

	<h1>Wyznaczanie ciepła topnienia lodu przy pomocy kalorymetru</h1>	<h1>C1</h1>
---	--	-------------

**Przyrządy:**

Kalorymetr, termometr, waga, kostki lodu, bibuła.

**Informacje:**

Pomiar ciepła topnienia lodu dokonuje się w oparciu o zasadę zachowania energii. Jeżeli do kalorymetru o masie  $m_k$  (wraz z mieszadłem) i ciepłe właściwym  $c_k$  i temperaturze  $T_1$ , wprowadzi się kawałek lodu o masie  $m_l$ , ciepłe topnienia  $c_l$ , temperaturze  $T_0 = 273K$ , to temperatura wody i kalorymetru obniży się do wartości  $T_2$ . Kosztem ciepła oddanego przez wodę i kalorymetr, lód ulegnie całkowitemu stopieniu, a woda powstała z lodu ogrzeje się od temperatury  $T_0$  do  $T_2$ . Zakładając, że kalorymetr zapewnia dostateczne odizolowanie układu, ciepło pobrane przez lód na stopienie i ogrzanie wody powstałej z lodu  $Q_1$

( $m_l$  - masa lodu,  $c_l$  - ciepło topnienia ),

$$Q_1 = m_l c_l + m_l c_w (T_2 - T_0)$$

równa się ciepłu oddanemu przez kalorymetr i wodę w kalorymetrze -  $Q_2$  (zasada bilansu cieplnego)

$$Q_2 = (m_w c_w + m_k c_k) (T_1 - T_2)$$

( $m_k, c_k$  - masa i ciepło właściwe kalorymetru). Stąd otrzymujemy

$$c_l = \frac{(m_w c_w + m_k c_k)(T_1 - T_2)}{m_l} - c_w (T_2 - T_0) \quad (1)$$

Ciepło właściwe kalorymetru - aluminium (glin)  $c_k = 896 \frac{J}{kg \cdot K}$

**Kolejność wykonywanych czynności:**

**UWAGA! DO WYKONANIA TEGO ĆWICZENIA NIEZBĘDNE SĄ KOSTKI LODU. NALEŻY ZGŁOSIĆ POTRZEBĘ URUCHOMIENIA KOSTKARKI PRACOWNIKOWI TECHNICZEMU. INSTRUKCJA OBSŁUGI KOSTKARKI ZNAJDUJE SIĘ W PRACOWNI I NA STRONIE INTERNETOWEJ Z INSTRUKCJAMI DO ĆWICZEŃ.**

1. Włączyć wagę. Odczekać, aż waga się wytaruje (po serii testów na jej polu odczytowym pojawi się ciąg zer). Jeśli wyświetlacz pustej wagi nie wskazuje „0”, należy ją wyzerować ręcznie. Służy do tego przycisk „0” (piąty od lewej).
2. Wyznaczyć masę  $m_k$  osuszonego kalorymetru (**tylko część wewnętrzną, z mieszadłem – należy wyjąć wewnętrzną, metalową część kalorymetru z obudowy zewnętrznej, usunąć także pierścień z tworzywa – wewnętrzny metalowy pojemnik z mieszadłem ważymy**). Pomiar powtórzyć trzy razy i uśrednić go.
3. Wlać do kalorymetru wodę, np. 2/3 jego pojemności (**do jego wewnętrznej, metalowej części**), wyznaczyć masę kalorymetru z wodą  $m_1$ . Pomiar powtórzyć trzy razy i uśrednić go. Obliczyć masę wody  $m_w = m_1 - m_k$ .
4. Włożyć metalową część wewnętrzną kalorymetru do zewnętrznej części osłonowej z tworzywa (należy pamiętać o pierścieniu). Zamknąć szczelnie pokrywę.
5. Wyznaczyć temperaturę  $T_1$  kalorymetru z wodą.
6. Wrzucić do kalorymetru 2 – 3 kostki lodu wciąż mieszając wodę.  
**UWAGA! Wrzucany do kalorymetru lód ma mieć temperaturę 0C°. Jeśli pobrany z kostkarki lód topi się (na jego powierzchni jest woda), możemy to założenie przyjąć i osuszony bibułą lód wrzucamy do kalorymetru. Jeżeli lód się nie topi, układamy kostki na bibule i czekamy, aż na jego powierzchni pojawi się woda. Osuszamy lód z powstałej wody i wrzucamy go do kalorymetru.**
7. Obserwując przez cały czas mieszania wskazania termometru, odczytać najniższą temperaturę  $T_2$  wody.
8. Ponownie wyjąć wewnętrzną, metalową część kalorymetru z obudowy zewnętrznej (tym razem z wodą i roztopionym lodem wewnątrz), usunąć także pierścień z tworzywa.
9. Wyznaczyć masę kalorymetru z wodą i z lodem  $m_2$ . Pomiar powtórzyć trzy razy i uśrednić go. Obliczyć masę stopionego lodu  $m_l = m_2 - m_1$ .
10. Oszacować maksymalną niepewność jaką należy przypisać pomiarowi temperatur  $T_1$  i  $T_2$ .

11. Powtórzyć pomiary z punktów 2 – 6 dla dwu innych mas wody (np. 1/2 pojemnika i 1/3 pojemnika).
12. Wyniki pomiarów przedstawić w tabeli.

**Tabela 1**

$m_k$	$c_k$	$m_w$	$c_w$	$T_0$	$T_1$	$T_2$	$\Delta T$	$m_l$
[ kg ]	$\left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right]$	[ kg ]	$\left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right]$	[ K ]	[ K ]	[ K ]	[ K ]	[kg]

13. Obliczyć ciepło topnienia dla każdego pomiaru a następnie jego wartość średnią.
14. Przeprowadzić dyskusję niepewności pomiarowych.

**Wymagania:**

- pojęcie ciepła i temperatury z punktu widzenia kinetyczno- molekularnej teorii budowy substancji [2, 6]
- definicje ciepła właściwego i ciepła topnienia oraz jednostki tych wielkości [2, 6]
- pomiar ciepła topnienia za pomocą kalorymetru, wyprowadzenie wzoru [1]
- zależność temperatury topnienia od ciśnienia [6]