

Instrukcja do ćwiczenia 33

Temat: Ciepło topnienia lodu

Jeżeli ciało stałe o budowie krystalicznej ogrzewamy, to jego temperatura początkowo wzrasta, aż do temperatury topnienia. Dalsze ogrzewanie ciała nie zmienia jego temperatury, a jedynie powoduje jego stopniowe topnienie. Całe ciepło dostarczane do ciała jest zużywane na zmianę energii potencjalnej wzajemnego oddziaływania cząsteczek. Ich energia kinetyczna, a więc i temperatura, nie zmienia się. Ciepło topnienia definiowane jest jako ilość ciepła, którą należy dostarczyć ciału o masie jednego kilograma, aby je całkowicie stopić bez zmiany temperatury. Jeżeli całe ciało stałe przejdzie w stan ciekły, to przy dalszym dostarczaniu ciepła jego temperatura zaczyna wzrastać.

Jeżeli do kalorymetru z wodą o znanej masie m_w i temperaturze początkowej T_p , wrzucimy masę m_l topniejącego lodu (w temperaturze 0°C), lód roztopi się i ustali się temperatura końcowa T_k . Woda i kalorymetr oddają ciepło, które zostaje pobrane na stopienie lodu, a następnie podgrzanie powstałej z niego wody, aż do ustalonej temperatury końcowej T_k . Bilans cieplny dla tego procesu można zapisać następująco:

$$(m_w c_w + m_k c_k)(T_p - T_k) = m_l q_l + m_l c_w T_k,$$

gdzie c_w jest ciepłem właściwym wody, m_k i c_k są masą i ciepłem właściwym kalorymetru, a q_l jest ciepłem topnienia lodu.

Ciepło topnienia lodu jest więc równe:

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

I. Kolejność wykonywania pomiarów

1. Wyznaczamy masę wewnętrznego naczynia kalorymetru.
2. Do kalorymetru nalewamy wody (około $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ wysokości kalorymetru) o temperaturze około 30°C – 35°C .
3. Wyznaczamy masę kalorymetru z wodą.
4. Naczynie wewnętrzne kalorymetru wkładamy do naczynia zewnętrznego.
5. Obliczamy masę wody.
6. Wkładamy termometr do wody w kalorymetrze i odczytujemy jej temperaturę początkową.
7. Bezpośrednio z foremki wrzucamy trzy kostki lodu.
8. Przykrywamy kalorymetr i starannie mieszadłkiem mieszamy wodę z lodem w kalorymetrze, aż do całkowitego roztopienia się lodu.
9. Odczytujemy wskazanie termometru, wyznaczając temperaturę końcową wody.
10. Ważymy kalorymetr z wodą w celu ustalenia masy wody powstałej z roztopionego lodu, a tym samym masy lodu.
11. Pomiary powtarzamy 3-krotnie.

II. Opracowanie wyników

1. Wyznaczyć ciepło topnienia lodu dla wszystkich trzech pomiarów korzystając ze wzoru:

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

2. Uśrednić wartość ciepła topnienia lodu.
3. Niepewność pomiaru wyznaczyć metodą różniczeki zupełniej, wyznaczając uprzednio niepewność pomiarów bezpośrednich.

III. Zagadnienia do kolokwium

1. Definicja ciepła właściwego i ciepła topnienia.
2. Równanie bilansu cieplnego.
3. Zależność temperatury ciała krystalicznego od ilości ciepła dostarczanego w procesie topnienia.
4. Budowa i zastosowanie kalorymetru.

IV. Literatura

1. Dryński T., *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Wydanie VI poprawione, PWN Warszawa 1977.
2. Szczeniowski Sz., *Ciepło i fizyka cząsteczkowa*, Wydanie IV poprawione i uzupełnione, PWN Warszawa 1976.