

Ćwiczenie C3

WYZNACZANIE CIEPŁA WŁAŚCIWEGO CIAŁ STAŁYCH

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych pojęć i zasad związanych z termodynamiką i wyznaczenie eksperymentalnie ciepła właściwego ciał stałych.

2. Zagadnienia do przygotowania

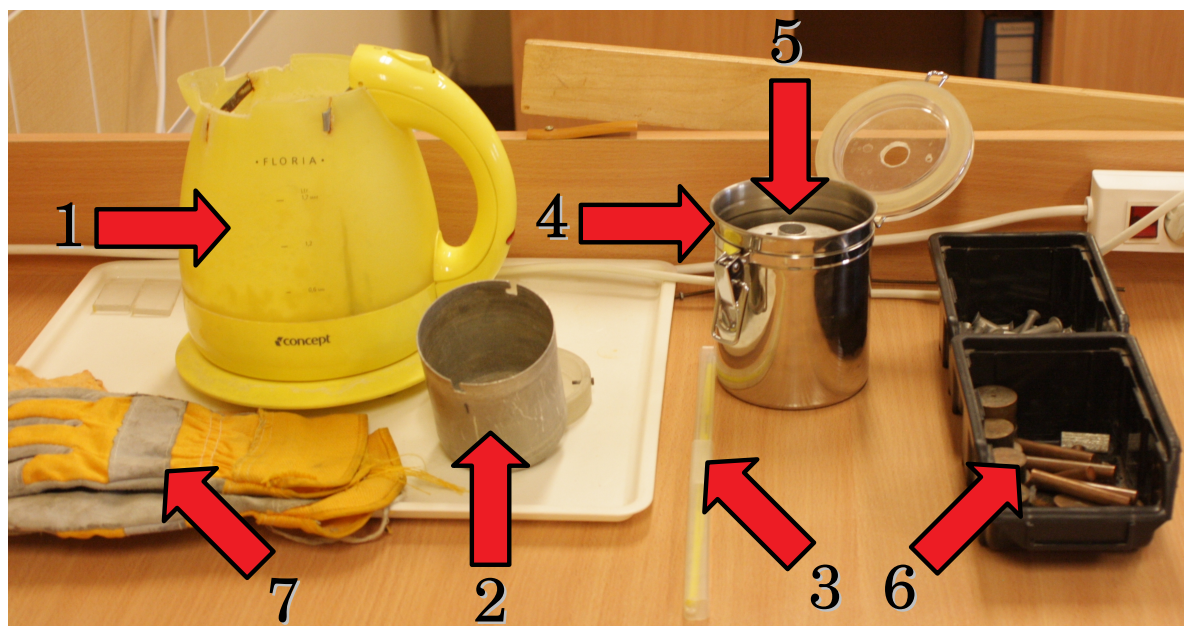
Zagadnienia do opracowania i nauczania się (**przed przystąpieniem** do wykonywania ćwiczenia):

- pojęcie ciepła właściwego i pojemności cieplnej ciał stałych,
- przewodnictw cieplne,
- formułowanie bilansu cieplnego z uwzględnieniem pojemności cieplnej kalorymetru.

Część teoretyczna sprawozdania (opracowana **przed przystąpieniem** do części praktycznej):

- sformułować i opisać bilans cieplny doświadczenia, wyprowadzić wzór (1).

3. Przyrządy pomiarowe, opis i schemat aparatury, przyjęte oznaczenia



Rysunek 1: Aparatura pomiarowa: czajnik (1), pojemnik do podgrzewania ciał stałych (2), termometr (3), obudowa kalorymetru (4), kalorymetr (5), badane ciała stałe (6), rękawice ochronne (7). Ponadto: stoper, waga o dokładności 0,01 g

m_k – masa kalorymetru w stanie suchym z pokrywą i mieszadłem,

m_{kw} – masa kalorymetru z wodą,

$m_w = m_{kw} - m_k$ – masa wody wlanej do kalorymetru,

m_c – masa ciała stałego,

c_c – ciepło właściwe ciała stałego,

c_w – ciepło właściwe wody ($c_w = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$),

c_k – ciepło właściwe kalorymetru, ($c_k = 900 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ (Al), $c_k = 450 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$ (stal. kw.)),

t_{pw} – temperatura początkowa (kalorymetru z wodą),

t_{pc} – temperatura początkowa badanego ciała stałego (równa temperaturze wody w czajniku w momencie przenoszenia badanego ciała do kalorymetru),

t_{kkwc} – temperatura końcowa kalorymetru z wodą i zanurzonym ciałem stałym.

