

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Laboratorium fizyki fazy skondensowanej

Rok akademicki: 2018/2019 Kod: JFT-2-016-s Punkty ECTS: 5

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna Specjalność: —

Poziom studiów: Studia II stopnia Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 0

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: dr hab. inż. Rybicki Damian (ryba@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące:

Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student zna teoretyczny opis zjawisk, które będą badane w ramach pracy eksperymentalnej.	FT2A_W01	Kolokwium
M_W002	Student rozumie zastosowaną metodologię pomiaru oraz formalizm pozwalający na analizę uzyskanych wyników.	FT2A_W03, FT2A_W05	Kolokwium
Umiejętności			
M_U001	W oparciu o wiedzę teoretyczną oraz materiały wskazane przez prowadzącego student potrafi przeprowadzić eksperyment.	FT2A_U01, FT2A_U05	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Korzystając z instrukcji student potrafi właściwie użyć zaawansowanych urządzeń pomiarowych. Student zna zasady BHP dotyczące ich obsługi.	FT2A_U06	Kolokwium, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Student potrafi wykorzystać aparat matematyczny do analizy uzyskanych wyników. Student wie, w jaki sposób przygotować merytoryczne sprawozdanie z przeprowadzonych badań.	FT2A_U01, FT2A_U03	Sprawozdanie
Kompetencje społeczne			

M_K001	Student potrafi zorganizować prace małego zespołu w celu realizacji projektu badawczego.	FT2A_K02, FT2A_K01	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
--------	--	-----------------------	--

Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student zna teoretyczny opis zjawisk, które będą badane w ramach pracy eksperymentalnej.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student rozumie zastosowaną metodologię pomiaru oraz formalizm pozwalający na analizę uzyskanych wyników.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	W oparciu o wiedzę teoretyczną oraz materiały wskazane przez prowadzącego student potrafi przeprowadzić eksperyment.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Korzystając z instrukcji student potrafi właściwie użyć zaawansowanych urządzeń pomiarowych. Student zna zasady BHP dotyczące ich obsługi.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi wykorzystać aparat matematyczny do analizy uzyskanych wyników. Student wie, w jaki sposób przygotować merytoryczne sprawozdanie z przeprowadzonych badań.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student potrafi zorganizować prace małego zespołu w celu realizacji projektu badawczego.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Ćwiczenia laboratoryjne

Pomiary podatności magnetycznej

Ćwiczenie umożliwia zapoznanie się z najpowszechniejszą metodą charakteryzowania właściwości magnetycznych, tj. wyznaczeniem podatności magnetycznej szeregu materiałów. W ramach ćwiczenia przeprowadzić można badania, w funkcji temperatury, magnetyków tzw. lokalnych (związki lantanowców) oraz magnetyków pasmowych (związki żelaza). Ponadto obserwować można przejście do stanu nadprzewodzącego w nadprzewodniku wysokotemperaturowym YBCO (efekt Meissnera).

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają praktyczne zastosowanie teorii pola średniego Curie-Weissa;
- Studenci potrafią określić rodzaj uporządkowania magnetycznego na podstawie wyników eksperymentalnych.

Badanie efektu Halla

Celem doświadczenia jest badanie efektu Halla, który znajduje powszechne zastosowanie w miernikach pola magnetycznego – hallotronach. Ponadto ćwiczenie daje możliwość z zaznajomieniem się z działaniem elektromagnesu.

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają najważniejszą technikę wytwarzania pola magnetycznego;
- Studenci potrafią wycechować hallotron do pomiarów pola magnetycznego, mając świadomość możliwych niepewności.

Obserwacja zjawiska magnetooporu

Wykonanie eksperymentu pozwala na oszacowanie efektów magnetooporowych w związkach półprzewodnikowych bądź metalicznych. Wyznaczany efekt jest kluczowy w rozwoju spintroniki – czyli wykorzystania spinu elektronu do kontrolowania transportu elektrycznego. Ponadto studenci zapoznają się z metodą czterokontaktową pomiaru oporu.

