

Z23 - BADANIE MAGNETYCZNYCH PRZEMIAN FAZOWYCH ORAZ PRZEMIAN TYPU "PORZĄDEK-NIEPORZĄDEK" W ZWIĄZKACH MIĘDZYMETALICZNYCH METODĄ REZYSTOMETRYCZNĄ

II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

Celem ćwiczenia jest poznanie rezystometrii jako ważnej i wygodnej metody badania przemian fazowych w przewodzących ciałach krystalicznych. Cel ten jest realizowany na przykładzie związku międzymetalicznego FePd poprzez obserwację i analizę anomalii w temperaturowej zależności oporu elektrycznego, związanych z zachodzącym w w/w związku procesem porządkowania atomowego oraz zmianą uporządkowania magnetycznego.

Zagadnienia do przestudiowania

1. Opór elektryczny metali (opór fononowy i resztkowy, wkład magnetyczny do oporu elektrycznego) [1, 2, 3, 4].
2. Metody pomiaru oporu elektrycznego (w tym metoda czterokontaktowa) [1, 2, 3, 4].
3. Pomiar temperatury z wykorzystaniem termopary z układem kompensacyjnym.
4. Rodzaje i klasyfikacja przemian fazowych [1, 2, 3, 4].
5. Magnetyczne przejścia fazowe (na przykładzie przejścia układu ze stanu ferromagnetycznego do paramagnetycznego) [1, 2, 3, 4].
6. Kryształ, struktura krystaliczna, defekty [1, 2, 3, 4].
7. Mechanizm migracji atomów w kryształach stopów metali i pojęcie energii aktywacji [1, 2, 3, 4].
8. Przemiana "porządek-nieporządek" [1, 2, 3, 4].

Program ćwiczenia

Badany jest związek międzymetaliczny FePd, w którym zachodzą przemiany magnetyczne i strukturalne (diagram fazowy w materiałach dostępnych po zalogowaniu). Próbką jest wstępnie wygrzana w temperaturze ok. 800 K, a następnie wolno schłodzona do temperatury pokojowej. Tak przygotowaną próbkę ogrzewamy ze stałą szybkością α (tj. zmianę temperatury można opisać zależnością $T = T_0 + \alpha t$), mierząc równocześnie jej opór elektryczny (metodą czterokontaktową). Pomiar i akwizycja danych są zautomatyzowane - ich przebiegiem steruje komputer (program napisany w środowisku LabView). Eksperymentator może w szerokim zakresie programować charakter zmian temperatury próbki w funkcji czasu. Zadaniem wykonującego ćwiczenie jest rejestracja zależności temperaturowej oporu elektrycznego próbki w zakresie temperatur 300-1100 K, wyznaczenie temperatury Curie i temperatury przemiany „porządek- nieporządek” oraz numeryczne oszacowanie niepewności wyznaczonych temperatur.

1. Przedyskutować program ćwiczenia z asystentem, a następnie ustalić wartości parametrów pomiaru tak, aby w zadanych zakresach zmiany temperatury próbki zachodziły ze stałą szybkością.

2. Wstępne przygotowanie aparatury:

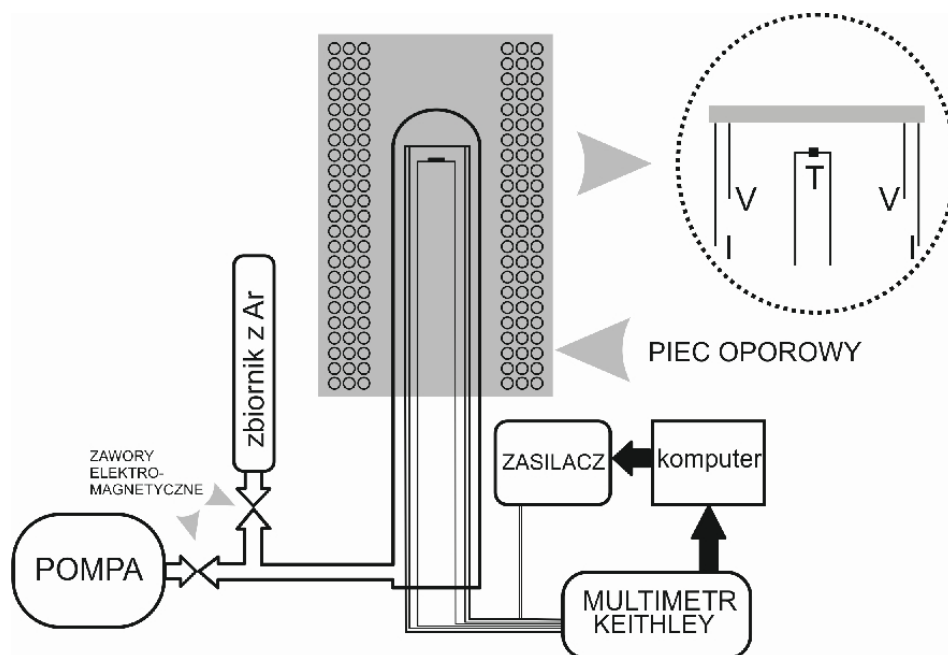
- Wnętrze rury kwarcowej, w której umieszczona jest badana próbka trzykrotnie przepłukać argonem, tj. na przemian odpompowywać (używając pompy rotacyjnej) i wypełniać argonem. Do końca eksperymentu należy pozostawić niewielkie (około 0.2 bar) nadciśnienie Ar.
- Piec oporowy umieścić w dolnym położeniu nasuwając go na rurę kwarcową,
- Uruchomić program służący do akwizycji danych.