4. Przebieg ćwiczenia (pomiarów)

- Zważyć badane ciało (m_c) – masa użytego ciała stałego powinna **przekraczać** 150 g.
- Napełnić do pełna czajnik (1) wodą, którą należy doprowadzić do pierwszych oznak wrzenia. Należy zrobić to z dala od kalorymetru, aby nie zachodziła wymiana ciepła.
- W czasie, gdy woda jest podgrzewana, zważyć pusty i suchy kalorymetr (m_k) wraz z pokrywką.
- Wlać do kalorymetru wodę do $\frac{1}{2}$ objętości i zważyć. Obliczyć masę wody.
- Włączyć stoper, zmierzyć temperaturę wody (t_{pw}) w kalorymetrze. Dokonywać odczytu temperatury co około 15 s. Wyniki pomiarów zapisywać w kolumnie *Temperatura* w Tabeli 1.
- Po zagotowaniu się wody, umieścić badane ciała stałe w pojemniku (2) (pojemnik z otworami w dnie) i umieścić pojemnik w czajniku (1).
- Po 3 minutach od momentu umieszczenia pojemnika (2) w czajniku zmierzyć temperaturę wody. Przyjąć, że temperatura początkowa ciała stałego (t_{pc}) w pojemniku jest równa temperaturze wody w czajniku.
- Ostrożnie wyjąć badane ciało stałe z gorącej wody, otrząsnąć z wody i wrzucić do wody w kalorymetrze. Zaznaczyć w Tabeli 1 moment wrzucenia.
- Kontynuować pomiar i zapis temperatury wody w kalorymetrze przez około 5 minut (**nie zapominając o mieszaniu**).

5. Tabele pomiarowe i opracowanie wyników

Aby wyeliminować efekt wymiany ciepła kalorymetru z otoczeniem należy znaleźć moment, w którym proces wymiany ciepła przebiegałby bardzo szybko. W tym celu należy sporządzić wykres zależności temperatury układu t od czasu τ :

$$t = f(\tau).$$

Z wykresu wyznaczyć tzw. temperatury interpolacyjne: t_{pkw}^0 i t_{kkwc}^0 .

Obliczyć ciepło właściwe badanego ciała:

$$c_c = \frac{(c_w m_w + c_k m_k)(t_{kkwc}^0 - t_{pkw}^0)}{m_c(t_{pc} - t_{kkwc}^0)}. \quad (1)$$

6. Ocena wyników pomiarów

Zapis wyników z błędem wraz z jednostkami w układzie SI.

Porównanie otrzymanych wielkości fizycznych z tablicowymi.

Dyskusja popełnionych błędów systematycznych i przypadkowych.

Propozycje poprawy dokładności pomiarów.

Tablica 1: Wyznaczanie ciepła właściwego ciał stałych

Ciało				Ciało			
Lp.	Moment pomiaru temp. τ [s]	Temp. t [°C]	Pomiar m_k, m_w, m_c [g]	Lp.	Moment pomiaru temp. τ [s]	Temp. t [°C]	Pomiar m_k, m_w, m_c [g]
1.			$m_k = \dots\dots$	1.			$m_k = \dots\dots$
2.			$m_{kw} = \dots\dots$	2.			$m_{kw} = \dots\dots$
3.			$m_w = m_{kw} - m_k$	3.			$m_w = m_{kw} - m_k$
4.			$m_w = \dots\dots$	4.			$m_w = \dots\dots$
5.			$m_c = \dots\dots$	5.			$m_c = \dots\dots$
6.				6.			
7.				7.			
8.				8.			
9.				9.			
10.				10.			
11.				11.			
12.				12.			
13.				13.			
14.				14.			
15.				15.			
16.				16.			
17.				17.			
18.				18.			
19.				19.			
20.				20.			
21.				21.			
22.				22.			
23.				23.			
24.				24.			
25.				25.			
26.				26.			
27.				27.			
28.				28.			
29.				29.			
30.				30.			

7. Literatura

- *Podstawy fizyki*, Halliday D., Resnick R., Walker J., dowolne wydanie.
- *Pracownia fizyczna*, Szydłowski H., dowolne wydanie.
- *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, Dryński T., dowolne wydanie.