

WYZNACZANIE CIEPŁA TOPNIENIA LODU.

Cele ćwiczenia:

1. Wykorzystanie bilansu cieplnego do wyznaczenia ciepła topnienia.
2. Szacowanie niepewności pomiarowej i ustalenie najbardziej prawdopodobnej przyczyny odstępstwa uzyskanej wartości ciepła topnienia od wartości tablicowej.

Spis przyrządów:

Kalorymetr, waga techniczna, odważniki, termometr.

Zagadnienia:

1. Przemiany fazowe, wykres fazowy, krzywa ogrzewania substancji krystalicznej.
2. Definicja energii wewnętrznej, temperatury, ciepła, ciepła właściwego, pojemności cieplnej, ciepła topnienia i ich jednostki.
3. I zasada termodynamiki.
4. Sposób wyznaczenia ciepła topnienia lodu przy użyciu kalorymetru.
Układanie bilansu cieplnego.

Literatura:

1. T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa, 1978
2. Halliday D., Resnick. R, Walker.J, *Podstawy fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
3. M. Skorko, *Fizyka*, PWN, Warszawa, 1973.
4. S. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 2*, PWN, Warszawa, 1980.
5. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa, 1994.
6. Praca zbiorowa pod redakcją Cz. Kajtocha, *I Pracownia Fizyczna* Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków 2007

WYZNACZANIE CIEPŁA TOPNIENIA LODU.

Tok postępowania:

1. Potłuc lód na kilka większych kawałków i włożyć do zlewki z wodą.
2. Włączyć garnek elektryczny i podgrzać wodę do temperatury około 70°C.
3. Zważyć puste, suche wewnętrzne naczynie kalorymetryczne wraz z mieszadłem - m_k .
4. Wlać do naczynia kalorymetrycznego wewnętrznego ok. 1/2 jego objętości wodę o temperaturze ok. 70°C, całość ponownie zważyć i zanotować w tabeli jako m_1 . Obliczyć i zanotować w tabeli masę lodu m_w .
5. Naczynie kalorymetryczne z wodą i mieszadłem wstawić do kalorymetru (naczynia zewnętrznego), przykryć tekturową pokrywą, zanurzyć termometr i odczytać temperaturę początkową - t_p .
6. Wyjąć jeden kawałek lodu ze zlewki i osuszyć go w szmatce.
7. Włożyć szybko osuszony lód (trzymając przez szmatkę) do wewnętrznego naczynia kalorymetru, zamknąć i przykryć. Obserwować spadek temperatury, pamiętając o mieszaniu. Gdy temperatura przestanie się zmieniać (kilka powtarzających się wyników odczytu temperatury świadczy o zakończeniu procesu wymiany ciepła w kalorymetrze), odczytać i zanotować temperaturę końcową t_k . Odkryć kalorymetr i delikatnie otworzyć naczynie kalorymetryczne, sprawdzając czy lód stopniał w całości.
8. Wyjąć naczynie kalorymetryczne i zważyć je ponownie (wraz z mieszadłem), zanotować w tabeli jako m_2 . Obliczyć masę lodu m_L .

9. Obliczyć ciepło topnienia lodu L ze wzoru

$$L = \frac{(m_w c_{wlwody} + m_k c_{wlAl})(t_p - t_k) - m_L c_{wlwody}(t_k - t_t)}{m_L}$$

gdzie: t_t - temperatura topnienia lodu (0°C);

$$c_{wlAl} = 896 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg K}} \right] \text{ - ciepło właściwe naczynia kalometrycznego,}$$

wykonanego z aluminium;

$$c_{wlwody} = 4185 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg K}} \right] \text{ - ciepło właściwe wody.}$$

10. Obliczyć niepewność pomiarową i odchylenie od wartości tablicowej.

11. Powtórzyć wszystkie pomiary 2÷3 razy dla innych wartości m_L .

Tabela pomiarowa

Lp.	m_k	m_1	m_w	m_2	m_L	Δm	t_p	t_k	Δt	L	ΔL	L/L_{tab}	c_w	c_k
	[kg]						[°C]			$\left[\frac{\text{J}}{\text{kg}} \right]$	[-]	$\left[\frac{\text{J}}{\text{kg K}} \right]$		
1.														
2.														
3.														

W ćwiczeniu "Wyznaczanie ciepła topnienia lodu" w wymianie ciepła biorą udział :

1. Kalorymetr o masie m_k [kg] i cieple właściwym $C_{wtAl} \left[\frac{J}{kg K} \right]$.
2. Woda, nalana do kalorymetru, o masie m_w [kg] i cieple właściwym $C_{wt wody} \left[\frac{J}{kg K} \right]$.
3. Topniejący lód o masie m_L i cieple topnienia L .
4. Woda, która powstała z topniejącego lodu.

Bilans cieplny

Ciepło oddane:

1. przez kalorymetr:

$$Q_1 = m_k \cdot c_{wtAl} \cdot (\Delta t_1) \qquad \Delta t_1 = (t_p - t_k) \qquad (1)$$

2. przez podgrzaną wodę nalaną do kalorymetru:

$$Q_2 = m_w \cdot c_{wt wody} \cdot (\Delta t_1) \qquad (2)$$

Ciepło pobrane:

3. przez topniejący lód

$$Q_3 = m_L \cdot L \qquad (3)$$

4. przez wodę, która powstała z topniejącego lodu

$$Q_4 = m_L \cdot c_{wt wody} \cdot (\Delta t_2) \qquad \Delta t_2 = (t_k - t_p) \qquad (4)$$

gdzie: $t_p = t_f = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Bilans cieplny

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4$$

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 - Q_4$$

$$m_L \cdot L = Q_1 + Q_2 - Q_4$$

$$L = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_4}{m_L}$$

$$L = \frac{(m_w c_{wlwody} + m_k c_{wlAl})(t_p - t_k) - m_L c_{wlwody}(t_k - t_t)}{m_L}$$

Uwaga:

Ponieważ w bilansie występuje różnica temperatur Δt , możemy nie przeliczać jednostek, pozostawiając temperaturę w stopniach Celsjusza, w obliczeniach nie będzie to miało wpływu na wartość Δt .

$$T[\text{K}] = t[^\circ \text{C}] + 273,15$$