

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Fizyka ciała stałego

Rok akademicki: 2017/2018 Kod: CTC-2-206-TM-s Punkty ECTS: 3

Wydział: Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kierunek: Technologia Chemiczna Specjalność: Technologia materiałów budowlanych

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

Język wykładowy: Polski Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 2

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: prof. nadzw. dr hab. inż. Jedliński Jerzy (jedlinsk@agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: prof. nadzw. dr hab. inż. Jedliński Jerzy (jedlinsk@agh.edu.pl)  
dr hab. inż. Tkacz-Śmiech Katarzyna (smiech@agh.edu.pl)  
Zajusz Marek (zajuszm@agh.edu.pl)

### Krótką charakterystyka modułu

Zapoznanie się z hierarchicznym modelem budowy ciał stałych oraz poszczególnymi jego elementami, z odniesieniem do struktury krystalograficznej, struktury elektronowej i właściwości materiałów.

### 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	Rozumie związki pomiędzy zjawiskami zachodzącymi w kryształach i właściwościami różnego typu materiałów.	TC2A_W02, TC2A_W12	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
M_W002	Rozumie teoretyczne podstawy wybranych technologii materiałowych.	TC2A_W02	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji
M_W003	Potrafi stosować metody matematyki w opisie zjawisk zachodzących w ciałach stałych. Ma świadomość potrzeby stosowania metod numerycznych w rozwiązywaniu problemów fizyki ciała stałego.	TC2A_W03	Aktywność na zajęciach, Kolokwium
Umiejętności			

M_U001	Zna wybrane eksperymentalne metody fizyki ciała stałego. Potrafi odpowiednio dobrać metodę badawczą dla określenia wybranych właściwości materiałów. Zna możliwości i ograniczenia tych metod.	TC2A_U08	Kolokwium, Referat
M_U002	Zna podstawowe zależności pomiędzy budową materiałów i ich właściwościami. Potrafi je wykorzystywać przy interpretacji wyników eksperymentalnych.	TC2A_U11, TC2A_U08	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Udział w dyskusji
Kompetencje społeczne			
M_K001	Ma świadomość, że wiedza podstawowa w zakresie fizyki ciała stałego pozwala lepiej rozumieć problemy w technologii materiałów.	TC2A_K07	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	Rozumie związki pomiędzy zjawiskami zachodzącymi w kryształach i właściwościami różnego typu materiałów.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Rozumie teoretyczne podstawy wybranych technologii materiałowych.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Potrafi stosować metody matematyki w opisie zjawisk zachodzących w ciałach stałych. Ma świadomość potrzeby stosowania metod numerycznych w rozwiązywaniu problemów fizyki ciała stałego.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Zna wybrane eksperymentalne metody fizyki ciała stałego. Potrafi odpowiednio dobrać metodę badawczą dla określenia wybranych właściwości materiałów. Zna możliwości i ograniczenia tych metod.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
M_U002	Zna podstawowe zależności pomiędzy budową materiałów i ich właściwościami. Potrafi je wykorzystywać przy interpretacji wyników eksperymentalnych.	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

Kompetencje społeczne												
M_K001	Ma świadomość, że wiedza podstawowa w zakresie fizyki ciała stałego pozwala lepiej rozumieć problemy w technologii materiałów.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

### Wykład

Najważniejsze koncepcje oraz wybrane eksperymentalne i teoretyczne metody fizyki fazy skondensowanej.

Atomowa budowa ciała stałego: kryształy periodyczne, quasikryształy i ciała amorficzne. Sieć krystaliczna. Sieć odwrotna i dyfrakcja na kryształach (wzory Lauego i Bragga). Strefy Brillouina. Kryształy z bazą.

Dynamika sieci krystalicznej: fale sprężyste i fonony, efekty anharmoniczne i rozszerzalność cieplna, ciepło właściwe kryształów.

Wiązanie chemiczne i podział kryształów ze względu na wiązanie chemiczne: typy wiązań chemicznych i podstawowe właściwości kryształów jonowych i kowalencyjnych, struktura pasmowa kryształów jonowych i kowalencyjnych, kohezja kryształów.

