|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM FIZYKI 3.1** | | | | | |
| **Numer ćwiczenia** | 29/7 | **Temat ćwiczenia** | | Wyznaczanie współczynnika rozszerzalności cieplnej oraz badanie procesów przekazywania ciepła | |
| **Numer grupy** |  | **Termin zajęć** | | 10.11.2016, 09:15 | |
| **Skład grupy** | | | **Prowadzący** | | **Ocena** |
| Iwo Bujkiewicz, 226203 Bartosz Rodziewicz, 226105 | | | Dr inż. Grzegorz Zatryb | |  |

## 1. Cel ćwiczenia

* Wyznaczenie współczynnika rozszerzalności liniowej materiału

## 2. Wstęp teoretyczny

Rozszerzalność cieplna jest właściwością fizyczną ciał polegającą na zwiększaniu się ich długości (rozszerzalność linowa) lub objętości (rozszerzalność objętościowa) w miarę wzrostu temperatury.

W ćwiczeniu badano rozszerzalność liniową ciała w przybliżeniu cylindrycznego o małej średnicy i stosunkowo dużej długości.

Przyjmuje się, że zmiana długości jest proporcjonalna do zmiany temperatury, co wyraża wzór na rozszerzalność liniową:



gdzie:

* L jest długością przedmiotu po zmianie temperatury
* L0 jest początkową długością przedmiotu (przed zmianą)
* ɑ jest współczynnikiem rozszerzalności liniowej
* ΔT jest przyrostem temperatury.

Współczynnik rozszerzalności liniowej i jego jednostkę wyraża się zatem jako:



## 3. Spis przyrządów

* Drut metalowy o długości początkowej L0 = 0.875 ± 0.004 m
* Czujnik mikrometryczny
* Termometr YC-61N K/J  
  dokładność pomiaru temperatury: ± 0.05% ± 0.5 °C
* Zasilacz Zhaoxin RXN-1505D  
  dokładność pomiaru napięcia i natężenia: ± 1% ± 1 dgt

## 4. Przebieg ćwiczenia, wyniki oraz opracowanie

Na początek wyzerowano wskazanie czujnika mikrometrycznego, aby wskazywał 0. Odczytano początkowe wskazanie miernika temperatury, które uznano za równe temperaturze panującej w pomieszczeniu:

T0 = 23.6 °C

Na zasilaczu ustawiono maksymalne napięcie zasilania (E = 15 V) oraz minimalne ograniczenie prądowe (I = 0 A) i włączono zasilacz.

Następnie podwyższono ograniczenie prądowe o 0.1 A, odczekano 3 minuty i zarejestrowano wartości: napięcia w układzie (U), natężenia prądu (I), temperatury badanego materiału (T) i wydłużenia drutu od wartości początkowej (∆L). Czynność tę powtórzono 15 razy.

Za niepewność pomiaru długości przyjęto:



Niepewność pomiaru wydłużenia obliczono według wzoru:



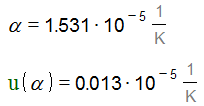
Wyniki prezentuje poniższa tabela.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **i** | **U [V]** | **I [A]** | **T [°C]** | **u(T) [°C]** | **∆L [mm]** | **u(∆L) [mm]** |
| 1 | 0.3 | 0.09 | 24.2 | 0.6 | 0.01 | 0.01 |
| 2 | 0.8 | 0.20 | 25.2 | 0.6 | 0.02 | 0.01 |
| 3 | 1.1 | 0.29 | 26.8 | 0.6 | 0.03 | 0.01 |
| 4 | 1.5 | 0.40 | 29.1 | 0.6 | 0.06 | 0.01 |
| 5 | 1.9 | 0.50 | 31.8 | 0.6 | 0.10 | 0.01 |
| 6 | 2.2 | 0.60 | 34.9 | 0.6 | 0.15 | 0.01 |
| 7 | 2.6 | 0.70 | 38.7 | 0.6 | 0.20 | 0.01 |
| 8 | 3.0 | 0.79 | 43.4 | 0.6 | 0.26 | 0.01 |
| 9 | 3.3 | 0.90 | 47.7 | 0.6 | 0.33 | 0.01 |
| 10 | 3.7 | 1.00 | 53.3 | 0.6 | 0.43 | 0.01 |
| 11 | 4.1 | 1.10 | 57.7 | 0.6 | 0.50 | 0.01 |
| 12 | 4.6 | 1.20 | 63.8 | 0.6 | 0.58 | 0.01 |
| 13 | 4.9 | 1.29 | 69.6 | 0.6 | 0.67 | 0.01 |
| 14 | 5.3 | 1.39 | 75.8 | 0.6 | 0.78 | 0.01 |
| 15 | 5.6 | 1.49 | 82.5 | 0.6 | 0.88 | 0.01 |

