

WYZNACZANIE CIEPŁA TOPNIENIA LODU

Wymagane wiadomości:

Definicja ciepła, jednostki, w jakich mierzymy ciepło, pojęcia: ciepło właściwe, ciepło topnienia, parowania i sublimacji, zasada zachowania energii.

Przydatna lektura:

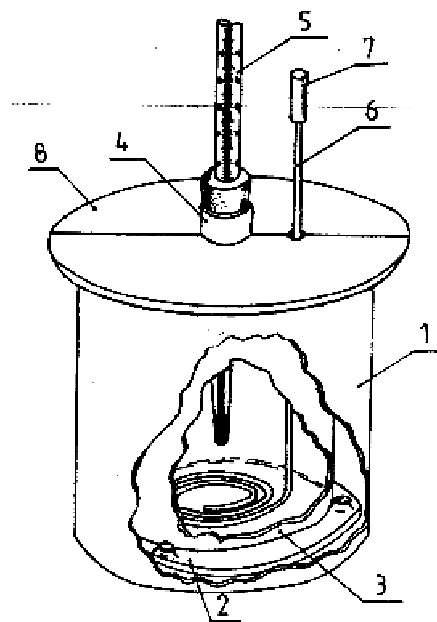
- Dryński T.: „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”.
- Podręczniki fizyki do szkoły średniej

Wyznaczanie ciepła topnienia lodu.

Ciepłem topnienia lodu nazywamy ilość energii, jaką należy dostarczyć jednostce masy substancji, aby uległa ona stopieniu.

Idea eksperymentu:

Kalorymetr o masie m_k i cieple właściwym c_k napełniamy do połowy wodą o masie m_w i cieple właściwym c_w . Czekamy na ustalenie się wspólnej temperatury t_1 . Dodajemy kilka kostek osuszonego lodu i rozpoczynamy pomiary temperatury. Lód topi się kosztem ciepła pobieranego od wody i kalorymetru, po czym ogrzewa aż do ustalenia wspólnej temperatury t_2 .



Rys. 1 Kalorymetr

Ciepło topnienia lodu wyznaczamy przy pomocy pomiarów kalorymetrycznych.

Oznaczamy:

Q_1 - ciepło oddane przez kalorymetr

Q_2 - ciepło oddane przez wodę zawartą w kalorymetrze

Q_3 - ciepło pobrane przez topiący się lód

Q_4 - ciepło pobrane przez wodę powstałą z lodu

Ciepła Q_1 , Q_2 , Q_3 i Q_4 można wyznaczyć poprzez pomiary mas i temperatur:

$$Q_1 = m_k \cdot c_k \cdot (t_1 - t_2) \quad (1)$$

$$Q_2 = m_w \cdot c_w \cdot (t_1 - t_2) \quad (2)$$

$$Q_3 = m_1 \cdot c_1 \quad (3)$$

$$Q_4 = m_1 \cdot c_w \cdot t_2 \quad (4)$$

gdzie: c_k - ciepło właściwe materiału, z którego wykonany jest kalorymetr (896 J/(kg·°C))
 m_k - masa kalorymetru
 m_w - masa wody zawartej w kalorymetrze
 c_1 - ciepło topnienia lodu
 c_w - ciepło właściwe wody (4186 J/(kg·°C))
 t_1 - temperatura początkowa kalorymetru i wody
 t_2 - temperatura końcowa
 m_l - masa lodu

Na podstawie bilansu cieplnego

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 \quad (5)$$

wyznaczyć można ciepło topnienia lodu c_l :

$$c_l = \frac{(m_k \cdot c_k + m_w \cdot c_w) \cdot (t_1 - t_2)}{m_l} - c_w \cdot t_2 \quad (6)$$

Przeprowadzenie pomiaru:

1. Wyznaczyć masę m_k osuszonego naczynia wewnętrznego kalorymetru wraz z pokrywą i mieszadłem (bez osłony).
2. Nalać wody destylowanej do połowy objętości naczynia wewnętrznego, nie używać wody z kranu.

Wyznaczyć masę m_2 naczynia z wodą i mieszadłem. Obliczyć masę wody.

$$m_w = m_2 - m_k$$

3. Naczynie wewnętrzne z wodą wstawić do osłony kalorymetru, przykryć pokrywką i mierzyć temperaturę wody co 1 minutę (mieszać okazjonalnie). Odczytywać temperaturę aż do momentu ustalenia się równowagi cieplnej (stałej temperatury).
4. Osuszyć kawałki lodu a następnie włożyć je do kalorymetru (lód o temperaturze 273°K=0°C pobrać z naczynia, w którym jest woda z lodem). Mierzyć temperaturę co minutę około 20 minut, tak długo, aż po osiągnięciu najniższej wartości jej wartość zacznie wzrastać. Od tej chwili mierzyć temperaturę jeszcze około 5 minut.
5. Wyznaczyć masę m_x naczynia wewnętrznego kalorymetru z mieszadłem i wodą po stopieniu lodu.
Obliczyć masę lodu $m_l = m_x - m_2$.
6. Wykonać wykres zależności temperatury wody od czasu. Odczytać z wykresu temperaturę początkową i końcową (najniższą). Oszacować δt_1 i δt_2 .
7. Obliczyć ciepło topnienia lodu c_l (równanie 6).
8. Przeprowadzić rachunek błędów. Błędy popełnione przy wyznaczaniu mas oszacować na podstawie dokładności przyrządów. Błąd pomiaru ciepła topnienia wyznaczyć z równania:

$$\delta c_l = \frac{(m_k \cdot c_k + m_w \cdot c_w) \cdot (\delta t_1 + \delta t_2) + m_l \cdot c_w \cdot \delta t_2}{m_l} + \frac{(t_1 - t_2) \cdot (c_k \cdot \delta m_k + c_w \cdot \delta m_w)}{m_l} + \frac{2 \cdot [(t_1 - t_2) \cdot (m_k \cdot c_k + m_w \cdot c_w)] \cdot \delta m_l}{m_l^2}$$

9. Odczytać z tablic fizycznych rzeczywistą wartość ciepła topnienia lodu i porównać z otrzymanym wynikiem.

Przykładowe pytania :

- 1). Wyjaśnij pojęcia : temperatura, ciepło, ciepło topnienia, ciepło właściwe. Podaj jednostki tych wielkości.
- 2). Wyjaśnij pojęcie – przemiana fazowa.
- 3). Określ jakim przemianom i w jakiej temperaturze może ulec woda?
- 4). Podaj treść zerowej i pierwszej zasady termodynamiki.
- 5). Opisz budowę kalorymetru.
- 6). Z jakich składników składa się równanie bilansu cieplnego?
- 7). Napisz równanie bilansu cieplnego dla układu przedstawionego w omawianym doświadczeniu.