Efekty kształcenia:

- Zapoznanie się z ważnymi technologicznie zjawiskami transportowymi;
- Studenci rozumieją znaczenie czterokontaktowej metody badania oporu elektrycznego.

Praktyczne zastosowania fluorescencji rentgenowskiej (XRF)

Celem ćwiczenia jest przybliżenie możliwości jakie dają pomiary XRF, w szczególności w inżynierii materiałowej oraz technice. Wykonanie pomiarów pozwala na ilościową analizę składu nieznanymi próbek a także, w przypadku układów cienkowarstwowych, pomiar ich grubości.

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają w praktycznym zastosowaniu jedną z najpowszechniejszych technik analizy składu;
- Studenci potrafią dobrać warunki pomiaru do postawionego przed nimi zadania;
- Poznanie zasad pracy z promieniowaniem rentgenowskim.

Badanie układów molekularnych metodą magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR)

Badanie procesów magnetycznego rezonansu jądrowego w ciałach stałych i cieczach jest uniwersalną metodą umożliwiającą na wyznaczanie szeregu właściwości. Są one określane na podstawie pomiarów linii rezonansowych i czasów relaksacji. Ćwiczenie pozwala na analizę procesów dynamiki molekularnej dla szeregu substancji.

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają mechanizmy wpływające na kształt widm NMR oraz na czasy relaksacji spin-spin i spin-sieć.
- Studenci potrafią przeprowadzić pomiar, analizę oraz interpretację widm NMR i czasów relaksacji.

Nanoszenie i charakteryzacja cienkich warstw metalicznych

Celem doświadczenia jest wykonanie układów mono-warstwowych na określonym podkładzie metodą rozpylania magnetronowego. Grubość uzyskanych warstw jest następnie analizowana przy pomocy pomiarów oporowych bądź optycznych. Ponadto grubość i skład mogą być potwierdzone przy pomocy spektrometru XRF.

Efekty kształcenia:

- Studenci znają metody nanoszenia cienkich warstw;
- Studenci potrafią wskazać metody używane do analizy układów cienkowarstwowych.

Badanie przewodnictwa cieplnego wybranych materiałów

Korzystając z pomiarów niestacjonarnego przepływu ciepła wyznacza się współczynnik przewodnictwa temperaturowego. Ćwiczenie pozwala zrozumieć rolę różnych mechanizmów transportu ciepła w ciałach stałych.

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają mechanizm fononowy i elektronowy transportu ciepła;
- Studenci rozumieją równanie dyfuzji ciepła, potrafią dokonać rozróżnienia między częścią geometryczną a czasową rozwiązania r. dyfuzji.

Efekt Mössbauera

Przy wykorzystaniu zjawiska bezdrzutowej absorpcji i emisji kwantów gamma studenci badają wpływ lokalnych otoczeń żelaza na jego właściwości. Eksperyment pozwala na stwierdzenie występowania uporządkowania magnetycznego oraz na określenie stanu spinowego żelaza.

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają technikę pozwalającą na lokalne próbkowanie badanego materiału;
- Dzięki analizie wyników studenci zapoznają się metodami wyznaczania przesunięcia chemicznego, rozszczepienia kwadrupolowego czy rozszczepienia nadsubtelnego;
- Poznanie zasad pracy z promieniowaniem jonizującym.

Wyznaczanie przerwy energetycznej w półprzewodnikach metodą optyczną

Wartość przerwy energetycznej jest jednym z kluczowych parametrów determinujących optyczne właściwości materii skondensowanej. W doświadczeniu przerwa wyznaczana jest z pomiarów transmisji promieniowania elektromagnetycznego w zakresie UV-Vis.

Efekty kształcenia:

- Studenci poznają metodę bezpośredniego wyznaczenia przerwy energetycznej;
- Studenci potrafią związać obserwowane efekty ze strukturą pasmową wybranych materiałów.

