

KARTA KURSU

Fizyka
Studia II stopnia
2020/2021

Nazwa	Fizyka fazy skondensowanej
Nazwa w j. ang.	<i>Condensed Matter Physics</i>

Koordynator	Prof. Hoa Kim Ngan Nhu-Tarnawska	Zespół dydaktyczny
Punktacja ECTS*	6	

Opis kursu (cele kształcenia)

Kurs wchodzi w skład szerokiego kursu poświęconego problemom współczesnej fizyki. Poświęcony jest omówieniu wiązania w kryształach, właściwości strukturalnych, mechanicznych, cieplnych, elektrycznych i magnetycznych ciał stałych. Poświęcony jest omówieniu nowych i funkcjonalnych materiałów takich jak nadprzewodniki, kwazikryształy, ciekłe kryształy, nanomateriały.

Celem jest uzyskanie wiadomości teoretycznych oraz umiejętności rachunkowych i umiejętności określania struktury krystalicznej i wielkości oraz parametrów fizycznych charakteryzujących ciała stałe.

Ze względu na obszerność materiału kurs sprowadzono do podstawowych pojęć i zagadnień, dzięki czemu opanowanie treści programowych jest możliwe dla przyszłego nauczyciela fizyki.

Celem ćwiczeń jest opanowanie treści i problemów omawianych na wykładach na przykładzie zadań rachunkowych i problemowych.

Warunki wstępne

Wiedza	Znajomość podstawowych praw fizycznych. Znajomość podstaw fizyki kwantowej oraz mechaniki statystycznej jest potrzebna, ale nie wymagana.
Umiejętności	Umiejętność wykorzystania praw fizycznych do rozwiązywania prostych zadań.
Kursy	Fizyka i matematyka.

Efekty kształcenia

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01 Student zna możliwe struktury krystaliczne ciał stałych, rodzaje wiązań, klasyfikacje sieci krystalicznych, podstawy dyfrakcji promieni rentgenowskich na kryształach, własności cieplne ciał stałych, drgania sieci, widmo drgań, pojęcie fononów, ciepło właściwe ciał stałych.	K_W01, K_W02, K_W03
	W02 Student zna własności elektryczne ciał stałych (przewodniki, półprzewodniki i izolatory), podstawy teorii pasmowej ciał stałych, rozumie znaczenie pojęć fizycznych takich jak: poziom Fermiego, funkcja Blocha, strefa Brillouin'a, masa efektywna, gaz elektronowy niezdegenerowany i zdegenerowany.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_W08, K_W09
	W03 Student zna zależność od temperatury przewodnictwa elektrycznego ciał stałych (czystych metali, stopów i półprzewodników), oraz zjawiska nadprzewodnictwa, zachowanie się nadprzewodnika w zewnętrznym polu elektrycznym i magnetycznym.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, W05,
	W04 Student zna pojęcia magnetyzmu ciał stałych, dia-, para-, ferri-, ferro- i antyferromagnetyki, własności magnetyczne ciał w nawiązaniu do budowy atomów, atomy grupy żelaza (3d), ziem rzadkich (4f) i aktynowców (5f), budowy atomów wieloelektronowych.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05,
	W05 Student zna pojęcia dielektryki, ferroelektryki, multiferroiki i ich właściwości oraz ich potencjalne zastosowania. Student zna pojęcia relaksacji i rekonstrukcji powierzchni ciał stałych. Ponadto student zna podstawowe właściwości materiałów nowego rodzaju, takich jak kwazikryształy, ciekłe kryształy, nanomateriały.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Umiejętności	U01 Student potrafi opisać struktury krystaliczne i określić płaszczyzny krystalograficzne – wskaźniki Millera, prawo Bragga, warunki Lauego dyfrakcji promieni rentgenowskich na kryształach. Student umie policzyć czynnik strukturalny i atomowy dla wybranych kryształów.	K_U01, K_U02
	U02 Posługiwanie się pojęciami takimi jak: funkcja falowa, poziomy energetyczne, gęstość stanów i energia Fermiego; powierzchnia Fermiego, ciepło właściwe gazu elektronowego, przewodnictwo elektryczne i cieplne metali, funkcje Blocha; liczba stanów w paśmie. Koncentracja nośników w półprzewodnikach typu n oraz p.	K_U01, K_U02, K_U03
	U03 Posługiwanie się pojęciami zależności od temperatury przewodnictwa elektrycznego ciał stałych. Student rozumie efekt Meisnera i efekt Josephsona, podstawy teorii BCS nadprzewodnika. Student potrafi oszacować głębokości penetracji w nadprzewodnictwie.	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04
	U04 Posługiwanie się pojęciami magnetyzmu ciał stałych w powiązaniu z magnetyzmem atomów. Ocena i umiejętność porównania właściwości magnetycznych związków z metalami z grupy żelaza (3d), ziem rzadkich (4f) i aktynowców (5f).	K_U01, K_U02, K_U03, K_U04
	U05 Posługiwanie się pojęciami dotyczącymi właściwości dielektryków, ferroelektryków i multiferroików, właściwości kwazikryształów, ciekłych kryształów, nanomateriałów.	K_U07, K_U08, K_U09

