



Anomalia dell'acqua

DETERMINAZIONE DELLA TEMPERATURA DEL MASSIMO DI DENSITÀ DELL'ACQUA.

- Misurazione della dilatazione termica dell'acqua nell'intervallo di temperature compreso tra 0°C e 15°C.
- Dimostrazione dell'anomalia termica.
- Determinazione della temperatura del massimo di densità.

UE2010301

04/16 ALF

BASI GENERALI

L'acqua presenta una particolarità rispetto alla gran parte degli altri materiali. Fino ad una temperatura di ca. 4°C si ritira se viene riscaldata e aumenta di volume solo a temperature superiori. Poiché la densità corrisponde al reciproco del volume di una quantità di materiale, l'acqua ha quindi un massimo di densità a ca. 4°C.

Nell'esperimento, la dilatazione dell'acqua viene misurata in un recipiente con tubo montante. A questo scopo, si misura l'altezza di salita h in funzione della temperatura dell'acqua ϑ . Se si trascura il fatto che anche il recipiente di vetro si dilata con il riscaldamento, il volume totale dell'acqua nel recipiente e nel tubo montante è dato da:

$$V(\vartheta) = V_0 + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(\vartheta) \quad (1)$$

d : diametro interno del tubo montante,
 V_0 : volume del recipiente

Prendendo in considerazione la dilatazione del recipiente, (1) diventa

$$V(\vartheta) = V_0 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \vartheta) + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(\vartheta) \quad (2)$$

$\alpha = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$: coefficiente di dilatazione lineare del vetro

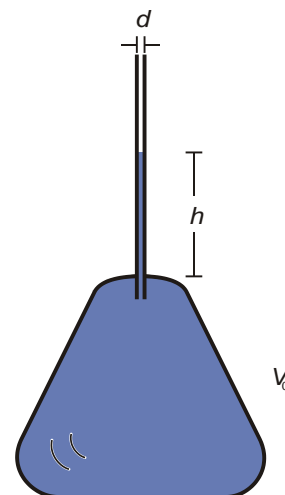


Fig. 1: Recipiente con tubo montante per la misurazione della dilatazione termica dell'acqua



Fig. 2: Struttura sperimentale per la determinazione della temperatura del massimo di densità dell'acqua.

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1 Apparecchio per l'anomalia dell'acqua	1002889 (U14318)
1 Agitatore magnetico	1002808 (U11876)
1 Termometro digitale, 1 canale	1002793 (U11817)
1 Sensore a immersione, tipo K	1002804 (U11854)
0	
1 Termometro	1003013 (U16115)
1 Imbuto, d= 50 mm, plastica	1003568 (U8634700)
1 Tubo di silicone, 1 m, 6 mm	1002622 (U10146)
1 Asta di supporto, 470 mm	1002934 (U15002)
1 Morsetto di supp. c. manicotto	1002829 (U13253)
1 Base di supporto 150 mm	1002835 (U13270)
1 Vasca di plastica	4000036 (T52006)

Acqua distillata, ghiaccio pestato, sale da cucina

MONTAGGIO

- Inserire prima le asticelle nell'apparecchio per l'anomalia dell'acqua.
- Porre il tubo montante sul recipiente di vetro e avvitare saldamente.
- Collegare il sensore a immersione al termometro digitale, avvitare il tappo a vite GL con foro piccolo sul tubo filettato laterale e introdurre il sensore a immersione.
- In alternativa l'esperimento può essere condotto con un termometro ad asta. In questo caso spingere il tappo a vite GL con foro grande sul termometro e fissarlo nel tubo filettato laterale.
- Collegare il tubo di silicone al nipplo per tubo, quindi all'imbuto.
- Montare l'asta di supporto sulla base di supporto, fissare il morsetto di supporto all'asta di supporto.
- Fissare l'imbuto al morsetto.
- Per riempire il recipiente di vetro, aprire il rubinetto e versare acqua distillata nell'imbuto finché il livello dell'acqua raggiunge circa la metà del tubo montante.
- Rimuovere le bolle d'aria scuotendo delicatamente il recipiente di vetro.
- Chiudere il rubinetto, rimuovere il tubo e versare nuovamente l'acqua in eccesso dell'imbuto nella bottiglia.

ESECUZIONE

- Realizzare una struttura come da fig. 2.
- Produrre una miscela di ghiaccio pestato e sale da cucina e riempire con questa la vasca di plastica.
- Porre la vasca sull'agitatore magnetico.
- Collocare l'apparecchiatura dell'esperimento nella vasca.
- Contrassegnare con un pennarello sul tubo montante l'altezza di salita dell'acqua. Annotare l'altezza di salita e la temperatura.
- Attivare l'agitatore magnetico e impostarlo su una velocità media.
- Leggere il livello dell'acqua nel tubo montante h e riportarlo in un sistema di coordinate in funzione della temperatura ϑ .
- Non appena la temperatura scende sotto $0,5^{\circ}\text{C}$, togliere l'apparecchiatura dell'esperimento dalla vasca per evitare il congelamento dell'acqua.

