

**ĆWICZENIE
22**

**POMIAR CIEPŁA WŁAŚCIWEGO CIAŁ STAŁYCH METODĄ
NERSTA**

Instrukcja wykonawcza

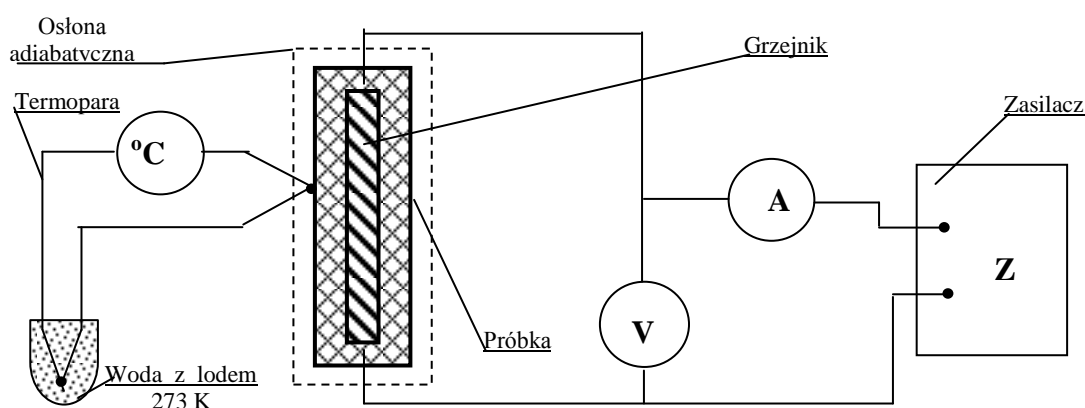
1. Wykaz przyrządów

- Komplet trzech próbek cylindrycznych (Cu, Al, C) w osłonie adyabatycznej.
- Zasilacz stabilizowany – $U_{wy} > 6V$; Wydajność prądowa – 1A
- Grzejnik
- Voltomierz
- Amperomierz
- Układ trzech termopar dla trzech próbek
- Cyfrowy miernik temperatury
- Termos
- Stoper

2. Cel ćwiczenia

- 2.1. Wyznaczenie ciepła właściwego miedzi, aluminium i grafitu w różnych temperaturach.
- 2.2. Wyznaczenie zależności ciepła właściwego od temperatury próbki.
- 2.3. Porównanie otrzymanego w ćwiczeniu ciepła molowego badanego materiału z wartością wynikającą z zasady ekwipartycji energii.

3. Schemat układu pomiarowego



Rys.1. Schemat układu pomiarowego

4. Przebieg pomiarów

- 4.1. Połączyć układ pomiarowy według schematu pokazanego na rysunku.
- 4.2. Napełnić termos mieszanką wody z lodem i umieścić w nim połączone razem spojenia odniesienia wszystkich trzech termopar.
- 4.3. Wyznaczyć temperaturę próbki w zależności od czasu jej ogrzewania
 - a) włożyć grzejnik do wydrążenia w badanej próbce; włączyć zasilanie grzejnika;
 - b) pomiary wykonać przy napięciu U zasilania grzejnika z zakresu $4 \div 6 V$;

Uwaga! Nie przekraczać wartości 6V! Zanotować wartość napięcia zasilającego

c) z chwilą włączenia zasilania grzejnika dokonywać co 30 s pomiaru temperatury T i natężenia prądu I płynącego przez grzejnik;

d) w chwili gdy temperatura próbki osiągnie wartość $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ wyłączyć zasilanie grzejnika;

Uwaga! W trakcie pomiarów nie przekraczać $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

e) analogiczne pomiary wykonać dla drugiej próbki.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe

Wersja dodatkowa

4.4. Wykonać analogiczne pomiary (pkt. IV) dla trzeciej próbki

5. Opracowanie wyników

5.1. Na jednym wykresie przedstawić :

zależność $T = f(t)$ temperatury ogrzewanej próbki od czasu

zależność $I = f(t)$ natężenia prądu płynącego przez grzejnik od czasu

5.2. Na podstawie wykresu $T = f(t)$ określić dla kilku wybranych czasów t_w i odpowiadających im temperatur szybkość przyrostu temperatury próbki $r = \frac{dT}{dt}$, jest to wartość tangensa kąta nachylenia stycznej do krzywej $T = f(t)$ w danym punkcie t_w . Obliczyć niepewność $u_c(r)$.