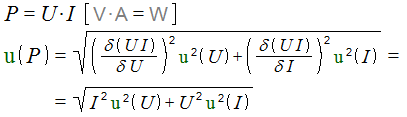
Następnie metodą regresji liniowej wyznaczono równanie prostej przybliżającej prostoliniową część zależności wydłużenia drutu od temperatury oraz sporządzono wykres **(Sekcja 6.)**.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **a** | **b** |
| **wartość** | **0.01531323504** | **-0.3893615597** |
| **niepewność** | **0.0001287857164** | **0.006878755295** |
| **wynik** | **0.01531(13)** | **-0.3893(69)** |

Ponieważ obliczenia przeprowadzane były na wartościach wydłużenia w milimetrach, aby z a otrzymać ostateczny wynik ɑ, należy je przemnożyć przez 10-3. Zatem:



Ostatnim krokiem było wyznaczenie mocy i jej zależności od różnicy T i T0. W tym celu posłużono się wzorami:



Wyniki prezentuje poniższa tabela.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **i** | **ΔT=T-T0 [°C]** | **U [V]** | **u(U) [V]** | **I [A]** | **u(I) [A]** | **P [W]** | **u(P) [W]** |
| 1 | 0.6 | 0.3 | 0.2 | 0.09 | 0.02 | 0.027 | 0.019 |
| 2 | 1.6 | 0.8 | 0.2 | 0.20 | 0.02 | 0.160 | 0.044 |
| 3 | 3.2 | 1.1 | 0.2 | 0.29 | 0.02 | 0.319 | 0.063 |
| 4 | 5.5 | 1.5 | 0.2 | 0.40 | 0.02 | 0.600 | 0.086 |
| 5 | 8.2 | 1.9 | 0.2 | 0.50 | 0.02 | 0.95 | 0.11 |
| 6 | 11.3 | 2.2 | 0.2 | 0.60 | 0.02 | 1.32 | 0.13 |
| 7 | 15.1 | 2.6 | 0.2 | 0.70 | 0.02 | 1.82 | 0.15 |
| 8 | 19.8 | 3.0 | 0.2 | 0.79 | 0.02 | 2.37 | 0.17 |
| 9 | 24.1 | 3.3 | 0.2 | 0.90 | 0.02 | 2.97 | 0.20 |
| 10 | 29.7 | 3.7 | 0.2 | 1.00 | 0.02 | 3.70 | 0.22 |
| 11 | 34.1 | 4.1 | 0.2 | 1.10 | 0.03 | 4.51 | 0.26 |
| 12 | 40.2 | 4.6 | 0.2 | 1.20 | 0.03 | 5.52 | 0.28 |
| 13 | 46.0 | 4.9 | 0.2 | 1.29 | 0.03 | 6.32 | 0.30 |
| 14 | 52.2 | 5.3 | 0.2 | 1.39 | 0.03 | 7.37 | 0.33 |
| 15 | 58.9 | 5.6 | 0.2 | 1.49 | 0.03 | 8.34 | 0.35 |

## 5. Wnioski

W badanym przedziale temperatur wzrost długości badanego ciała był w przybliżeniu wprost proporcjonalny do przyrostu temperatury, zgodnie z oczekiwaniami.

Porównanie wyznaczonego podczas analizy wyników współczynnika rozszerzalności liniowej równego 1.531(13)·10-5 [1/K] z tabelą wartości dla wybranych metali pozwala wnioskować, iż badany obiekt był zbudowany z pewnego stopu stali oraz miedzi, mosiądzu lub aluminium.

Pomiary były obarczone dość niewielkimi niepewnościami. Pozwoliłoby to całkiem dokładnie określić rozszerzalność cieplną przedmiotu oraz moc potrzebną do nagrzania i utrzymania przedmiotu w zadanej temperaturze, gdyby nie wpływ otoczenia - nawet niewielkie fluktuacje temperatury czy przepływu powietrza w pomieszczeniu powodują zauważalne dewiacje wyników pomiarowych.

Mimo to udało się pokazać nieliniowość zależności mocy od temperatury. Wynika ona z praw termodynamiki - gdy temperatura otoczenia pozostaje na względnie stałym poziomie, to im wyższa jest temperatura, do której nagrzał się przedmiot, tym szybciej oddaje on to ciepło do otoczenia i tym więcej energii trzeba mu ciągle przekazywać, aby pozostał nagrzany. W ćwiczeniu nagrzewano drut przy pomocy prądu stałego płynącego przez ów drut, a więc przy coraz wyższych temperaturach drutu trzeba było go zasilać prądem o coraz większej mocy.

## 6. Wykresy

**Wykres zależności względnego wydłużenia drutu od przyrostu temperatury**