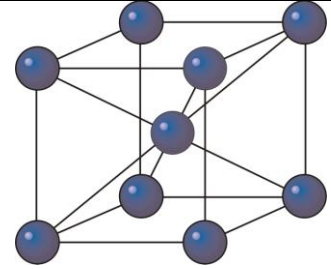


**KATEDRA FIZYKI**

**WYDZIAŁ INŻYNIERII PRODUKCJI  
I TECHNOLOGII MATERIAŁÓW  
POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA**



**PRACOWNIA  
FIZYKI CIAŁA STAŁEGO**



**ĆWICZENIE NR FCS-1**

**WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA**

**PRZEWODNICTWA**

**TEMPERATUROWEGO CIAŁ STAŁYCH**

## I. Zagadnienia do opracowania

1. Makroskopowy opis przewodnictwa ciepła.
2. Mikroskopowy mechanizm przewodnictwa cieplnego.
3. Przewodnictwo cieplne dielektryków.
4. Przewodnictwo cieplne metali.
5. Przewodnictwo cieplne szkła, ciał amorficznych i polikrystalicznych.

## II. Przebieg ćwiczenia

1. Cechowanie termopary miedź - konstantan.
  - a. Zestawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem 1.
  - b. Włączyć ultratermostat U-15 ustawiając przełącznik grzanie w pozycji 1000 W. Ustalić przy użyciu termometru kontaktowego temperaturę termostatu na  $45^{\circ}\text{C}$  czyli 318 K. W otworze termostatu umieścić denko oznaczone literą „A”
  - c. Nalać wody do naczynia aluminiowego (3/4 pojemności) i przykryć denkiem oznaczonym literą „C” a następnie umieścić naczynie na kuchence elektrycznej.
  - d. Podłączyć przewody od termopary do galwanometru.
  - e. Pokrętko autotransformatora ustawić w pozycji 100 - co odpowiada napięciu 100 V.
  - f. Mierzyć siłę termoelektryczną ( STEM ) termopary w zależności od temperatury ciepłego spojenia termopary w przedziale temperatur od  $20^{\circ}\text{C}$  do  $45^{\circ}\text{C}$  co 2 stopnie. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli 1 .

**Uwaga: Temperatura zimnego spojenia termopary jest równa temperaturze otoczenia, natomiast temperatura ciepłego spojenia jest równa temperaturze wody w naczyniu. Jednej działce galwanometru odpowiada 0,03 mV.**

- g. Po zakończeniu pomiarów pokrętko autotransformatora skrócić do zera, wyjąć końcówki termopary z gniazd zaciskowych galwanometru, zdjąć denko „C” z naczynia aluminiowego i postawić na stole .
2. Wyznaczanie współczynnika przewodnictwa temperaturowego  $\chi$  plexiglasu.
    - a. Zestawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem 2.

**Uwaga: Przewód od termopary zakończony banankiem oznaczonym „ + „, podłączyć do zacisku „ + „ galwanometru . Nie przesuwac galwanometru.**

- b. Wyjąć próbkę pomiarową, która jest przymocowana do denka oznaczonego literą „B” ze szklanej zlewki z wodą i połączyć końcówki termopary z galwanometrem.
- c. Zdjąć z ultratermostatu denko oznaczone literą „A” i w jego miejsce umieścić denko oznaczone literą „B” z próbką pomiarową.
- d. Co 3 minuty notować wskazania galwanometru odpowiadające różnicy temperatur  $\Delta T = T_o - T_p$ , gdzie  $T_o$  - jest stałą temperaturą wody w ultratermostacie o wartości 318 K, jest to temperatura powierzchni bocznej badanej próbki,  $T_p$  - jest temperaturą wewnątrz badanej próbki. Pomiar zakończyć po 42 minutach. Wyniki pomiarów wpisać do tabeli 2.
- e. Po zakończeniu pomiarów wymienić wodę w szklanej zlewce, wyjąć końcówki termopary z gniazd zaciskowych galwanometru, wstawić denko „B” z próbką do zlewki, wyłączyć ultratermostat.

## Tabele pomiarowe

Tabela 1

Temperatura powietrza $T_1$ [K]	Temperatura wody $T_2$ [K]	$\Delta T = T_2 - T_1$ [K]	STEM [mV]

Tabela 2

STEM [mV]	$\Delta T_1 = T_o - T_p$ [K]	t [s]	$\ln \Delta T_1$

### III. Opracowanie wyników pomiarów

1. Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 1 (kolumny 3 i 4) sporządzić na papierze milimetrowym formatu A-4 wykres zależności  $STEM = f(\Delta T)$ .
2. Znając wartości STEM podane w tabeli 2 na podstawie wykresu  $STEM = f(\Delta T)$  odczytujemy wartości  $\Delta T$ , które są równe wartości  $\Delta T_1$ .
3. Dane zawarte w tabeli 2, (kolumna 2) logarytmujemy i wartości logarytmów wpisujemy do (kolumny 4) tabela 2.
4. W oparciu o dane zamieszczone w tabeli 2 (kolumny 3 i 4) sporządzić na papierze milimetrowym formatu A - 4 wykres zależności  $\ln \Delta T_1 = f(t)$ .
5. Ponieważ badana próbka ma kształt walca to  $\lambda_{m,n,l}$  obliczamy w oparciu wzór:

$$\lambda_{m,n,l} = \left( \frac{\epsilon_m^{(n)}}{r} \right)^2 + \left( \frac{l \cdot \pi}{z} \right)^2 \quad (1)$$

gdzie:  $r$  – promień walca równy  $25 \cdot 10^{-3}$  m;  $z$  – wysokość walca równa  $115 \cdot 10^{-3}$  m;  $l=1$ ,  $\epsilon_m^{(n)}=2,40$ .