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów kierunkowych
Kompetencje społeczne	K01 Student zna ograniczenia własnej wiedzy i rozumie potrzebę dalszego kształcenia, potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych.	K_K01
	K02 Student potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia danego tematu lub odnalezieniu brakujących elementów rozumowania.	K_K04, K_K05
	K03 Student potrafi pracować zespołowo; rozumie konieczność systematycznej pracy nad wszelkimi projektami, które mają długofalowy charakter.	K_K07
	K04 Student posiada umiejętność wykorzystania swojej wiedzy do rozwiązywania problemów w sposób twórczy.	K_K09
	K05 – Student posiada umiejętność prezentacji najnowszych doniesień dotyczących współczesnych osiągnięć naukowych.	K_K02, K_K09, K_K13

Organizacja											
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach									
		A		K		L		S		P	
Liczba godzin	30	30									

Opis metod prowadzenia zajęć

Wykłady z wykorzystywaniem multimediiów połączone z rozwiązywaniem przykładów z udziałem studentów.
 Ćwiczenia rachunkowe; rozwiązywanie problemów indywidualnie oraz w pracy zespołowej.
 Prezentacje przygotowywane przez studentów.

Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01								x		x	x	x	x
W02								x		x	x	x	x
W03								x		x	x	x	x
W04								x		x	x	x	x
W05								x		x	x	x	x
U01								x		x	x	x	x
U02								x		x	x	x	x
U03								x		x	x	x	x
U04								x		x	x	x	x
U05								x		x	x	x	x
K01								x		x			x
K02								x		x			x
K03								x		x			x
K04								x		x			x
K05								x		x			x

Kryteria oceny	<p>BARDZO DOBRY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.</p> <p>DOBRY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.</p> <p>DOSTATECZNY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05. Stosuje je w procesie nauczania według szczegółowej instrukcji nauczyciela akademickiego.</p> <p>NIEDOSTATECZNY Student w dużym stopniu nie posiada wiedzy wymienionej w punktach W01-W05, nie osiągnął większości umiejętności i kompetencji.</p>
----------------	---

Uwagi	<p>Ocena końcowa jest średnią ocen następujących ocen cząstkowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> - oceny z przygotowania studenta do ćwiczeń rachunkowych, - oceny aktywności na zajęciach, - oceny ze sprawdzianów pisemnych (kolokwiów), - ocena z egzaminu pisemnego, - ocena z egzaminu ustnego.
-------	--

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Sieć krystaliczna, oznaczenia węzłów, kierunków i płaszczyzn w kryształach, układy krystaliczne i typy sieci Bravais'a.
2. Dyfrakcja promieni rentgenowskich na kryształach, prawo Bragga i warunki Lauego, czynnik strukturalny i atomowy, doświadczalne metody dyfrakcyjne.
3. Wiązania w ciałach stałych: wiązania jonowe, siły kowalencyjne, wiązania w metalach, wiązanie wodorowe, siły Van der Waalsa; klasyfikacja ciał stałych ze względu na charakter sił wiązania.
4. Własności mechaniczne ciał stałych, deformacja sprężysta i plastyczna, pojęcie dyslokacji.
5. Własności cieplne ciał stałych, drgania sieci, widmo drgań, pojęcie fononów, ciepło właściwe kryształu; model Einsteina i Debye'a.
6. Gaz Fermiego elektronów swobodnych, funkcja falowa, energia i wektor falowy Fermiego, gęstość stanów.
7. Teoria pasmowa ciał stałych, elektrony w kryształach, widmo energetyczne elektronów w kryształach, funkcja Blocha, strefy Brillouin'a, masa efektywna elektronu.
8. Izolatory, półprzewodniki i metale.
9. Nadprzewodnictwo, pary elektronowe Coopera, nadprzewodnik w zewnętrznym polu elektrycznym i magnetycznym, nadprzewodniki wysokotemperaturowe, nadprzewodniki na bazie żelaza.
10. Magnetyzm ciał stałych. Materiały magnetyczne.
11. Podstawowe właściwości dielektryków, ferroelektryków i multiferroelektryków.
12. Relaksacja i rekonstrukcja powierzchni ciał stałych. Obszary międzywarstwowe.
13. Układy niskowymiarowe i nanostruktury: techniki produkcji i badania.
14. Kwazikryształy: okrycie, podstawowe właściwości i zastosowanie.
15. Podstawowe właściwości ciekłych kryształów i nanomateriałów.

Wykaz literatury podstawowej

C. Kittel, „Wstęp do fizyki ciała stałego”, PWN, Warszawa 1999.

Wykaz literatury uzupełniającej

N.W. Ascroft, N. D. Mermin, „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa 1986.
H. Ibach, H. Lüthi, „Fizyka ciała stałego”, PWN, Warszawa 1996.

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

Ilość godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	30
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	30
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	20
Ilość godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	20
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	20
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	30
	Przygotowanie do egzaminu	30
Ogółem bilans czasu pracy		180
Ilość punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika 1 ECTS = 30 h		6