|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| SPRAWOZDANIE Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO Z FIYZKI NR 11 | | | | |
| KOLEGIUM KARKONOWSKIE  w Jeleniej Górze  INSTYTUT TECHNIKI | | | Temat ćwiczenia: Skalowanie termopary i wyznaczanie temperatury krzepnięcia.  (ćwiczenie nr 11) | |
| Imię i nazwisko: | | | Data wykonania  ćwiczenia:  15.3.2007 | Ocena: |
| Specjalizacja  EiT | Semestr  II | Grupa  VII |

1. **Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest poznanie fizycznych podstaw zjawiska termoelektrycznego i zapoznanie z techniką pomiaru temperatury za pomocą termopary.

1. **Wstęp teoretyczny**

Zjawisko termoelektryczne polega na powstaniu siły elektromotorycznej między spojeniami dwóch różnych metali, jeżeli między tymi spojeniami występuje różnica temperatur. Zjawisko to wykorzystuje się do pomiaru temperatury. Zastosowanie termopar umożliwia zdalny pomiar temperatury, rejestrację zmian temperatury, automatyczną regulację procesów technologicznych oraz pomiar temperatury bardzo małych obiektów. Dodatkowymi zaletami termopar są: ich prosta konstrukcja, trwałość, bardzo duży zakres pomiarowy, dokładność i czułość pomiaru oraz mała bezwładność cieplna. Metal jest zbudowany z jonów dodatnich tworzących sieć krystaliczną oraz elektronów swobodnych poruszających się między tymi jonami. Koncentracja elektronów swobodnych jest różna w różnych metalach, a ponadto zależy od temperatury. W miejscu styku następuje dyfuzja elektronów z metalu o większej koncentracji elektronów swobodnych do metalu o mniejszej koncentracji. W obwodzie zamkniętym złożonym z dwóch różnych metali, gdy temperatury styków są jednakowe, następuje kompensacja napięcia Uab, powstałego na jednym ze styków, przez napięcie Uba na drugim styku. W obwodzie prąd nie płynie. Jeżeli temperatury styków będą się różnić między sobą T1≠T2 , to napięcie kontaktowe Uab ≠Uba i w obwodzie popłynie prąd termoelektryczny. Na gruncie elektronowej teorii metali w złączu wykonanym z dwóch metali A i B ,to powstanie kontaktowa różnica potencjałów



gdzie:

e - ładunek elektronu,

- energia Fermiego dla metalu A

- energia Fermiego dla metalu B.

W praktyce, dla niedużych różnic temperatur między spoinami można przyjąć liniową zależność siły termoelektrycznej od różnicy temperatur.



Stała α nazywa się współczynnikiem termoelektrycznym i oznacza wartość siły termoelektrycznej dla termopary wykonanej z danej pary metali przy różnicy temperatur między spojeniami równej 1 K.