Wyznaczanie topologii powierzchni za pomocą mikroskopii sił atomowych (AFM)

Mikroskopia sił atomowych jest jednym z podstawowych narzędzi badań nad układami mającymi znaczenie w nanotechnologii. Podczas wykonania doświadczenia bezpośrednio można się przekonać o kluczowej roli doboru parametrów pomiaru dla jakości otrzymanych obrazów.

Efekty kształcenia:

- Studenci znają wpływ warunków pomiaru na jakość uzyskanych obrazów, potrafią je optymalizować;
- Studenci potrafią dokonać prostej analizy otrzymanych obrazów.

Pomiar oporu elektrycznego metali i półprzewodników

Studenci mierzą opór wskazanych materiałów w zakresie temperatur od 140 do 330 K. Dla półprzewodników wyznaczana jest wartość przerwy energetycznej. Dla prostych metali sprawdzana jest stosowalność modelu Blocha-Grüneisena.

Efekty kształcenia:

- Studenci rozumieją konsekwencje oddziaływania elektron-fonon;
- Studenci zapoznają się z rezystancyjnymi metodami pomiaru temperatury;

-Studenci potrafią wyznaczyć przerwę energetyczną z pomiarów transportowych.

Zajęcia wstępne

- Podczas zajęć wstępnych prowadzący przekazuje studentom informacje dotyczące regulaminu pracowni, potencjalnych zagrożeń oraz zasad BHP. Studenci zostają zapoznani pokrótce z urządzeniami, które są na wyposażeniu pracowni.
- Studenci otrzymują aktualny spis zalecanej literatury.
- Zajęcia odbywają się w grupach dwuosobowych. Ze względu na to, że część ćwiczeń odbywa się w przeciągu dwóch kolejnych tygodni prowadzący każdorazowo określa zakres i wybór ćwiczeń do wykonania.

Wyznaczanie ciepła właściwego ciał stałych

Podczas zajęć wyznaczane jest ciepło właściwe materiału metalicznego. Pomiaru pozwalają na obliczenie C_p dla kilku temperatur w zakresie 90 – 300 K. Studenci wyznaczają temperaturę Debye'a.

Efekty kształcenia:

- Studenci zapoznają się praktycznie z pojęciem fononów i dynamiki sieci;
- Studenci potrafią zastosować model Debye'a do analizy numerycznej wyników.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena za każde ćwiczenie jest obliczana jako średnia z przygotowania do zajęć, przebiegu pracy eksperymentalnej oraz oceny za sprawozdanie. Ocena końcowa jest obliczana jako średnia z ocen za poszczególne ćwiczenia, przy czym wymagane jest uzyskanie zaliczenia ze wszystkich ćwiczeń.

Wymagania wstępne i dodatkowe

1. Znajomość podstaw fizyki ciała stałego w zakresie kursu JFT-1-505-s.
2. Przydatna jest znajomość zagadnień zawartych w bloku BT6 z grupy "Nowoczesne materiały i technologie"

Zalecana literatura i pomoce naukowe

1. C. Kittel "Wstęp do fizyki ciała stałego" PWN
2. H. Ibach, H. Lüth "Fizyka ciała stałego" PWN
3. Skrypt nr. 900 AGH red. K. Krop "Fizyka ciała stałego: laboratorium" - <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty2/0162/>
4. A. Oleś "Metody doświadczalne fizyki ciała stałego" WNT

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

Pod koniec semestru przewidziany jest dodatkowy termin ćwiczeń, których student z przyczyn losowych nie mógł wykonać w pierwotnym terminie. Studenci mogą wówczas odrabiać ćwiczenia po uprzednim uzyskaniu zgody prowadzącego na zasadach podanych powyżej.

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	45 godz
Przygotowanie do zajęć	20 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	35 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	10 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	15 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	125 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS