

# **Pracownia fizyczna**

Wyznaczenie ciepła topnienia lodu

### Teoria:

- stany skupienia ciał, przejścia fazowe,
- ciepło topnienia, ciepło rozpuszczania, bilans cieplny,
- substancje krystaliczne i bezpostaciowe,
- I prawo termodynamiki, energia wewnętrzna,
- równowaga termodynamiczna,
- stężenie molowe.

### Cel ćwiczenia:

- zapoznanie się z procesami przejść fazowych ciał,
- wyznaczenie ciepła topnienia lodu,
- wyznaczenie ciepła rozpuszczania soli kuchennej.

### Przebieg ćwiczenia:

#### *I Wyznaczenie ciepła topnienia lodu:*

1. zważyć wewnętrzne naczynie kalorymetru (wraz z mieszadłem) –  $m_k$ ,
2. napełnić wewnętrzne naczynie wodą o temperaturze pokojowej do około 2/3 objętości, zważyć naczynie z wodą (wraz z mieszadłem) –  $M_1$ , wyznaczyć masę wody  $m_w$ ,
3. wstawić naczynie wewnętrzne do kalorymetru i mierzyć temperaturę co 30 s do czasu stwierdzenia, że warunki cieplne ustaliły się,
4. do wewnętrznego naczynia kalorymetru wrzucić około 10 cm<sup>3</sup> osuszonego lodu, mieszając mierzyć temperaturę wody co 30 s do chwili, gdy temperatura wody zacznie równomiernie wzrastać,
5. wykonać wykres zależności temperatury wody od czasu, z wykresu z przedłużenia linii przedstawiających przebieg temperatur w okresie początkowym i końcowym odczytać przyrost temperatury w kalorymetrze ( $T_p$  oraz  $T_k$ ) w wyniku natychmiastowej wymiany ciepła, oszacować  $\Delta T_p$  i  $\Delta T_k$ ,
6. wyznaczyć masę lodu –  $m_1$  (zważyć wewnętrzne naczynie kalorymetru z mieszadłem i wodą po stopieniu lodu),
7. wyznaczyć ciepło topnienia lodu  $c_1$  ze wzoru:

$$\Delta c_1 = \left| \frac{(m_k c_k + m_w c_w)(T_p - T_k) - m_1 c_w (T_k - 273)}{m_1} \right| (\Delta m_w + \Delta m_k) + \left| \frac{m_w c_w + m_k c_k}{m_1} \right| \Delta T_p + \left| \frac{m_w c_w + m_k c_k - m_1 c_w}{m_1} \right| \Delta T_k + \left| \frac{(m_w c_w + m_k c_k)(T_p - T_k)}{m_1^2} \right| \Delta m_1$$

8. obliczyć błąd pomiaru ze wzoru (metoda różniczki zupełnej):

9. porównać wyniki z tablicowymi, wnioski.

*II Wyznaczenie molowego ciepła rozpuszczania NaCl w wodzie dla składu molowego 1:20:*

1. zważyć wewnętrzne naczynie kalorymetru-  $m_k$ , wyznaczyć masę wody około 2/3 objętości kalorymetru-  $m_w$ ,
2. obliczyć masę soli kuchennej potrzebną dla uzyskania stężenia molowego 1:20, odważyć potrzebną masę soli-  $m_s$ ,
3. umieścić naczynie wewnątrz kalorymetru, mierzyć temperaturę co 30 s,
4. wsypać sól do kalorymetru, mieszając roztwór odczytywać temperaturę roztworu co 30 s,
5. wykonać wykres zależności temperatury od czasu (jak w pkt 5),
6. obliczyć molowe ciepło rozpuszczania  $Q_r$  ze wzoru:

$$Q_r = \frac{M_s [(m_s + m_w)c_r + m_k c_k] (T_p - T_k)}{m_s}$$

$M_s$ - masa molowa badanej substancji,  $c_r=3550$  J/(kgK) – ciepło właściwe roztworu NaCl w wodzie dla stężenia molowego 1:20, ciepło właściwe kalorymetru (aluminium),

7. obliczyć błąd pomiaru ze wzoru:

$$\Delta Q_r = \left| \frac{M_s (m_w c_r + m_k c_k) (T_p - T_k)}{m_s^2} \right| \Delta m_s + \left| \frac{M_s (c_r + c_k) (T_p - T_k)}{m_s} \right| (\Delta m_w + \Delta m_k) + \left| \frac{M_s (m_s + m_w) c_r + m_k c_k}{m_s} \right| (\Delta T_p + \Delta T_k)$$

8. porównać otrzymane wyniki z wartościami tablicowymi,
9. wnioski.

Literatura:

Szczeniowski Sz. Fizyka doświadczalna,

Dryński T. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki,

Kędzia B. Materiały do ćwiczeń z biofizyki i fizyki