



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Podstawy fizyki fazy skondensowanej

### Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka Techniczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

2/4

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

45

Laboratoria

Inne (np. online)

Ćwiczenia

30

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Tomasz Runka

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z fizyki doświadczalnej, fizyki kwantowej i atomowej oraz znajomość aparatu matematycznego. Umiejętność rozwiązywania problemów z fizyki na poziomie fizyki doświadczalnej, fizyki kwantowej i atomowej, umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, zrozumienie konieczności podejmowania decyzji na rzecz społeczności akademickiej.

### Cel przedmiotu

1. Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami fizycznymi związanymi z budową krystaliczną ciał, defektami struktury, klasyfikacją materiałów i ich właściwościami oraz ich opisem teoretycznym na poziomie akademickim.
2. Zapoznanie z wiedzą dotyczącą podstawowych zagadnień obejmujących metodykę badań doświadczalnych stosowanych w charakteryzacji fazy skondensowanej.
3. Przedstawienie studentom obszaru zastosowań materiałów o strukturze ciał stałych i ich znaczenia we współczesnej technologii i nanotechnologii.



4. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów związanych z materią skondensowaną w oparciu o uzyskaną wiedzę.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

W wyniku przeprowadzonych zajęć student będzie dysponował wiedzą w następującym zakresie:

1. Ma wiedzę z zakresu fizyki fazy skondensowanej niezbędną do zrozumienia praw rządzących zjawiskami występującymi w materii skondensowanej - [K1\_W02, K1\_W03].
2. Ma wiedzę o właściwościach fizycznych materii skondensowanej (opis klasyczny i kwantowy) oraz zna metodykę badań materii skondensowanej - [K1\_W04].
3. Zna i rozumie zasadę działania urządzeń pomiarowych i aparatury badawczej wykorzystujące elementy i układy wytworzone z materii skondensowanej - [K1\_W08].
4. Zna obecny stan zaawansowania i orientuje się w najnowszych trendach rozwojowych z zakresu materiałów funkcjonalnych i nanotechnologii oraz zna obszary ich zastosowania - [K1\_W11, K1\_W12].

#### Umiejętności

W wyniku przeprowadzonych zajęć student uzyska następujące umiejętności:

1. Potrafi formułować proste wnioski na podstawie uzyskanych wyników (obliczeń i wykonanych pomiarów), korzystać ze zrozumieniem ze wskazanych źródeł wiedzy (wykaz literatury) oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł, zwłaszcza elektronicznych źródeł bibliograficznych - [K1\_U02, K1\_U03].
2. Potrafi posługiwać się podstawowymi urządzeniami infrastruktury doświadczalnej wykorzystywanej do badań materii skondensowanej zgodnie z wymogami bezpieczeństwa i higieny pracy - [K1\_U15].
3. Potrafi dokonać wyboru materiałów o odpowiednich właściwościach fizyko-chemicznych dla zastosowań laboratoryjnych i technologicznych - [K1\_U18].

#### Kompetencje społeczne

W wyniku przeprowadzonych zajęć student zdobędzie niżej wymienione kompetencje społeczne:

1. Potrafi rozwiązywać problemy samodzielnie, jak również współpracować w ramach zespołu - [K1\_K01].
2. Potrafi myśleć i działać w sposób twórczy - [K1\_K08].
3. Rozumie znaczenie i wkład różnych gałęzi nauki, technologii i techniki w tym fizyki fazy skondensowanej w rozwój cywilizacji i społeczeństwa, rozumie potrzebę formułowania i przekazywania tych informacji społeczeństwu - [K1\_K09].

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:



Efekt	Forma oceny	Kryteria oceny
W02, W03, W04, W08, W11, W12	Egzamin w formie pisemnej	3 - 51%-70.0%
		4 - 70.1%-90.0%
		5 - od 90.1%
U02, U03, U15, U18	Kolokwia zaliczeniowe (2 kolokwia/sem.) . Ocena umiejętności studenta przy tablicy.	3 - 51%-70.0%
		4 - 70.1%-90.0%
		5 - od 90.1%
K01, K08, K09	Ocena kompetencji studenta nabytych w czasie wykładu i ćwiczeń	3 - 51%-70.0%
		4 - 70.1%-90.0%
		5 - od 90.1%

### Treści programowe

1. Elementarne problemy kwantowe - równanie Schrödingera, ruch cząstki swobodnej, studnia potencjału, bariera potencjału, efekt tunelowy, liniowy oscylator harmoniczny, atom wodoropodobny.
2. Wiązania chemiczne. Właściwości kryształów z wiązaniami kowalencyjnymi, jonowymi, metalicznymi, wodorowymi i van der Waalsa.
3. Budowa krystaliczna ciał. Sieci i wektory translacji sieci. Struktura krystaliczna. Sieci Bravais. Współczynnik upakowania. Wskaźniki Millera węzłów, kierunków i płaszczyzn, elementy symetrii kryształów.
4. Badania struktury kryształów. Dyfrakcja neutronowa, elektronowa i rentgenowska. Prawo Bragga i Lauego. Sieć odwrotna. Konstrukcja Ewalda. Metody dyfrakcyjne badań struktury kryształów (Lauego, obracanego kryształu, proszkowa).
5. Niedoskonałości sieci krystalicznej. Defekty punktowe i dyslokacje. Defekty powierzchniowe. Wektor Burgersa. Pole naprężeń i energia dyslokacji.
6. Kwazikryształy. Pokrycie Penrose'a. Cechy i właściwości kwazikryształów.
7. Drgania sieci krystalicznej. Przybliżenie adiabatyczne, dotyczące elektronów i harmoniczne. Drgania łańcucha jednowymiarowego z jednym i dwoma rodzajami atomów. Fonony akustyczne i optyczne - zależności dyspersyjne.
8. Ciepło właściwe ciał stałych. Modele: klasyczny, Einsteina i Debye'a.
9. Metody rozproszeniowe badań ciał stałych: spektroskopia Ramana i Brillouina.



10. Gaz Fermiego elektronów swobodnych. Model Drudego. Pojemność cieplna gazu elektronowego. Funkcja gęstości stanów i energia Fermiego. Funkcja rozkładu Fermiego-Diraca. Elektronowa pojemność cieplna.

11. Teoria pasmowa ciała stałego - przybliżenie adiabatyczne i jednoelektronowe, przybliżenie silnie związanych elektronów, przybliżenie słabo związanych elektronów, pasma energetyczne, strefa Brillouina, masa efektywna.

12. Półprzewodniki samoistne i domieszkowane.

### Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna ilustrowana przykładami graficznymi, animacjami i filmami.

Ćwiczenia: zajęcia tablicowe; prezentacja multimedialna wybranych zagadnień; rozwiązywanie przykładowych zadań do każdego tematu; samodzielne rozwiązywanie zadań podanych przez prowadzącego ćwiczenia.

### Literatura

#### Podstawowa

1. Ch. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
2. H. Ibach, H. Lüth, Fizyka Ciała Stałego, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.
3. N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Fizyka Ciała Stałego, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1986.
4. Z. Trzaska Durski, H. Trzaska Durska, Podstawy krystalografii strukturalnej i rentgenowskiej, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
5. J. Garbarczyk, Wstęp do fizyki ciała stałego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.

#### Uzupełniająca

1. M. Drozdowski i inni, Spektroskopia ciała stałego, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1996.
2. G. Turrell, Infrared and Raman spectra of crystals, Academic Press Inc., London 1972.

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	81	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu) <sup>1</sup>	44	2

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności