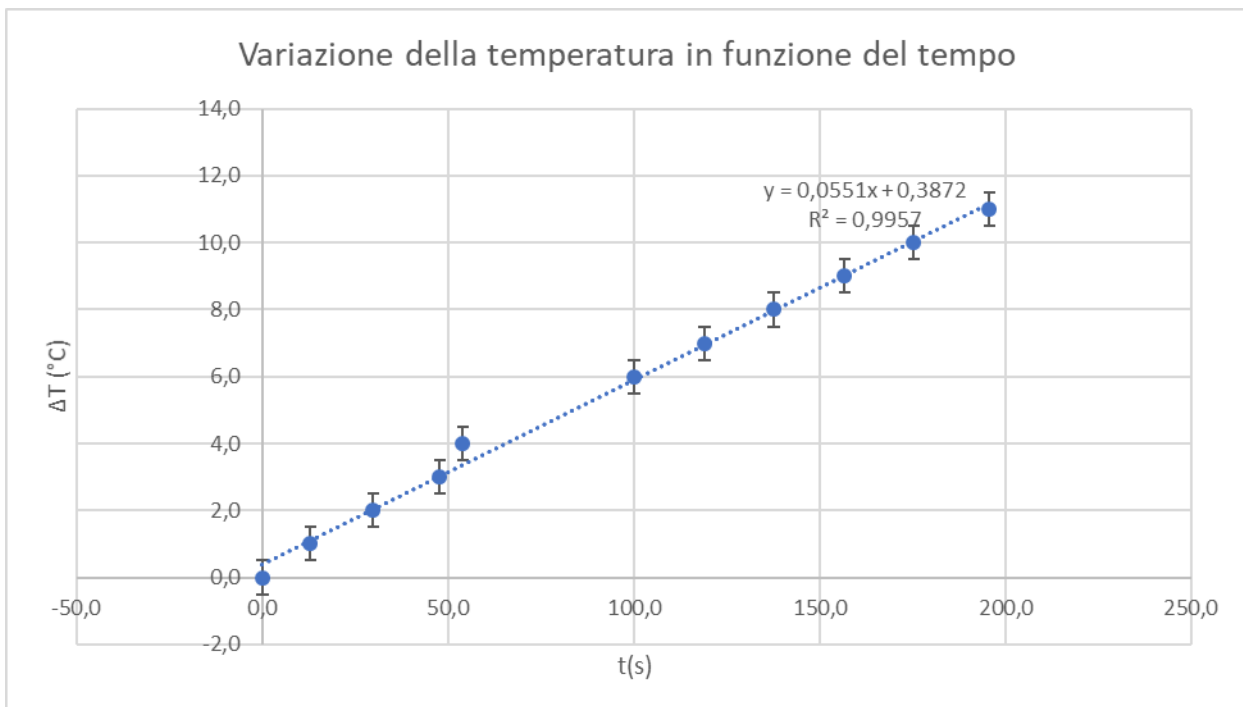
1. Costruire un circuito inserendo in serie il voltmetro e in parallelo l'amperometro.
2. Misurare la massa d'acqua m_a da versare nel calorimetro e chiudere il tutto con il coperchio dopo aver inserito la resistenza al suo interno.
3. Misurare la temperatura iniziale dell'acqua.
4. Accendere il generatore e portare il valore della tensione a un valore V .
5. Misurare con l'amperometro la corrente che scorre nel circuito.
6. Assicurati che al passaggio di corrente ci sia un innalzamento della temperatura.
7. Misurare con il contasecondi quanti secondi ci vogliono per innalzare la temperatura di 1°C .
8. Ripetere il punto 7 per diverse temperature.



Raccolta dei dati

- Massa dell'acqua: (150 ± 1) g
- Resistenza: $(1,1 \pm 0,1)$ Ω
- Temperatura iniziale: (19 ± 1) $^{\circ}\text{C}$
- Calore specifico dell'acqua: $4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}^{\circ}\text{C}}$
- Tensione: $(7,00 \pm 0,01)$ V
- Intensità di corrente: (81 ± 1) mA

Elaborazione dei dati



t (s)	ΔT ($^{\circ}\text{C}$)
0,0 \pm 0,1	0,0 \pm 0,5
12,9 \pm 0,1	1,0 \pm 0,5
29,8 \pm 0,1	2,0 \pm 0,5
47,8 \pm 0,1	3,0 \pm 0,5
54,0 \pm 0,1	4,0 \pm 0,5
100,0 \pm 0,1	6,0 \pm 0,5
119,0 \pm 0,1	7,0 \pm 0,5
137,6 \pm 0,1	8,0 \pm 0,5
156,7 \pm 0,1	9,0 \pm 0,5
175,4 \pm 0,1	10,0 \pm 0,5
195,7 \pm 0,1	11,0 \pm 0,5

Dalla relazione:

$\Delta T = \frac{V^2}{R(m_c + m_a)c} t$; dove $\frac{V^2}{R(m_c + m_a)c}$ è il coefficiente angolare della retta, si può trovare la massa totale e poi sottrarla alla massa dell'acqua.

Dal grafico, si deduce il coefficiente angolare q è 0,0551

$$m_c + m_a = \frac{V^2}{Rqc}$$
$$m_c + m_a = \frac{(7,00)^2}{0,0551 * 1,1 * 4,18}$$

$$m_c + m_a = 193,1 \text{ g}$$

$$m_c = 193,1 \text{ g} - m_a$$

$$m_c = 193,1 \text{ g} - 150 \text{ g}$$

$$m_c = 43,1 \text{ g}$$

L'errore sarà:

$$\Delta m = \left(\frac{2\Delta V}{V} + \frac{\Delta R}{R} \right) \frac{V^2}{Rqc}$$

$$\Delta m = \left(\frac{2 * 0,01}{7,00} + \frac{0,1}{1,1} \right) \frac{(7,00)^2}{1,1 * 0,0551 * 4,18}$$

$$\Delta m = (0,029 + 0,09) \frac{49}{0,25}$$

$$\Delta m = 0,12 * 196$$

$$\Delta m = 23,5 \text{ g}$$

Conclusioni

Dal grafico si capisce che la variazione di temperatura e il tempo in cui avviene la variazione sono direttamente proporzionali.

Inoltre l'equivalente in acqua del calorimetro è $m_c = (40 \pm 20) \text{ g}$