5.3. Z wykresu $I = f(t)$ odczytać wartości I_w odpowiadające wybranym poprzednio czasom t_w i obliczyć wielkość mocy elektrycznej dostarczonej w danej chwili

$$P = U \cdot I_w$$

gdzie: U – napięcie zasilania

5.4. Obliczyć wartość ciepła właściwego c dla różnych temperatur próbki odpowiadających wybranym czasom t_w , w oparciu o wzór:

$$c = \frac{UI_w}{mr} = \frac{P}{mr}$$

gdzie: $r = \frac{dT}{dt}$ - szybkość ogrzewania próbki w chwili t ,

U - napięcie zasilające grzejnik, I - natężenie prądu płynącego przez grzejnik w chwili t ,
 m - masa próbki.

Obliczyć niepewność $u_c(C)$.

5.5. Obliczyć wartość ciepła molowego C w różnych temperaturach T odpowiadających chwilom t :

$$C = \mu \cdot c$$

gdzie : μ - masa molowa badanej próbki
 c - ciepło właściwe

5.6. Sporządzić wykres $C = f(T)$ zależności ciepła molowego od temperatury; zaznaczyć na wykresie wartość ciepła molowego otrzymanego z prawa Dulonga – Petita .

5.7. Oszacować niepewności pomiarowe ciepła molowego $u_c(C)$ i na wykresie $C = f(T)$ zaznaczyć prostokąty niepewności. Niepewności odczytu temperatury i czasu oszacować na podstawie dokładności termopar i cyfrowego miernika temperatury.

7. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Pomiarzy masy próbki 1, napięcia zasilania, czasu ogrzewania, natężenia prądu płynącego przez grzejnik, temperatury ogrzewanej próbki, szybkości ogrzewania dla próbki 1 wraz z obliczonym ciepłem właściwym i ciepłem molowym

| lp. | rodzaj próbki | m | μ | U | t | T | I |
|------------|---------------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | | kg | kg | V | s | K | A |
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| ... | | | | | | | |
| n | | | | | | | |
| ΔX | | | | | | | |
| $u(X)$ | | | | | | | |

Tabela 2. Obliczone wartości szybkości ogrzewania próbki 1 i odczytane wartości prądu I_c dla wybranych czasów t_w wraz z obliczonym ciepłem właściwym i ciepłem molowym

| lp. | rodzaj próbki | t_w | I_w | r | c | C |
|------------|---------------|-------|-------|-------------------------------|--|---|
| | | s | A | $\frac{\text{deg}}{\text{s}}$ | $\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$ | $\frac{\text{J}}{\text{mol}^\circ\text{C}}$ |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| n | | | | | | |
| ΔX | | | | | | |
| $u(X)$ | | | | | | |
| $u_c(X)$ | | | | | | |

Masy próbek:

$$m_{\text{Al}} = (115,65 \pm 0,01) \text{ g}$$

$$m_{\text{Cu}} = (374,21 \pm 0,01) \text{ g}$$

$$m_{\text{C}} = (71,45 \pm 0,01) \text{ g}$$

Masa molowa

$$\mu_{\text{Al}} = (26,98 \pm 0,01) \text{ g}$$

$$\mu_{\text{Cu}} = (63,54 \pm 0,01) \text{ g}$$

$$\mu_{\text{C}} = (12,00 \pm 0,01) \text{ g}$$