



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Projekt współfinansowany przez  
Unię Europejską w ramach  
Europejskiego Funduszu  
Społecznego

**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



<b>Nazwa przedmiotu</b>		<b>Kod ECTS</b>	
Fizyka fazy skondensowanej		13.2.0473	
<b>Nazwa jednostki prowadzącej przedmiot</b>			
Instytut Fizyki Doświadczalnej			
<b>Studia</b>			
<b>wydział</b>	<b>kierunek</b>	<b>poziom</b>	<b>drugiego stopnia</b>
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki	Fizyka	forma	stacjonarne
		moduł	wszystkie
		specjalnościowy specjalizacja	wszystkie
<b>Nazwisko osoby prowadzącej (osób prowadzących)</b>			
prof. UG, dr hab. Sebastian Mahlik; dr inż. Tadeusz Leśniewski; prof. dr hab. Marek Grinberg; dr hab. Marek Krośnicki; dr Justyna Barzowska			
<b>Formy zajęć, sposób ich realizacji i przypisana im liczba godzin</b>		<b>Liczba punktów ECTS</b>	
<b>Formy zajęć</b>		8 Przedmiot w wymiarze 45h wykładu, 30 ćwiczeń i 30 laboratorium + praca własna	
Wykład, Ćw. audytoryjne, Ćw. laboratoryjne			
<b>Sposób realizacji zajęć</b>			
zajęcia w sali dydaktycznej			
<b>Liczba godzin</b>			
Wykład: 45 godz., Ćw. audytoryjne: 30 godz., Ćw. laboratoryjne: 30 godz.			
<b>Termin realizacji przedmiotu</b>			
2021/2022 letni			
<b>Status przedmiotu</b>		<b>Język wykładowy</b>	
obowiązkowy		polski	
<b>Metody dydaktyczne</b>		<b>Forma i sposób zaliczenia oraz podstawowe kryteria oceny lub wymagania egzaminacyjne</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektowanie doświadczeń</li> <li>- Rozwiązywanie zadań</li> <li>- Wykonywanie doświadczeń</li> <li>- praca własna - przygotowanie się do egzaminu</li> <li>- praca własna - rozwiązywanie zadań domowych</li> </ul>		<b>Sposób zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zaliczenie na ocenę</li> <li>- Egzamin</li> </ul>	
		<b>Formy zaliczenia</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- egzamin pisemny z pytaniami (zadaniami) otwartymi</li> <li>- Wykład - egzamin</li> <li>Ćwiczenia - zaliczenie na ocenę</li> <li>Laboratorium - zaliczenie na ocenę</li> <li>- kolokwium</li> </ul>	
		<b>Podstawowe kryteria oceny</b>	
		przynajmniej 50% poprawnych odpowiedzi na zadane pytania egzaminacyjne zaliczenie ćwiczeń na podstawie pozytywnego wyniku kolokwium oraz aktywności na zajęciach	
<b>Sposób weryfikacji założonych efektów uczenia się</b>			
<b>Określenie przedmiotów wprowadzających wraz z wymogami wstępnymi</b>			
<p><b>A. Wymagania formalne</b></p> <p><b>B. Wymagania wstępne</b></p> <p>wiedza z fizyki na poziomie licencjatu</p>			
<b>Cele kształcenia</b>			
Poznanie na poziomie akademickim podstawowego zakresu wiedzy z krytalografii, struktury pasmowej ciał stałych, własności elektrycznych i termicznych ciał stałych			
<b>Treści programowe</b>			

## 1 Stany skupienia

- stan ciekły- stan stały
- nadciekłość
- przejścia fazowe

## 2 Budowa ciała stałego (kryształów):

- typy wiązań krystalicznych,
- struktury krystaliczne,
- dyfrakcja promieni Rentgena na kryształach,
- sieć odwrotna – „pseudopęd”, strefy Brillouina.
- defekty sieci krystalicznej

## 2. Otrzymywanie kryształów:

- metoda Czochralskiego,
- metoda Bridgmana,
- metody otrzymywania warstw krystalicznych

## 3 Własności mechaniczne, elektryczne i termiczne kryształów:

- drgania sieci podejście kwantowe – fonony (gałąź optyczna i akustyczna),
- efekt Ramana,
- stała dielektryczna i funkcja dielektryczna – pojęcie polaritonu,
- Nieliniowość – polaryzacja spontaniczna.
- ciepło właściwe ciała stałego ( model Einsteina, model Debeya),
- przewodnictwo cieplne.

