

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Nowoczesne metody pomiarowe

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: JFT-1-017-s Punkty ECTS: 7

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Fizyka Techniczna Specjalność: —

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

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

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: prof. dr hab. Kapusta Czesław (kapusta@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. Gondek Łukasz (lgondek@agh.edu.pl)
prof. dr hab. Kapusta Czesław (kapusta@agh.edu.pl)

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 wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych.		Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Udział w dyskusji
M_W002	Student rozumie zastosowaną metodologię pomiaru oraz formalizm pozwalający na analizę uzyskanych wyników.		Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Udział w dyskusji
M_W003	Student dostrzega znaczenie badań podstawowych dla rozwoju nowych technologii.		Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji
Umiejętności			
M_U001	W oparciu o wiedzę teoretyczną oraz materiały wskazane przez prowadzącego student potrafi przeprowadzić/zanalizować eksperyment.		Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Korzystając z instrukcji student potrafi właściwie użyć zaawansowanych urządzeń pomiarowych.		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.		Aktywność na zajęciach, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

Kompetencje społeczne			
M_K001	Student potrafi zorganizować prace małego zespołu w celu realizacji projektu badawczego.		Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_K002	Student dostrzega powiązania między nauką a przemysłem.		Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji

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 wykonywanych ćwiczeń laboratoryjnych.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student rozumie zastosowaną metodologię pomiaru oraz formalizm pozwalający na analizę uzyskanych wyników.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student dostrzega znaczenie badań podstawowych dla rozwoju nowych technologii.	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	W oparciu o wiedzę teoretyczną oraz materiały wskazane przez prowadzącego student potrafi przeprowadzić/zanalizować eksperyment.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Korzystając z instrukcji student potrafi właściwie użyć zaawansowanych urządzeń pomiarowych.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
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.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Student dostrzega powiązania między nauką a przemysłem.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

Wykład

Zagadnienia poruszane na wykładzie:

1. Spektroskopia XANES, przykłady zastosowań;
2. Spektroskopia EXAFS, przykłady zastosowań;
3. Spektroskopia X-MCD, przykłady zastosowań;
4. Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego, przykłady zastosowań;
5. Skaningowa mikroskopia sił atomowych i mikroskopia tunelowa;
6. Dyfrakcja neutronów w badaniach materiałowych;
7. Obrazowanie neutronowe w technice i biofizyce.

Ćwiczenia laboratoryjne

Analiza i symulacje teoretyczne widm XANES

Zajęcia mają na celu praktyczne opanowanie metod analizy widm XANES wybranych materiałów i przeprowadzenie symulacji teoretycznych tych widm, a następnie zinterpretowanie wyników. Studenci zapoznają się z możliwościami badań stopnia utlenienia i symetrii lokalnego otoczenia pierwiastków w strukturze złożonych materiałów. Określają walencyjność badanego pierwiastka i rodzaj zajmowanego przez niego miejsca strukturalnego.

Efekty kształcenia:

- Studenci zapoznają się z zastosowaniami spektroskopii XANES;
- Studenci rozumieją podstawy fizyczne spektroskopii XANES i zjawiska wpływające na kształt widm;
- Studenci potrafią określić walencyjność i rodzaj miejsca strukturalnego pierwiastka na podstawie jego widma XANES;

Analiza i symulacje teoretyczne widm EXAFS

Celem zajęć jest praktyczne opanowanie metod analizy widm EXAFS wybranych materiałów i przeprowadzenie symulacji teoretycznych tych widm, a następnie zinterpretowanie wyników. Studenci zapoznają się z możliwościami badań lokalnego rozkładu atomów/ionów w najbliższym otoczeniu danego pierwiastka w strukturze złożonych materiałów. Określają rozkład atomów/ionów i ich rodzaj w poszczególnych strefach koordynacyjnych.

Efekty kształcenia:

- Studenci zapoznają się z zastosowaniami spektroskopii EXAFS;
- Studenci rozumieją podstawy fizyczne spektroskopii EXAFS i zjawiska wpływające na kształt widm;
- Studenci potrafią określić ilość i rodzaj atomów/ionów w najbliższych strefach koordynacyjnych na podstawie widma EXAFS;

Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego

Zajęcia mają na celu praktyczne opanowanie metod przeprowadzania pomiarów linii rezonansowych oraz czasów relaksacji spin-spin i spin-sieć, a także przeprowadzenie pomiarów i zinterpretowanie ich wyników dla wybranych materiałów. Studenci

zapoznają się z podstawami metody NMR i zjawiskami wpływającymi na kształt linii rezonansowej i wielkość czasów relaksacji. Określają właściwości materiałów na podstawie analizy zmierzonych wielkości.

Efekty kształcenia:

- Studenci zapoznają się z zastosowaniami spektroskopii NMR;
- Studenci rozumieją podstawy fizyczne spektroskopii NMR oraz zjawiska wpływające na kształt widm i wielkość czasów relaksacji;
- Studenci potrafią określić właściwości materiałów na podstawie analizy i interpretacji wyników pomiarów NMR;

Skaningowa mikroskopia sił atomowych i mikroskopia tunelowa

Celem zajęć jest praktyczne opanowanie metod: skaningowej mikroskopii sił atomowych i skaningowej mikroskopii tunelowej. Studenci zapoznają się z możliwościami badań ukształtowania powierzchni i jej właściwości fizycznych.

