

## WYZNACZANIE CIEPŁA WŁAŚCIWEGO WODY

Instrukcja dla uczniów szkół podstawowych

### WSTĘP

Ciepło jest jednym ze sposobów, w jaki energia przekazywana jest z jednego ciała do drugiego. Prostym eksperymentem może być potarcie ręką o jakąś szorstką powierzchnię, np. o nasze ubranie. Spróbuj i zobacz, czy poczujesz ciepło, a będąc bardziej precyzyjnym - wzrost energii termicznej!

To, jak bardzo ciało się nagrzewa, zależy od materiału, z jakiego jest wykonane. Niektóre z nich nagrzewają się bardzo szybko (np. metale), inne - dużo wolniej (styropian, drewno). Te właściwości wykorzystujemy m. in. w budownictwie.

Substancją, którą często podgrzewamy w naszych domach, jest woda. Jak wspomnieliśmy, aby podnieść jej temperaturę, należy dostarczyć do niej energię. Porcja energii potrzebna do ogrzania 1 kg danej substancji o 1 st. C to ciepło właściwe. Znajduje ono zastosowanie we wzorze

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

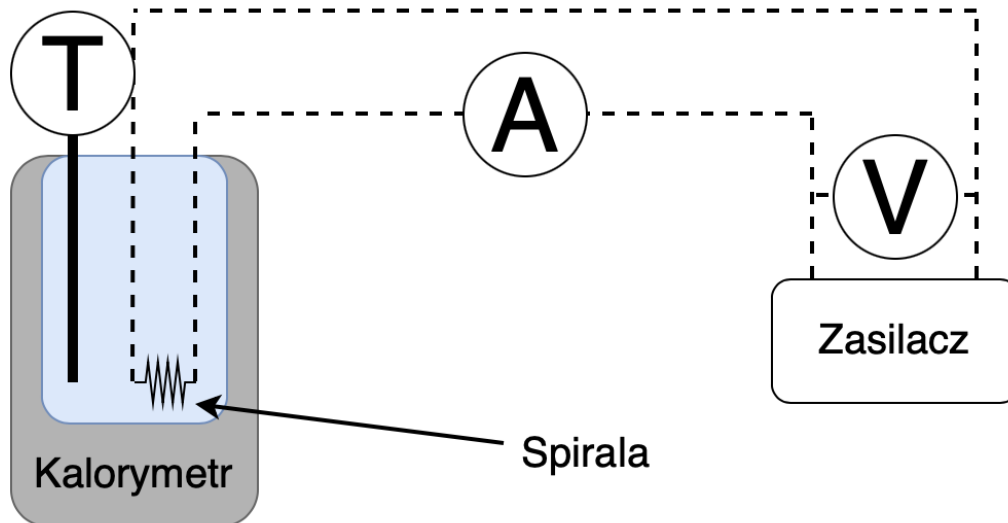
gdzie  $m$  to masa substancji,  $c$  to ciepło właściwe, a  $\Delta T$  to zmiana temperatury, którą osiągniemy dostarczając ciepło o wartości  $Q$ .

Zazwyczaj do podgrzewania wody używamy czajnika. Prąd przepływający przez grzałkę nagrzewa ją, a ciepło to jest pochłaniane przez wodę znajdującą się wokół niej. Zakładamy, że cała praca prądu elektrycznego zmieniana jest w ciepło, a wzór, pozwalający ją wyliczyć, przyjmuje postać

$$W = U \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

### PRZEBIEG EKSPERYMENTU

Celem eksperymentu jest doświadczalne wyznaczenie wielkości ciepła właściwego  $c$  dla wody. W tym celu, do izolowanego termicznie naczynia zwanego kalorymetrem (łac. *calor* - "ciepło", gr. *metron* - "miara"), włożona zostanie metalowa spirala (grzałka), przez którą przepuszczony zostanie prąd elektryczny pochodzący z zasilacza, którego wartości napięcia i natężenia będzie można odczytać z podłączonych do układu mierników. Odczyty te pozwolą na wyznaczenie mocy prądu elektrycznego, która wydzieli się na spirali. W kalorymetrze zanurzony zostanie termometr pozwalający na kontrolowanie zmiany temperatury wody, a co za tym idzie - pobranego przez nią ciepła.



