

CIEPŁO I TEMPERATURA

Cel ćwiczenia

Celem zadania jest zapoznanie się z teorią kinetyczno- molekularną budowy materii, wybranymi zagadnieniami termodynamiki oraz doświadczalne wyznaczenie współczynnika przewodnictwa cieplnego metalu.

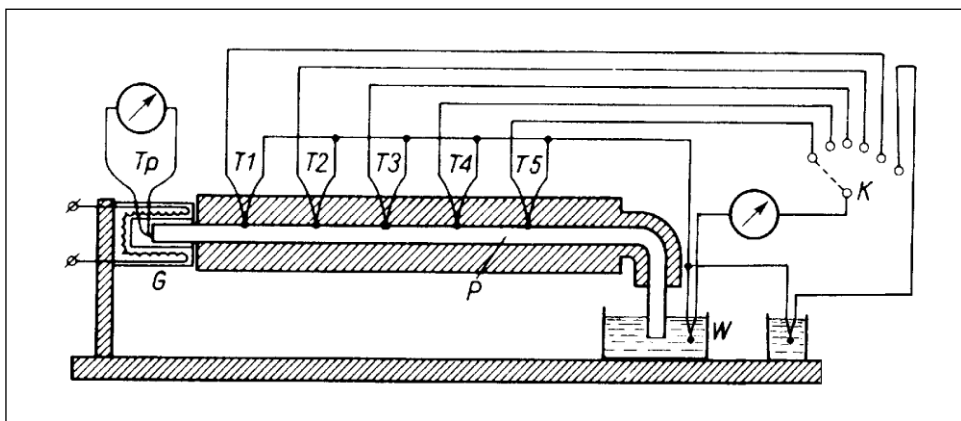
Zagadnienia do przygotowania

1. Kinetyczno - molekularna teoria budowy materii.
2. Stany termodynamiczne: ustalony i nieustalony.
3. Rozszerzalność cieplna, zjawiska termoelektryczne.
4. Drogi wymiany ciepła: przewodnictwo, konwekcja, parowanie, promieniowanie (ciało doskonale czarne).
5. Przyrządy do pomiaru temperatury (zasady pomiaru, mechanizmy działania) -termometry: cieczowe, bimetaliczne, termoelektryczne (termopara), ciekłokrystaliczne, podczerwieni i inne.
6. Galwanometr, działanie żarówki wolframowej i termostatu bimetalicznego .
7. Skale termometryczne i zależności między nimi.
8. Telemetria.
9. Występowanie i znaczenie zjawiska rozszerzalności cieplnej w przyrodzie.

Opis i przebieg ćwiczenia

WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA PRZEWODNICTWA CIEPLNEGO METALU

1. Opis doświadczenia i przyrządów



Ryc. 1. Schemat układu pomiarowego do wyznaczenia współczynnika przewodnictwa cieplnego metalu.

W celu wyznaczenia współczynnika przewodnictwa cieplnego metalu, wykorzystujemy zestaw pomiarowy przedstawiony na rys.1. W zestawie piecyk G zasilany jest prądem z zasilacza laboratoryjnego. Nagrzewa on koniec pręta P (o średnicy $2r=10$ mm). W piecyku i na pręcie w równych odstępach rozmieszczone są termopary ($T_1, T_2...$). Koniec pręta zanurzony jest w mieszaninie wody z lodem (W). Piecyk i boczne ścianki pręta są dobrze izolowane od otoczenia. Doświadczenie sprowadza się do pomiaru temperatur w układzie termopar rozmieszczonych wzdłuż pręta, napięcia U_1 i U_0 oraz oporu grzałki R i na ich podstawie wyznaczenia **współczynnika przewodnictwa cieplnego metalu K**

2. Kalibracja miernika

Uwaga: układ długo się stabilizuje (długo ustala się równowaga termiczna). Czynności kalibracyjne należy wykonać powoli i powtórzyć kilka razy.

W celu wykonania kalibracji należy:

- Ustawić przełącznik w położeniu T,
- W celu kalibracji zimnego końca termopary obie końcówki termopary umieścić w mieszaninie wody z lodem (termos).
- Wskazówka przyrządu powinna wskazywać $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, jeśli tak nie jest, należy ustawić ją gałką opisaną $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Następnie w celu kalibracji ciepłego końca termopary, jeden koniec termopary T umieścić w naczyniu z wodą o wyższej temperaturze (ok. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Wskazówka przyrządu powinna wskazywać wartość taką jak termometr w naczyniu, jeśli tak nie jest, należy ustawić ją gałką opisaną $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Czynności kalibracji ciepłego i zimnego końca termopary można powtórzyć, żeby upewnić się czy kalibracja została przeprowadzona prawidłowo.