Efekty kształcenia:

- Studenci zapoznają się z zastosowaniami AFM/STM;
- Studenci rozumieją podstawy fizyczne AFM/STM i zjawiska determinujące rodzaj uzyskiwanych obrazów;
- Studenci potrafią określić ukształtowanie powierzchni i jej właściwości fizyczne na podstawie wyników pomiarów AFM/STM;

Interpretacja neutronogramów materiałów magnetycznych

Celem zajęć jest zaznajomienie studenta z możliwościami, jakie niesie dyfrakcja neutronów. Mianowicie, oprócz klasycznej dyfrakcji strukturalnej analizować można rozkład refleksów pochodzących od uporządkowanych struktur magnetycznych, co pozwala na ich wyznaczenie. Studenci za pomocą zaawansowanej funkcjonalności pakietu FullProf wyznaczą strukturę krystaliczną i magnetyczną dla wybranych materiałów. Wyniki obliczeń zostaną poddane wizualizacji przy pomocy odpowiednich pakietów.

Efekty kształcenia:

- Studenci rozróżniają typy struktur magnetycznych (w tym niekolinearne i modulowane);
- Studenci potrafią wyznaczyć strukturę magnetyczną;
- Studenci potrafią przeanalizować symetrię i jej wpływ na wartości odpowiednich całek wymiany.

Analiza ilościowa zbiorników na wodór metodami obrazowania neutronowego

Zajęcia mają na celu wykonanie analizy ilościowej danych uzyskanych za pomocą radiografii i tomografii neutronowej. Studenci poznają możliwe zastosowania metody obrazowania neutronowego, ze szczególnym naciskiem na problemy magazynowania wodoru w układach metalicznych. Wykonanie projektu zakłada wyznaczenie rozkładu wodoru zaabsorbowanego przez materiał aktywnym znajdujący się wewnątrz zasobnika na wodór.

Efekty kształcenia:

- Studenci zapoznają się z technikami obrazowania (radiografia i tomografia);
- Studenci rozumieją znaczenie i znają problemy energetyki wodorowej;
- Zapoznanie się z oprogramowaniem do ilościowej analizy obrazów;

Konwersatorium

Konwersatorium dotyczące nowoczesnych metod pomiarowych

Celem konwersatorium jest umożliwienie wolnej dyskusji zagadnień poruszanych na wykładzie. W ramach jednych zajęć dwoje studentów będzie przygotowywać krótkie wystąpienia dotyczące danej metody pomiarowej oraz jej znaczenia dla rozwoju

technologicznego. Po nich otwarta będzie dyskusja, gdzie na podstawie informacji zaczerpniętych z różnych źródeł studenci będą wymieniali swoje przemyślenia.

Efekty kształcenia:

- Studenci rozbudują swoją wiedzę praktyczną dotyczącą metod pomiarowych i ich zastosowań;
- Studenci poznają znaczenie badań dla rozwoju techniki;
- Studenci potrafią korzystać z różnych źródeł informacji oraz zaprezentować swoje zdanie na wybrane tematy.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa jest średnią ocen uzyskanych z zajęć laboratoryjnych oraz oceny za udział w konwersatorium.

Ocena za każde ćwiczenie (OC) jest obliczana jako:

$$OC = 0.5 \cdot OD + 0.5 \cdot OS$$

gdzie:

OD - ocena merytorycznej dyskusji dot. zagadnień teoretycznych i praktycznych;

OS - ocena za sprawozdanie.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Pożądana jest znajomość podstaw fizyki ciała stałego w zakresie modułów:

JFT-1-505-s

JFT-1-609-s

Zalecana literatura i pomoce naukowe

Zakres wykładu obejmuje wszystkie niezbędne informacje praktyczne i teoretyczne, jednakże jako uzupełnienie proponowane są następujące pozycje:

1. R.W. Kelsall et al. "Nanotechnologie" PWN
2. J. Baruchel et al. "Neutron and synchrotron radiation for condensed matter studies. Vol. 2, Applications to solid state physics and chemistry" Springer
3. A. Oleś "Metody doświadczalne fizyki ciała stałego" WNT
4. G. Bunker "INTRODUCTION TO XAFS - A Practical Guide to X-ray Absorption Fine Structure Spectroscopy", Cambridge University Press 2010
5. J.P.Hornak "The Basics of NMR" <http://www.cis.rit.edu/htbooks/nmr>
6. A. Morrish "Fizyczne podstawy magnetyzmu" PWN

Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu

Nie podano dodatkowych publikacji

Informacje dodatkowe

Brak

Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w wykładach	30 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	45 godz
Udział w konwersatoriach	15 godz
Przygotowanie do zajęć	20 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	55 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	15 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	180 godz
Punkty ECTS za moduł	7 ECTS