Należy pamiętać, że nie tylko woda pobiera ciepło. Jest ono również wykorzystane do podniesienia temperatury grzałki oraz wewnętrznego naczynia kalorymetru. Z uwagi na różne materiały, z których wykonane są te elementy, a co za tym idzie - różne ciepła właściwe, wzór na pobrane ciepło przyjmuje postać

$$Q = (m_w c_w + m_k c_k + m_s c_s) \cdot \Delta T$$

gdzie indeksy oznaczają poszczególne elementy (*w* - woda, *k* - kalorymetr, *s* - spirala).

Po zestawieniu dwóch powyższych wzorów otrzymujemy zależność

$$c_w = \left( \frac{I \cdot U \cdot t}{\Delta T} - m_k c_k - m_s c_s \right) \cdot \frac{1}{m_w}$$

### POMIARY

Do dyspozycji masz:

- kalorymetr z grzałką, mieszadłem i termometrem,
- zasilacz
- wodę destylowaną,
- wagę.

*Jaka jest dokładność pomiarów z wykorzystaniem termometru i wagi?*

Podczas pomiarów, zmierzony zostanie czas podgrzewania wody w kalorymetrze przy podłączeniu spirali do źródła napięcia. Dla każdego układu zmierzemy czas wzrostu temperatury o 10°C.



Przed rozpoczęciem pomiarów temperatury wyznacz masy kalorymetru i wody (sprawdź jej masę przed rozpoczęciem każdej części eksperymentu), a następnie wpisz je w odpowiednie rubryki do tabeli poniżej

Kalorymetr		
$c_k$ [J/g*K]	$m$ [g]	$c_k \cdot m$ [J/K]
<b>0,903</b>		

W tabeli poniżej należy wpisać masę wody użytej w eksperymencie z wykorzystaniem danego układu spirali (tylko krótkiej, tylko długiej oraz obu połączonych). Uzupełnij wartość iloczynu ciepła właściwego i masy dla spirali. Przez cały czas trwania pomiaru zachowaj to samo napięcie (ok. 10 V) i natężenie prądu. Określone przy pomocy mierników wielkości umieść w poniższej tabeli. W przedostatniej kolumnie, po zakończeniu każdej części eksperymentu, wpisz czas podgrzewania wody. Ostatnia kolumna to praca prądu elektrycznego, zgodna z równaniem ze wstępu teoretycznego.

Układ	Spirala			Woda	Napięcie	Natężenie	Czas	Praca
	$c_s$ [J/g*K]	$m$ [g]	$c_s \cdot m$ [J/K]	$m$ [g]	$U$ [V]	$I$ [A]	$t$ [s]	$W$ [J]
Krótka	<b>0,400</b>	<b>0,036</b>						
Długa		<b>0,156</b>						
Połączone		<b>0,192</b>						

Z pewnością da się zauważyć, że tempo podgrzewania wody przez grzałkę jest różne w zależności od badanego układu - zastanów się, dlaczego?



Poniższa tabela pomoże Ci przejść przez obliczenia konieczne do wyznaczenia badanej wielkości

Układ	I	II	III	IV	V = I - II - III	VI = IV · V
	$W/\Delta T$ [J/K]	$m_k c_k$ [J/K]	$m_s c_s$ [J/K]	$1/m_w$ [1/g]	[J/K]	$c_w$ [J/(kg·K)]
Krótka						
Długa						
Połączone						

Wyznaczona wartość ciepła właściwego wody wyliczona przy użyciu każdego z trzech układów teoretycznie powinna być identyczna - badamy w końcu cały czas tę samą substancję. Czy tak rzeczywiście jest? Jeśli tak, aby obliczyć ostateczną wartość ciepła właściwego wody oblicz średnią ze wszystkich swoich trzech pomiarów.

$$c_w = \dots\dots\dots \text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$$

Porównaj uzyskaną wielkość z wartością tablicową ciepła właściwego dla wody, która wynosi ok. 4200 J/(kg·K). Jeśli otrzymany przez Ciebie wynik różni się od wartości tablicowych przedyskutuj z prowadzącym, co mogło być tego powodem.

Opracowanie:  
A. Spyra, A. Drabińska