ESEMPIO DI MISURAZIONE

Tabella 1: Altezza di salita h in funzione della temperatura ϑ

ϑ ($^{\circ}\text{C}$)	h (mm)	ϑ ($^{\circ}\text{C}$)	h (mm)
0,5	32,5	8,0	22,0
1,0	23,0	8,5	27,3
1,5	16,5	9,0	32,5
2,0	10,3	9,5	36,0
2,5	7,3	10,0	42,2
3,0	5,3	10,5	47,3
3,5	3,7	11,0	54,0
4,0	3,3	11,5	62,0
4,5	4,3	12,0	67,2
5,0	6,0	12,5	76,5
5,5	7,5	13,0	86,5
6,0	10,0	13,5	94,0
6,5	12,6	14,0	104,5
7,0	14,8	14,5	116,5
7,5	19,3	15,0	125,3

ANALISI

La fig. 3 mostra la rappresentazione grafica dei valori della tabella 1. Con l'estrapolazione si calcola l'altezza di salita h dell'acqua nel tubo montante a 0°C . Sulla base dei dati presenti si ottiene $h(0^\circ\text{C}) = 44,7 \text{ mm}$. È ora possibile calcolare la densità relativa dell'acqua con la formula (3).

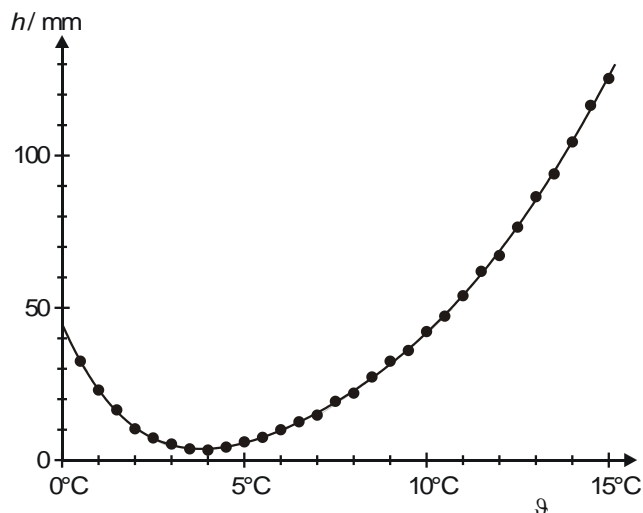


Fig. 3: Altezza di salita h in funzione della temperatura ϑ

Per la densità ρ dell'acqua vale pertanto sulla base di (1) e (2)

$$\frac{\rho(\vartheta)}{\rho(0^\circ\text{C})} = \frac{V_0 + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(0^\circ\text{C})}{V_0 (1 + 3 \cdot \alpha \cdot \vartheta) + \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h(\vartheta)} \quad (3)$$

Il massimo di questo rapporto è $\vartheta = 4^\circ\text{C}$ (cfr. fig. 4).

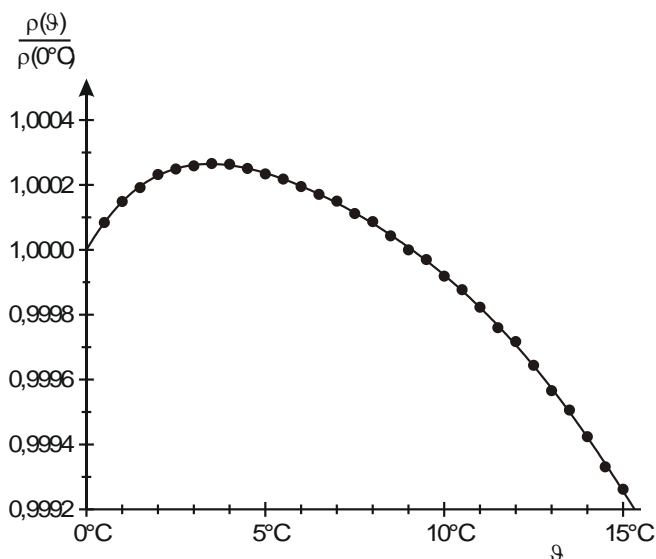


Fig. 4: Densità relativa dell'acqua in funzione alla temperatura ϑ

RISULTATO

Il volume dell'acqua diminuisce quando la temperatura aumenta da 0°C a 4°C e aumenta solo a temperature superiori.

La densità dell'acqua raggiunge il valore massimo a circa 4°C .