1. **Tabele pomiarowe**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **t [ºC]** | **U [mV]** | **Skalowanie termopary** | **t [ºC]** | **U [mV]** | **Skalowanie termopary** | **t [ºC]** | **U [mV]** | **Skalowanie termopary** | **t [ºC]** | **U [mV]** |
| 28 | 0,29 | 46 | 1,01 | 64 | 1,77 | 82 | 2,53 |
| 29 | 0,33 | 47 | 1,08 | 65 | 1,80 | 83 | 2,56 |
| 30 | 0,38 | 48 | 1,12 | 66 | 1,85 | 84 | 2,60 |
| 31 | 0,43 | 49 | 1,20 | 67 | 1,90 | 85 | 2,66 |
| 32 | 0,45 | 50 | 1,22 | 68 | 1,94 | 86 | 2,70 |
| 33 | 0,49 | 51 | 1,25 | 69 | 1,98 | 87 | 2,74 |
| 34 | 0,53 | 52 | 1,27 | 70 | 2,03 | 88 | 2,77 |
| 35 | 0,58 | 53 | 1,30 | 71 | 2,06 | 89 | 2,81 |
| 36 | 0,61 | 54 | 1,35 | 72 | 2,11 | 90 | 2,86 |
| 37 | 0,66 | 55 | 1,40 | 73 | 2,15 | 91 | 2,90 |
| 38 | 0,70 | 56 | 1,44 | 74 | 2,18 | 92 | 2,93 |
| 39 | 0,74 | 57 | 1,49 | 75 | 2,24 | 93 | 2,98 |
| 40 | 0,79 | 58 | 1,52 | 76 | 2,28 | 94 | 3,00 |
| 41 | 0,81 | 59 | 1,56 | 77 | 2,32 | 95 | 3,05 |
| 42 | 0,85 | 60 | 1,62 | 78 | 2,37 | 96 | 3,08 |
| 43 | 0,91 | 61 | 1,66 | 79 | 2,41 | 97 | 3,11 |
| 44 | 0,93 | 62 | 1,71 | 80 | 2,45 | 98 | 3,15 |
| 45 | 0,98 | 63 | 1,75 | 81 | 2,50 | 99 | 3,18 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **t \*20 [s]** | **T [ºC]** | **Wyznaczanie temperatury krzepnięcia stopu** | **t \*20 [s]** | **T [ºC]** | **Wyznaczanie temperatury krzepnięcia stopu** | **t \*20 [s]** | **T [ºC]** | **Wyznaczanie temperatury krzepnięcia stopu** | **t \*20 [s]** | **T [ºC]** |
| 1 | 99 | 31 | 66 | 61 | 63 | 91 | 39 |
| 2 | 95 | 32 | 66 | 62 | 62 | 92 | 38 |
| 3 | 93 | 33 | 66 | 63 | 61 | 93 | 38 |
| 4 | 91 | 34 | 66 | 64 | 60 | 94 | 37 |
| 5 | 88 | 35 | 66 | 65 | 59 | 95 | 37 |
| 6 | 86 | 36 | 66 | 66 | 58 | 96 | 36 |
| 7 | 84 | 37 | 66 | 67 | 57 | 97 | 36 |
| 8 | 83 | 38 | 66 | 68 | 56 | 98 | 35 |
| 9 | 81 | 39 | 66 | 69 | 55 | 99 | 35 |
| 10 | 79 | 40 | 66 | 70 | 54 | 100 | 34 |
| 11 | 78 | 41 | 66 | 71 | 53 | 101 | 34 |
| 12 | 77 | 42 | 66 | 72 | 52 | 102 | 34 |
| 13 | 76 | 43 | 66 | 73 | 51 | 103 | 34 |
| 14 | 74 | 44 | 66 | 74 | 51 | 104 | 33 |
| 15 | 73 | 45 | 66 | 75 | 50 | 105 | 33 |
| 16 | 72 | 46 | 66 | 76 | 49 | 106 | 33 |
| 17 | 71 | 47 | 66 | 77 | 48 | 107 | 32 |
| 18 | 70 | 48 | 66 | 78 | 48 | 108 | 32 |
| 19 | 69 | 49 | 66 | 79 | 47 | 109 | 32 |
| 20 | 68 | 50 | 66 | 80 | 46 | 110 | 32 |
| 21 | 68 | 51 | 66 | 81 | 45 | 111 | 31 |
| 22 | 68 | 52 | 66 | 82 | 45 | 112 | 31 |
| 23 | 68 | 53 | 65 | 83 | 44 | 113 | 31 |
| 24 | 68 | 54 | 65 | 84 | 43 | 114 | 31 |
| 25 | 67 | 55 | 65 | 85 | 42 | 115 | 31 |
| 26 | 67 | 56 | 65 | 86 | 42 | 116 | 31 |
| 27 | 67 | 57 | 65 | 87 | 41 | 117 | 31 |
| 28 | 66 | 58 | 65 | 88 | 41 | 118 | 30 |
| 29 | 66 | 59 | 64 | 89 | 40 |  |  |
| 30 | 66 | 60 | 64 | 90 | 39 |  |  |

1. **Wzory i obliczenia**

Podczas skalowania termopary posłużyłem się wzorem, w którym temperatura wyrażona jest w stopniach Celsjusza. Przy temperaturze odniesienia równej 0 równanie na siłę termoelektryczną wyraźnie się upraszcza do postaci :



stąd dla n pomiarów otrzymujemy :



Przy wyznaczaniu temperatury krzepnięcia skorzystałem z wyznaczonego w poprzednim punkcie współczynnika termoelektrycznego. Przy zaokrąglaniu wzięłem pod uwagę błędy pomiarowe : błąd kwantyfikacji woltomierza i błąd bezwzględny termometru, odpowiednio : ΔU = 0,001 V i Δt = 0,5 °C.



Metoda regresji liniowej:





,gdzie 

Otrzymaliśmy następujące wyniki:

M=938120

a=0.045444357862

-b=0.36530917044

y = ax+b

Prosta musi przechodzić przez punkty :



Z otrzymanych wyników można wyliczyć temperaturę ze związku:



Odchylenie standardowe

 

Dla temperatur błąd względny wynosi odpowiednio:

  

 

Dla woltomierza błąd względny wynosi odpowiednio:

 

 

1. **Wnioski**

Pomiary prowadzone podczas ćwiczenia obarczone były szeregiem błędów. Po pierwsze występowały błędy wynikające z zastosowanych przyrządów : ΔU = 0,001 V i Δt = 0,5 °C. Łatwo można dostrzec większą rolę błędu bezwzględnego termometru. Po przejściu na błędy względne sytuacja wygląda jeszcze gorzej. Tak więc widzimy, że błędy woltomierza przy błędach termometru są do zaniedbania. Obserwując charakter błędu względnego dostrzegamy, że przyjmuje on największą wielkość przy początku skali. Dysponując wykresami zależności napięcia termoelektrycznego od czasu, zauważyłem charakter zjawiska krzepnięcia dla badanego metalu. Po zapoczątkowaniu procesu krystalizacji metal zaczął oddawać ciepło do otoczenia, temperatura wyraźnie wzrosła. Krzywa zależności T=f(t) po osiągnięciu minimum lokalnego trochę wzrosła i później zaczęła maleć. To minimum to temperatura krzepnięcia dla badanego metalu. Uzyskany poziom temperatury (**66°C**) wskazuje, że mieliśmy do czynienia z metalem łatwo topliwym. Dla pewności uzyskanych wyników obliczenia wykonano korzystając z regresji liniowej i stwierdzono równoznaczne wyniki z otrzymanymi. Najprawdopodobniej była to cyna lub jej stop z ołowiem.