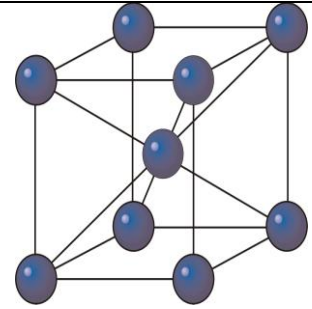


KATEDRA FIZYKI

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



***PRACOWNIA
FIZYKI CIAŁA STAŁEGO***



ĆWICZENIE NR FCS - 4

***WYZNACZANIE TEMPERATURY CURIE
FERRYTÓW***

I. Zagadnienia do opracowania

1. Własności magnetyczne materii: moment magnetyczny, namagnesowanie, podatność, przenikalność magnetyczna oraz ich jednostki.
2. Podział ciał ze względu na własności magnetyczne: ferromagnetyki, diamagnetyki, paramagnetyki, antyferromagnetyki, ferrimagnetyki.
3. Zależność namagnesowania ferromagnetyków i ferrimagnetyków od temperatury, temperatura Curie.
4. Zasada pomiaru temperatury za pomocą termopary.
5. Zasada działania transformatora.

II. Przebieg ćwiczenia

UWAGA: Wszelkich zmian połączeń w obwodzie grzejnika należy dokonywać przy odłączonym zasilaniu ze względu na możliwość porażenia prądem.

Przewody termopary są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne i należy obchodzić się z nimi ostrożnie.

1. Sprawdzić poprawność połączeń ze schematem.
2. Nalać wody do kalorymetru, wrzucić kilka kostek lodu uważając aby nie uszkodzić złącza termopary.
3. Ustawić odpowiednie zakresy pomiarowe mierników: woltomierza 50,0 V na zakresie napięć przemiennych, woltomierza cyfrowego 200 mV dla napięć stałych oraz miliamperomierza na zakresie 3 mA.
4. Włączyć do sieci transformator zasilający żarówkę miliamperomierza i ustawić na zerze położenie płamki świetlnej.
5. Autotransformatorem ustalić napięcie zasilające 40 V.
6. Notować wartości miliamperomierza dla sił termoelektrycznych termopary podanych w tabeli pomiarowej (**tab. 1**); **należy zwrócić szczególną uwagę na odczyt w otoczeniu punktu Curie ze względu na szybkie zmiany prądu.**
7. Narysować wykres cechowania termoogniwa na podstawie tabeli (**tab. 1**).
8. Narysować wykres zależności natężenia prądu w uzwojeniu wtórnym transformatora od temperatury rdzenia ferrytowego. Z wykresu $I=f(T)$ wyznaczyć temperaturę Curie ferrytu jako temperaturę dla której prąd zmaleje do połowy wartości początkowej.
9. Przeprowadzić dyskusję błędów.

III. Tabele pomiarowe

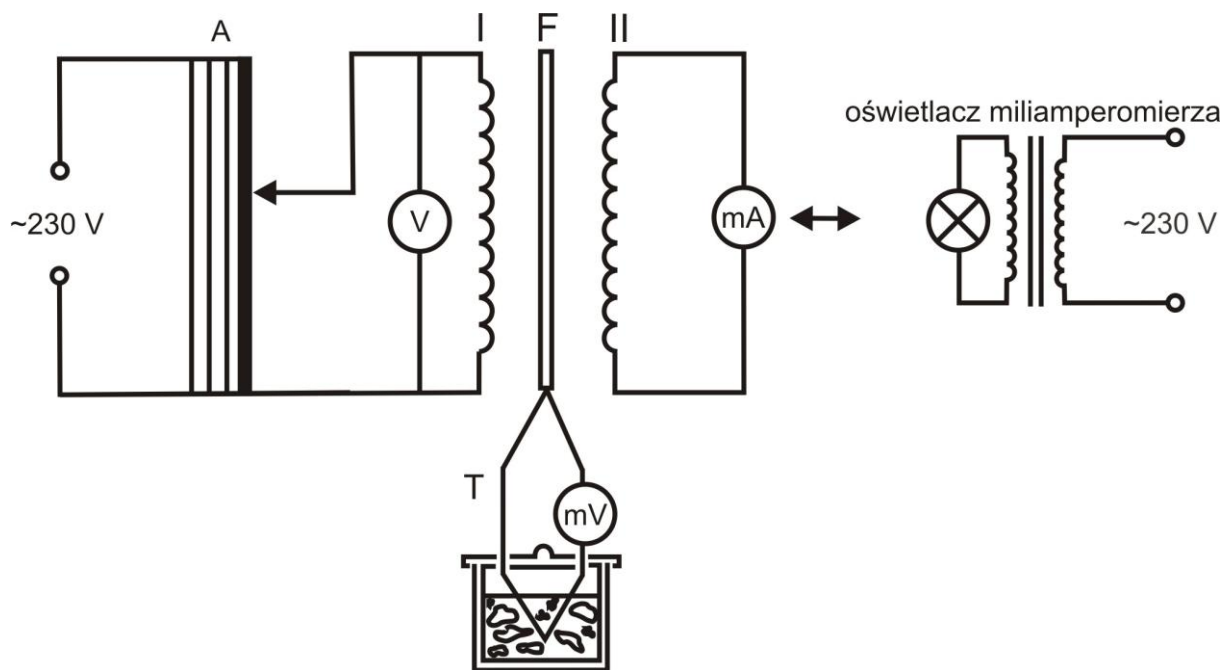
Tabela 1. Charakterystyka termoelektryczna termoelementu NiCr-Ni