## 4 Własności elektryczne ciała stałego:

- struktura energetyczna (podejście fenomenologiczne),
- gaz elektronów Fermiego,
- przewodnictwo elektryczne (model Drudego i model kwantowy),
- struktura pasmowa (podejście kwantowe),
- funkcje Blocha, pasma energetyczne w I strefie Brillouina i w układzie strefy rozwiniętej, kryształy o przerwie prostej i przerwie skośnej,

## 4. Półprzewodniki:

- dynamika nośników prądu (elektrony i dziury), masa efektywna,
- efekt Halla,
- półprzewodniki samoistne w równowadze termodynamicznej, gęstości stanów, prawo działania mas,
- półprzewodniki domieszkowanie, stany donorowe i akceptorowe, złącze półprzewodnikowe p-n, p-n-p, n-p-n
- warstwy półprzewodnikowe – supersieci, druty i kropki kwantowe.

## 5. Nadprzewodniki:

- podstawowe definicje, równania Londonów,
- pary Coopera, założenia teorii BCS, temperatura krytyczna,
- nadprzewodniki wysokotemperaturowe.

**Wykaz literatury**

- C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN 1999  
 H. Ibach, Luth H., Fizyka ciała stałego, PWN 1996  
 J.M. Ziman, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN 1977  
 S.F.A Kettle, Fizyczna chemia nieorganiczna, PWN 1999

**Kierunkowe efekty uczenia się**

K\_W01 ma rozszerzoną wiedzę w zakresie fizyki ogólnej oraz zaawansowaną z wybranego obszaru fizyki; zna historię rozwoju fizyki i jej znaczenie dla postępu nauk ścisłych i przyrodniczych, poznanie świata i rozwoju społecznego

K\_U01 potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów fizycznych, realizacji eksperymentów i wnioskowaniu

K\_U02 posiada umiejętności planowania i przeprowadzenia podstawowych oraz zaawansowanych eksperymentów lub obserwacji w określonych obszarach fizyki lub jej zastosowań

K\_U03 potrafi dokonać krytycznej analizy wyników pomiarów, obserwacji lub obliczeń teoretycznych wraz z oceną dokładności wyników

**Wiedza**

Student zna:

- podstawowe fizyczne zasady budowy materii, rozpoznaje jakie oddziaływania są odpowiedzialne za tworzenie wiązań krystalicznych,
- podstawowe pojęcie definiujące strukturę takie jak sieć prosta i odwrotna
- metody badania struktury materii: dyfrakcja promieni X, dyfrakcja elektronów
- skorelowane drgania sieci, pojęcie fononu oraz zależności dyspersyjnych, pojęcie polaryzacji
- własności magnetyczne ciał.
- zna strukturę energetyczną ciał stałych (strukturę pasmową) oraz jej wpływ na własności elektryczne, termiczne i optyczne ciał
- własności elektryczne metali w przybliżeniu kwantowym ( gaz swobodnych elektronów)
- podatkowe własności elektryczne półprzewodników (samoistnych i domieszkowych), działanie złącza p-n
- zna przybliżenie adiabatyczne i potrafi wyjaśnić na czym polega w ujęciu

klasycznym i kwantowym

- zjawisko nadprzewodnictwa klasycznego (w ujęciu kwantowym - przybliżenie dwucząstkowe) i nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego

#### Umiejętności

Student potrafi:

- analizować i wyjaśniać obserwowane zjawiska i procesy fizyczne w materii na poziomie oddziaływań elektromagnetycznych i kwantowego modelu elektronów w potencjale sieci oraz fononów
- stosować metody przybliżeń do opisu skomplikowanych procesów fizycznych; rozumie, że modele mają swój zakres stosowalności
- stosować mechanikę kwantową do analizy procesów w ciałach stałych
- dostrzegać związki pomiędzy mechaniką kwantową a makroskopowymi obiektami jakimi są kryształy i ciała stałe

#### Kompetencje społeczne (postawy)

#### Kontakt

doksma@univ.gda.pl