Struktura elektronowa kryształów: gaz Fermiego elektronów swobodnych w przestrzeni 1D i 3D, prawo Ohma i przewodność elektryczna, pojemność cieplna gazu elektronowego, rozkład Fermiego-Diraca, gęstość stanów, gaz elektronów prawie swobodnych, funkcje Blocha i obraz struktury pasmowej w pierwszej strefie Brillouina.

Półprzewodniki: elektrony i dziury, półprzewodniki samoistne i domieszkowane.

Diamagnetyzm i paramagnetyzm: podatność magnetyczna, uporządkowanie magnetyczne, ferromagnetyzm, magnetyczne przemiany fazowe, efekt Halla.

Przemiany fazowe I i II rodzaju, teoria Landaua-Ginzburga.

Nadprzewodnictwo (nadprzewodniki I i II rodzaju, równanie Londona, efekt Josephsona, elementy mikroskopowej teorii nadprzewodnictwa).

Właściwości optyczne: odbicie i załamanie światła, optyczna funkcja dielektryczna, załamanie światła, polaryzacja nieliniowa.

### Zajęcia seminaryjne

Treści programowe zajęć seminaryjnych odpowiadające tematyce kolejnych wykładów.

Hierarchiczny model budowy ciał stałych. Opis sieci krystalicznej i sieci odwrotnej, wskaźniki Millera i symetria translacyjna, komórka elementarna i prymitywna. Typowe struktury krystaliczne. Wiązanie chemiczne w kryształach i tetraedr wiązań. Sprężystość kryształów. Fonony i krzywe dyspersji fononów. Ciepło właściwe sieci krystalicznej i rozszerzalność cieplna komórki elementarnej. Gaz Fermiego elektronów swobodnych: model 1D i 3D. Struktura pasmowa – typowe modele struktury pasmowej metali, półprzewodników i izolatorów. Magnetyczne i ferroelektryczne przemiany fazowe. Właściwości optyczne kryształów.

Metody doświadczalne badań budowy, składu chemicznego i właściwości ciał stałych

Metody badań struktury kryształów: dyfrakcja rentgenowska, spektroskopia rentgenowska, rozpraszanie elastyczne (dyfrakcja) neutronów. Metody badań powierzchni: dyfrakcja jonów i wysokoenergetycznych elektronów, mikroskopia sił atomowych, skaningowa mikroskopia tunelowa. Metody badania zjawisk optycznych: badania rozpraszania i transmisji promieniowania. Metody badania właściwości

magnetycznych: mikroskop sił magnetycznych, rozpraszanie neutronów. Metody rezonansowe : NMR i EPR, FMR.

### Sposób obliczania oceny końcowej

Ocenę końcową stanowi ocena z zajęć seminaryjnych, wystawiona na podstawie oceny z kolokwium zaliczeniowego, przygotowanej prezentacji i aktywności Studenta na zajęciach.

### Wymagania wstępne i dodatkowe

Znajomość podstaw krystalochemii.

Znajomość podstaw fizyki w zakresie: mechaniki, optyki, elektryczności i magnetyzmu.

### Zalecana literatura i pomoce naukowe

Kittel Ch., Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa 1999 r.

Ibach H., Lüth H., Fizyka ciała stałego- wstęp do teorii i eksperymentu, PWN, Warszawa 1996 r.

Heunel A., W.Szuskiewicz, Zadania z fizyki atomu, cząsteczki i ciała stałego, PWN, Warszawa, 1994.

N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa. 1986.

K. Tkacz-Śmiech, „Elektrony w atomach, cząsteczkach i kryształach. Wprowadzenie w zagadnienia wiązania chemicznego w strukturach nieorganicznych”, Wyd. Naukowe AGH, Kraków 2002.

A. Oleś, „Metody doświadczalne fizyki ciała stałego”, PWT, Warszawa, 1998.

### 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
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	2 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	13 godz
Przygotowanie do zajęć	10 godz
Przygotowanie sprawozdania, pracy pisemnej, prezentacji, itp.	8 godz
Udział w zajęciach seminaryjnych	30 godz
Udział w wykładach	15 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	80 godz
Punkty ECTS za moduł	3 ECTS