Temperatura [°C]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Siła termoelektryczna E [mV]									
0	0	0,40	0,80	1,20	1,61	2,02	2,43	2,85	3,26	3,68
100	4,10	4,51	4,92	5,33	5,73	6,13	6,53	6,93	7,33	7,73
200	8,13	8,53	8,93	9,34	9,74	10,15	10,56	10,97	11,38	11,8

E [mV]	...	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8
I [dz]														
I [mA]														
T [K]														

E [mV]	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2
I [dz]														
I [mA]														
T [K]														

IV. Schemat pomiarowy



F- badany ferryt

T – termopara

I – rurka kwarcowa z nawiniętym uzwojeniem grzejnym jako uzwojenie pierwotne transformatora

Ż – obwód zasilania żarówki miliamperomierza.

V. Zasada pomiaru temperatury Curie

Prąd zmienny płynący przez pierwotne uzwojenie transformatora, powoduje powstanie periodycznie (okresowo) zmiennego strumienia indukcji. W zależności od rodzaju transformatora, strumień ten przechodzi niemal całkowicie lub częściowo przez uzwojenie wtórne transformatora i indukuje w nim siłę elektromotoryczną przemienną, o tej samej częstotliwości. Wartość tej siły elektromotorycznej jest proporcjonalna do liczby zwojów cewki wtórnej. Powodem tego jest fakt, że siły elektromotoryczne indukowane w poszczególnych zwojach, sumują się. Biorąc cewkę o bardzo dużej liczbie zwojów otrzymujemy po stronie uzwojenia wtórnego bardzo wysokie napięcie. Przeciwnie, dla cewki o bardzo małej ilości zwojów, otrzymamy na jej zaciskach niskie napięcie, które jest znacznie niższe od napięcia na cewce pierwotnej.

Prąd zmienny, płynący w uzwojeniu pierwotnym transformatora powoduje wydzielanie się ciepła i ogrzewa izolowany rdzeń ferrytowy. Temperaturę rdzenia określa się z krzywej cechowania termopary.

Natężenie prądu w uzwojeniu wtórnym zależy między innymi od przenikalności magnetycznej rdzenia ferrytowego. Gdy badana próbka osiągnie temperaturę Curie, następuje gwałtowny spadek przenikalności magnetycznej rdzenia, i natężenia prądu w uzwojeniu wtórnym. Temperatura Curie odpowiada spadkowi natężenia prądu do połowy wartości maksymalnej.

Do pomiaru temperatury Curie ferrytów wykorzystujemy:

- rurkę kwarcową, na której zostało umieszczone uzwojenie (transformator),
- cylindryczny rdzeń ferrytowy (badana próbka), umieszczony wewnątrz rurki kwarcowej,
- termoelement (termoparę), której złącza pozostają w kontakcie z rdzeniem ferrytowym i otoczeniem.

Zasada pomiaru temperatury za pomocą termopary:

Ogniwo termoelektryczne (termoogniwo) zwane też termoparą, jest stosowane do pomiaru temperatury. Stanowią je dwa odcinki drutu z różnych metali spojone końcami. Jeżeli oba złącza będą miały różne temperatury, to pojawi się różnica potencjałów czyli siła elektromotoryczna ε . Rejestrujemy ją za pomocą galwanometru lub czułego miliwoltomierza. Wzbudzona siła elektromotoryczna:

$$\varepsilon = k(t_2 - t_1),$$

jest wprost proporcjonalna w pewnym zakresie do różnicy temperatur złączy $\Delta t = t_2 - t_1$ (nie w całym, gdyż $k(t)$ - też zależy od temperatury). Z tego względu termoparę służącą do pomiaru temperatury należy dokładnie wycechować.

Jeżeli jedno złącze umieścimy w wodzie z lodem to jego temperatura $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Wówczas t_2 będzie temperaturą ferrytu wewnątrz pieca (cewki).

Procedura cechowania termopary:

- Jedno złącze wstawiamy do naczynia z topniejącym lodem (woda i lód w równowadze termodynamicznej pod normalnym ciśnieniem $p_0 = 101\,325\text{ Pa}$ wyznaczają dokładnie temp. $273,16\text{ K} \Leftrightarrow 0^\circ\text{C}$).
- Drugie złącze wkłada się do kąpielii o bardzo dokładnie znanej temperaturze, którą wyznaczają najczęściej znane temperatury topnienia lub wrzenia różnych substancji.
- Sporządza się wykres zależności siły elektromotorycznej ε [mV] w funkcji temperatury drugiego złączy: $\Delta t = t - 0^\circ = t$ [$^\circ\text{C}$].

Jeżeli sporządzimy krzywą cechowania czyli zależność $\varepsilon = f(\Delta t)$, a następnie zetkniemy drugie złącze z podgrzewanym magnetykiem, to możemy wyznaczyć jego temperaturę z krzywej cechowania na podstawie odczytanej na mierniku siły elektromotorycznej ε dla tej temperatury.

W ćwiczeniu używana jest termoparą NiCr-Ni, a dane do sporządzenia krzywej cechowania zawarte są w tab. 1.

VI. Literatura

1. J. Massalski „Fizyka dla inżynierów” cz. II
2. Ch. Kittel „Wstęp do fizyki ciała stałego”
3. B. Buszmanow, J. Chromów „Fizyka ciała stałego”