6. Wykres funkcji  $\ln \Delta T_1 = f(t)$  jest od pewnej chwili  $t$  linią prostą o współczynniku nachylenia  $\text{tg} \alpha$ , którego wartość jest równa  $v \cdot \lambda_{m,n,l}$ . A zatem

$$\text{tg} \alpha = v \cdot \lambda_{m,n,l} \quad (2)$$

Z wykresu  $\ln \Delta T_1 = f(t)$  dla części prostoliniowej obliczamy wartość  $\text{tg} \alpha$  a na podstawie wzoru (1) znajdujemy wartość  $\lambda_{m,n,l}$  dla badanej próbki o kształcie walca. Mając te dane i przekształcając wzór (2) obliczamy współczynnik przewodnictwa temperaturowego  $v$ :

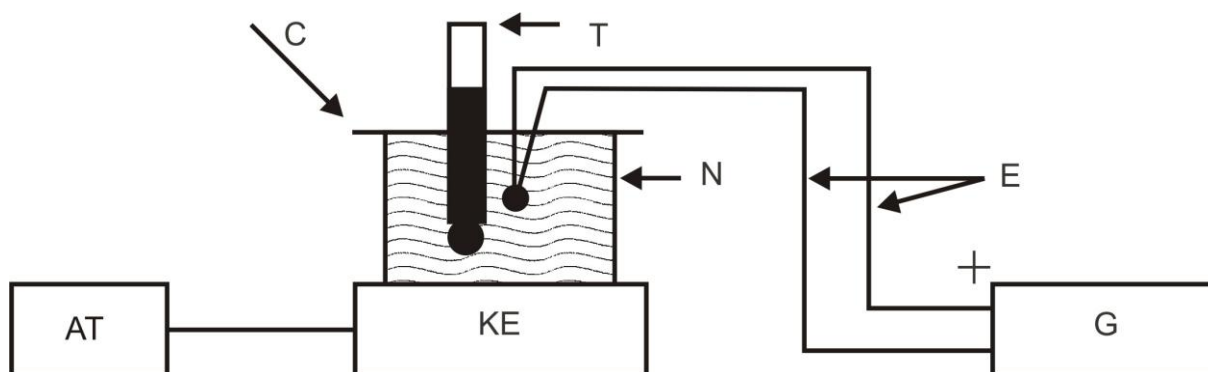
$$v = \frac{\text{tg} \alpha}{\lambda_{m,n,l}}$$

7. Oszacować błąd pomiaru  $v$

#### IV. Literatura

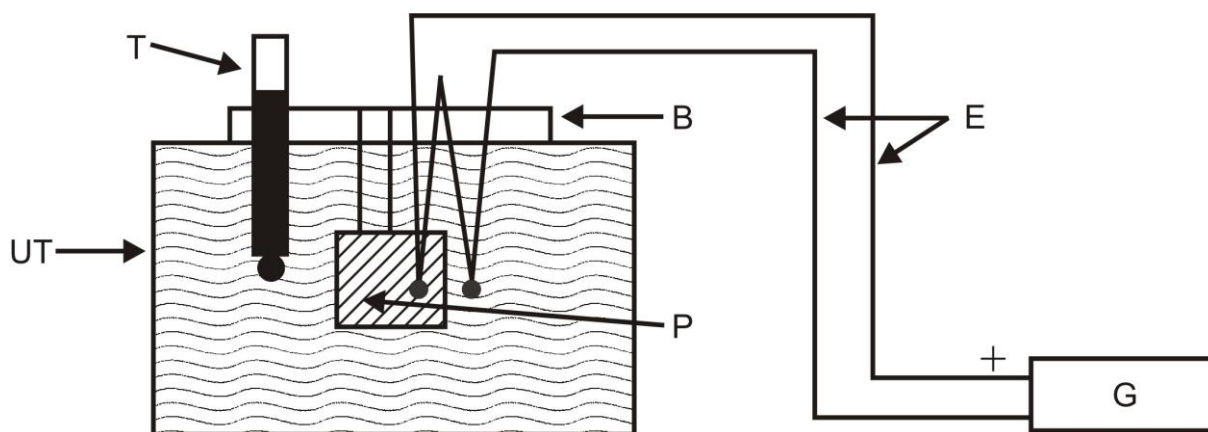
1. C. Kittel - Wstęp do fizyki ciała stałego
2. J. Massalski - Fizyka dla inżynierów część II
3. K. Krop i in. - Fizyka ciała stałego. Laboratorium, AGH - Kraków 1983
4. F. Kaczmarek - II pracownia fizyczna.

#### V. Schematy pomiarowe



Legenda: AT – autotransformator, KE- kuchenka elektryczna, N – naczynie aluminiowe, C- denko tekstolitowe, T – termometr rtęciowy, E – termopara miedź-konstantan, G – galwanometr zwierciadłowy

Schemat 1. Zestaw aparaturowy do cechowania termopary Cu-konstantan



Legenda: UT- ultratermostat, P – walcowata próbka z pleksiglasu, B – denko bakielitowe, E – termopara miedź-konstantan, G – galwanometr zwierciadłowy, T – termometr rtęciowy

Schemat 2. Zestaw aparaturowy do wyznaczania współczynnika przewodnictwa temperaturowego