3. Uruchomienie zestawu

- Przed włączeniem **piecyka** należy watą zamknąć jego otwór tak by maksymalnie ograniczyć straty ciepła.
- Przełącznik służący do wybierania termopary, z której dokonywany jest odczyt temperatury piecyka, powinien być ustawiony na **P**.
- Włączyć piecyk.
- Dobrać tak napięcie zasilające, aby uzyskać temperaturę piecyka $T_p=45-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ok. 4 V na zasilaczu – w razie wątpliwości **skonsultować się z prowadzącym**).
- W razie potrzeby można regulować wartość napięcia. Uwaga: Zmian dokonywać o bardzo małą wartość, ze względu na dużą bezwładność cieplną grzałki piecyka. **Zmian dokonywać najlepiej w porozumieniu z prowadzącym.**
- Po **ustabilizowaniu temperatury** piecyka odczytać napięcie U_0 (zasilanie piecyka). **Temperatura musi być stała!!!**
- Po uzyskaniu zgody prowadzącego założyć piecyk na nieosłoniętą część pręta (pręt będzie pobierał ciepło z piecyka, co doprowadzi do obniżenia temperatury piecyka – odczytujemy wskazania temperatury przy pozycji **P** na przełączniku).
- Należy podnieść temperaturę piecyka do uzyskania temperatury równej temperaturze początkowej T_p (zmierzonej uprzednio-bez pręta w piecyku). W tym celu zwiększamy napięcie zasilające piecyk (o ok. 0,3-0,5 V). **(Zmian dokonywać ostrożnie, aby nie przegrzać piecyka, wziąć pod uwagę bezwładność cieplną grzałki piecyka. Zmian dokonywać za zgodą prowadzącego!!!)**
- W trakcie stabilizowania się temperatury można wykonać pomiary z kolejnych doświadczeń.

4. Pomiary

- Po osiągnięciu wymaganej temperatury odczytujemy wartość napięcia zasilającego piecyk z prętem U_1 .
- W jednakowych odstępach czasu odczytywać wskazanie miernika dla wszystkich termopar (wybieranych przełącznikiem - poz. **P, 1,...,n**).
- Wyniki zanotować w Tabeli 1. W Karcie Pracy.
- **Serię (!!!)** powtórzyć kilkakrotnie (w 5 min odstępach) do czasu otrzymania liniowego rozkładu temperatur.
- Między seriami pomiarowymi należy wykonać obserwacje w ramach kolejnych doświadczeń
- Po zakończeniu pomiarów temperatury odłączyć **(za zgodą prowadzącego)** przewody od transformatora i zmierzyć omomierzem opór elektryczny grzałki piecyka

5. Opracowanie wyników

- Wykreślić zależność $T(x)$, gdzie x -odległością między odpowiednimi termoparami, T - odczytane wartości temperatur (w układzie termopar rozmieszczonych wzdłuż pręta). Dla pierwszej termopary przyjmujemy $x=0$. Odległość między kolejnymi termoparami wynosi 3 cm. Skomentować otrzymaną zależność.
- Obliczyć współczynnik κ dla poszczególnych par termopar (T_n-T_1 dla $n=1,...,15$. dopuszczalne są obliczenia dla co drugiej pary), korzystając ze wzoru:

$$|\kappa| = \frac{(U_1^2 - U_0^2)x}{\pi r^2 R (T_n - T_1)}$$

gdzie x jest odległością między termoparami 1 i n (UWAGA: x nie jest wartością stałą!!!), r - promień pręta

- Z uzyskanych wartości obliczyć wartość średnią $\bar{\kappa}$,
- Wyprowadzić jednostkę
- Ocenić otrzymany wynik (obliczyć średni błąd średniej arytmetycznej - $\Delta\kappa$).
- Porównać otrzymany wynik z wynikiem tablicowym (dla duraluminium).
- Skomentować wartość współczynnika duraluminium w porównaniu z innymi materiałami spotykanymi na co dzień

OBSERWACJA PRZEWODNOŚCI CIEPLNEJ RÓŻNYCH METALI



do podłoża (blatu)

1. Przyrząd do obserwacji przewodności cieplnej różnych metali i ich stopów składający się z mosiężnego krążka o średnicy ok. 20 mm, do którego przymocowanych jest 5 prętów metalowych o jednakowych wymiarach (ta sama długość i średnica przekroju), ale wykonanych z różnych metali/stopów, tj.: stal — mosiądz — aluminium — stal miękka — miedź (umowne oznaczenia na prętach, odpowiednio: S — B — A — Ss — C), zamocowany jest na statywie równolegle

Wykonanie doświadczenia.

