

## Ćwiczenie C3

# Pomiar ciepła parowania wody

### C3.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie ciepła parowania wody przy użyciu kalorymetru.

### C3.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Pojęcie temperatury,
- przemiany termodynamiczne,
- pierwsza zasada termodynamiki,
- zasada zachowania energii (bilans cieplny),
- pojemność cieplna,
- ciepło parowania,
- ciepło właściwe.

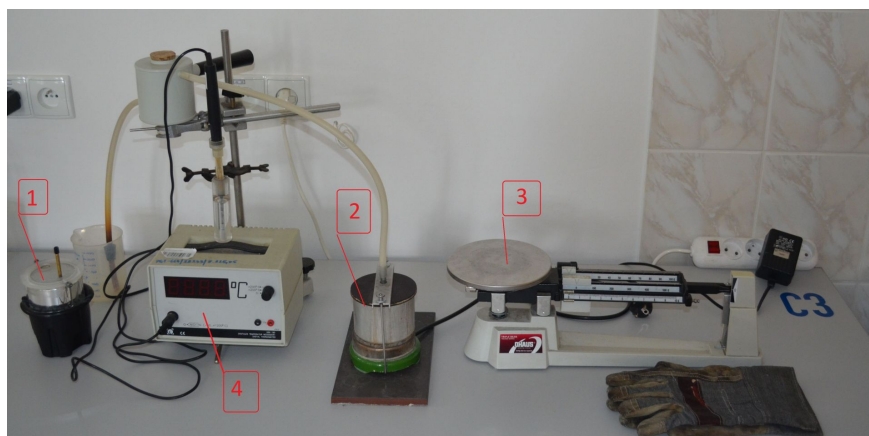
### C3.3. Literatura

- [1] Szczeniowski S.: *Fizyka doświadczalna*, cz. 2, PWN, Warszawa.
- [2] Massalski J., Massalska M.: *Fizyka dla inżynierów*, WNT, Warszawa.
- [3] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

### C3.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

#### Układ doświadczalny

Rysunek C3.1 przedstawia zdjęcie układu pomiarowego, który składa się z: **1** – kalorymetru, **2** – parownika, **3** – wagi i **4** – termometru.



Rysunek C3.1. Zdjęcie układu pomiarowego

#### Przebieg doświadczenia

##### Pomiar pojemności cieplnej naczynia kalorymetrycznego

1. Zważyć suche naczynie kalorymetryczne wraz z mieszadłem (**1**).
2. Wlać do naczynia (**1**) masę  $m_1$  (około 100 g) zimnej wody i zmierzyć jej temperaturę  $t_1$ . Masę wlanej wody  $m_1$  wyznaczyć, ważąc naczynie kalorymetryczne z wodą i następnie odejmując od niej masę pustego naczynia.
3. Wlać do naczynia kalorymetrycznego (**1**) masę  $m_2$  (około 100 g) wody ogrzanej do temperatury  $t_2$  (ok.  $40^{\circ}\text{C}$ – $50^{\circ}\text{C}$ ). Po wymieszaniu za pomocą mieszadła zmierzyć temperaturę  $t_3$ , jaka ustali się w naczyniu, a następnie ponownie zważyć naczynie kalorymetryczne w celu wyznaczenia masy  $m_2$  ciepłej wody.

##### Pomiar ciepła parowania wody

1. Napełnić wodą (około 200 g) parownik (**2**), starannie zamknąć wieczko i włączyć zasilanie grzejnika parownika.

2. Do zważonego poprzednio naczynia kalorymetrycznego (**1**) wlać masę  $m_w$  (około 150 g) zimnej wody o temperaturze  $t_0$ . Masę wody  $m_w$  wyznaczamy, ważąc naczynie kalorymetryczne z wodą i odejmując masę pustego naczynia.
3. Podgrzać wodę w parowniku (**2**), gdy para zacznie się intensywnie wydobywać z rurki połączonej ze zbiornikiem, włożyć rurkę do naczynia kalorymetrycznego (**1**) tak, aby jej koniec był zanurzony w wodzie.
4. Po około 2-3 minutach skraplania się pary wyjąć rurkę z naczynia kalorymetrycznego, odczytać temperaturę  $t_k$ , która ustali się w naczyniu i ponownie zważyć naczynie kalorymetryczne w celu wyznaczenia masy  $m_p$  wody, która powstała ze skroplonej pary wodnej.

### Zadania do wykonania

C3.1. Wyznaczyć pojemność cieplną kalorymetru.

C3.2. Wyznaczyć ciepło parowania wody.

#### Uzupełnienie do zadania C3.1

Równanie bilansu energetycznego w przypadku wyznaczania pojemności cieplnej kalorymetru ma postać:

$$(m_1 c_w + K)(t_3 - t_1) = m_2 c_w (t_2 - t_3); \quad (\text{C3.1})$$

z powyższego wzoru obliczamy pojemność cieplną naczynia kalorymetrycznego  $K$ .

#### Uzupełnienie do zadania C3.2

Równanie bilansu energetycznego w przypadku wyznaczania ciepła parowania wody ma postać:

$$(m_w c_w + K)(t_k - t_0) = m_p c_w (t_p - t_k) + L m_p; \quad (\text{C3.2})$$

z powyższego wzoru obliczamy ciepło parowania wody  $L$ , gdzie  $t_p$  oznacza temperaturę, w której skrapla się para wodna czyli  $100^\circ\text{C}$ .

### C3.5. Rachunek niepewności

Niepewność pomiaru masy szacujemy na podstawie klasy oraz zakresu użytej wagi. Niepewność pomiaru temperatury wynika z dokładności użytego termometru. Niepewność wyznaczenia pojemności cieplnej kalorymetru oraz ciepła parowania wody obliczamy jako niepewność wielkości złożonej.