Zadania obliczeniowe

Temperaturowy współczynnik oporu dla miedzi wynosi $3.9 \times 10^{-3} K^{-1}$. Jaka jest maksymalna dopuszczalna zmiana temperatury jeżeli względna zmiana oporu nie może być większa niż 2%?

Aparatura i materiały

Schemat ideowy układu pomiarowego przedstawiony jest na Rys.1.



Rysunek 1: Schemat ideowy układu eksperymentalnego do pomiarów rezystometrycznych powyżej temperatury pokojowej. Próbką umieszczoną jest wewnątrz kwarcowej rury wypełnionej argonem. Wstawka w prawym górnym rogu rysunku pokazuje schematycznie próbkę z nałożonymi kontaktami prądowymi i napięciowymi (do pomiaru oporu metodą czterokontaktową) oraz termoparę służącą do pomiaru temperatury próbki. Druga termopara (nie przedstawiona na rysunku) umieszczona jest wewnątrz pieca oporowego i połączona z kontrolerem

3. Włączyć oraz odpowiednio do założeń z punktu 1. zaprogramować kontroler temperatury (patrz instrukcja przy zestawie pomiarowym).
4. Wykonać pomiar zależności oporu elektrycznego od temperatury podczas ogrzewania ze stałą prędkością w odpowiednim dla badanego związku międzymetalicznego przedziale temperatur. Zarejestrować zależność $R(T)$ również w czasie chłodzenia próbki do temperatury pokojowej.

W czasie pracy prowadź szczegółowe notatki w dzienniku pracy aparatury, tak by można było odtworzyć wszystkie kroki i wartości parametrów przeprowadzanych eksperymentów.

Po zakończeniu eksperymentu skopiuj wpis do własnego notatnika

Opracowanie wyników

1. Różniczkując graficznie zarejestrowane zależności $R(T)$ - np. w programie Origin- należy wyznaczyć temperaturę Curie badanego układu (minimum drugiej pochodnej) oraz temperaturę przemiany „porządek-nieporządek” (minimum pierwszej pochodnej).
2. Wyznaczyć niepewności pomiarowe temperatur wyznaczonych w punkcie 1 [5]
3. Analizując przebiegi $R(T)$ podczas ogrzewania i chłodzenia wyciągnąć wnioski dotyczące kinetyki

występujących w układzie przemian fazowych.

Przygotowując raport końcowy z ćwiczenia (sprawozdanie) proszę pamiętać o: uzasadnieniu przyjętych metod opracowania wyników, dyskusji zgodności uzyskanych wyników z danymi literaturowymi (w tym przypadku proszę pamiętać o podaniu źródła) lub przewidywaniach oraz napisaniu abstraktu (streszczenia). Zalecane jest przygotowanie sprawozdania według szablonu załączonego w materiałach dostępnych po zalogowaniu.

Literatura

- [1] D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, tom 3, § 27, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa 2003.
- [2] C. Kittel, *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa 1999.
- [3] Materiały na stronie internetowej Pracowni dostępne po zalogowaniu
- [4] Dowolne podręczniki z zakresu fizyki ciała stałego oraz informacje i materiały dostępne w Internecie
- [5] A. Zięba, *Analiza danych w naukach ścisłych i technice*, Wydawnictwo Naukowe PWN, W-wa 2013.