- Na końcu każdego z pięciu fragmentów metali/stopów (w specjalnym zagłębieniu) wkropl identyczną ilość wody (kropli).
- Następnie, używając przy pomocy palnika spirytusowego ogrzej środek przyrządu.
- Zanotuj i zinterpretuj obserwację, uwzględnij wartości tabelaryczne współczynników przewodności cieplej badanych metali/stopów.



2 Wizualizator składa się z czterech metalowych płaskowników wykonanych ze stali, mosiądzu, aluminium i miedzi, umieszczonych na wspólnej, plastikowej podstawie. Na każdym z nich umieszczony jest wskaźnik, pokazujący zmiany temperatury (min. 35 °C – czerwony, max 45 °C-niebieski). W temp. ok. 40 °C przybiera on kolor zielony, który zmienia się w zakresie spektrum tej barwy w zależności od temperatury przewodzącego materiału. W ten sposób możemy

zaobserwować jednocześnie przewodność cieplną różnych metali.

Wykonanie doświadczenia.

- Dolną część wizualizatora (poniżej (!!!) ciekłokrystalicznego wskaźnika temperatury) zanurz w ciepłej wodzie (ok. 45 °C)
- Zanotuj i zinterpretuj obserwację, uwzględnij wartości tabelaryczne współczynników przewodności cieplej badanych metali/stopów. Porównaj dokładność obu przyrządów/metod pomiarowych.

PAROWANIE I PROMIENIOWANIE**1. Opis doświadczenia i przyrządów**

Kolejna część ćwiczenia to doświadczenia dotyczące parowania i promieniowania z wykorzystaniem termopar. Zestaw składa się z galwanometru i termopary. Złącza termopary są przyklejone do gąbki. Pomiary polegają na odczytywaniu wskazań galwanometru lub obserwowaniu kierunków zmian po każdej z niżej podanych czynności.

2. Pomiary

Pomiary rozpoczynamy od testu. Należy dotknąć palcem jednej, następnie drugiej końcówki termopary. Zaobserwować kierunek wychylenia wskazówki. Zanotować i zinterpretować obserwacje.

A. Promieniowanie

- Na obie końcówki termopary położyć jednakowej wielkości kawałki białego papieru (kończówki powinny być jednakowo zakryte).
- Ustawić lampkę tak, żeby końcówki były jednakowo oświetlone. Lampkę włączyć na ok.10 s.
- Doświadczenie powtórzyć kładąc dwa czarne papierki, następnie biały i czarny.
- Zanotować wartości i kierunki wychylenia galwanometru

B. Parowanie:

- Na obie końcówki termopary położyć niewielkie skrawki waty.
- Na **jedną** z nich nalać kroplę alkoholu obserwując jednocześnie efekt.
- Doświadczenie wykonujemy tylko raz, tylko na jednej końcówce
- Zanotować wartość i kierunek wychylenia wskaźnika galwanometru

3. Opracowanie wyników

Zanotować i zinterpretować obserwacje. **Podać ich wytłumaczenie naukowe.**

ROZSZERZALNOŚĆ CIEPLNA METALU**1. Opis doświadczenia i przyrządów**

Następnym etapem ćwiczenia jest obserwacja zjawiska rozszerzalności liniowej metalu z wykorzystaniem układu zamontowanego na statywie oraz bimetalu.

2. Obserwacje

- A. Zaobserwować zjawisko rozszerzalności liniowej **metal**u z wykorzystaniem układu zamontowanego na statywie. Zanonotuj obserwację. Opisz na czym polega doświadczenie? Co obserwujemy? Co się dzieje z drutem? Dlaczego żarówka zapala się i gaśnie? Z jakimi drogami wymiany ciepła mamy tutaj do czynienia? W wyjaśnieniu uwzględnić wpływ przepływającego prądu przez drut.
- B. Zaobserwować działanie dwóch **bimetal**u:
- **Osadzone w rękojeści** 2 połączone ze sobą paski różnych metali należy podgrzać nad palnikiem alkoholowym. Zanonotuj obserwację.
 - **Termometr bimetaliczny**, który należy umieścić w pojemniku z lodem lub w gorącej wodzie. Zanonotuj obserwację.