

Wyznaczanie ciepła topnienia lodu i zmiany entropii układu

Instrukcja stanowiskowa

Potrzebne sprzęty: waga, kalorymetr, termometr.

Ważne!!! Kalorymetr składa się z dwóch naczyń:

- a) naczynia wewnętrznego, z pokrywką i mieszadłem,
- b) osłony zewnętrznej wraz z pokrywką.

W bilansie cieplnym bierze udział tylko naczynie wewnętrzne, dlatego kalorymetr ważymy zawsze **bez** osłony (naczynie wewnętrzne + pokrywka + mieszadło). Natomiast gdy mierzymy temperaturę układu, naczynie wewnętrzne musi być osłonięte osłonką i pokrywką osłonki.

1. Wyznacz masę wewnętrznego naczynia kalorymetru m_k . Pamiętaj aby naczynie było osuszone.
2. Napełnij wewnętrzne naczynie kalorymetru do połowy wodą destylowaną i wyznacz masę m_{kw} .
3. Oblicz masę wody m_w .
4. Umieść naczynie z wodą w osłonie termicznej kalorymetru i zmierz temperaturę początkową T_p .
5. Wyjmij z lodówki kawałek lodu, poczekaj chwilę aż zrobi się mokry, osusz go i wrzuć do wody w kalorymetrze. Obserwuj temperaturę, nie zaglądamy do środka kalorymetru. Najniższą temperaturę przyjmij jako temperaturę końcową T_k po stopieniu lodu.
6. Wyznacz masę kalorymetru z wodą i stopionym lodem m_{kwl} a następnie oblicz masę wrzuconego lodu m_l .
7. Oblicz ciepło topnienia lodu ze wzoru wynikającego z bilansu cieplnego:

$$\lambda = \frac{(m_k c_k + m_w c_w)(T_p - T_k) - m_l c_w (T_k - T_0)}{m_l}$$

gdzie: T_0 – temperatura topnienia lodu: 273,15 K,

c_k – ciepło właściwe kalorymetru (aluminium): $891,2 \frac{J}{kg \cdot K}$

c_w – ciepło właściwe wody: $4185 \frac{J}{kg \cdot K}$

8. Oblicz zmianę entropii lodu w procesie jego topnienia:

$$\Delta S_1 = \frac{\lambda m_l}{T_0}$$

9. Oblicz zmianę entropii wody powstałej ze stopionego lodu:

$$\Delta S_2 = m_l c_w \ln \frac{T_k}{T_0}$$

10. Oblicz zmianę entropii kalorymetru z wodą:

$$\Delta S_3 = (c_k \cdot m_k + c_w \cdot m_w) \ln \frac{T_k}{T_p}$$

11. Oblicz całkowitą zmianę entropii układu:

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \Delta S_3$$

12. Wyniki zestaw w tabeli.

m_k (kg)	m_w (kg)	m_l (kg)	T_p (K)	T_k (K)	λ (J/kg)	ΔS_1 (J/K)	ΔS_2 (J/K)	ΔS_3 (J/K)	ΔS (J/K)

13. Oszacuj niepewność: $u(\lambda)$:

Arbitralnie przyjmij dokładności pojedynczych pomiarów: Δm , Δt . Pamiętaj żeby były w odpowiednich jednostkach, takich jak wyniki pomiaru.

$$u(\lambda) = \sqrt{\left[\left(\frac{c_w(t_p - t_k)}{m_l} \right)^2 + \left(\frac{c_k(t_p - t_k)}{m_l} \right)^2 + \left(-\frac{(c_w m_w + c_k m_k)(t_p - t_k)}{m_l} \right)^2 \right] \cdot \left(\frac{\Delta m^2}{3} \right) + \left[\left(\frac{c_w m_w + c_k m_k}{m_l} \right)^2 + \left(-\frac{c_w m_w + c_k m_k}{m_l} - c_w \right)^2 \right] \cdot \left(\frac{\Delta t^2}{3} \right)}$$