

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i Nanomateriały

Profil: Praktyczny

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: NtiNm

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wstęp do fizyki fazy skondensowanej
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	introduction to condensed matter physics
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF NTINM pIS C7 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	4

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
4	30	15	0	0	15	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studentów z rodzajami i właściwościami sieci krystalicznej oraz wiązań chemicznych w ciałach stałych

**Cel 2** Omówienie właściwości termicznych sieci krystalicznej. Przedstawienie modelu pasmowego ciała stałego w powiązaniu z nanomateriałami. Omówienie układów spintronicznych. Właściwości nadprzewodzące ciał stałych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw mechaniki kwantowej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Znajomość rodzajów struktur krystalicznych. Sieć odwrotna. Konstrukcja kuli Ewalda.

**EK2 Wiedza** Mechanizm powstawania promieniowania rentgenowskiego. Badanie struktury krystalicznej. Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego i neutronów.

**EK3 Wiedza** Model pasmowy ciała stałego. Model gazu elektronów swobodnych. Właściwości materiałów półprzewodnikowych i metalicznych

**EK4 Umiejętności** Umiejętność analizy wybranych dyfraktogramów rentgenowskich oraz analizy odległości międzyplaszczynowych w ramach sieci odwrotnej. Analiza struktury pasmowej ciała stałego. Opis drgań cieplnych w opraciu o relacje dyspersji fononów.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Konstrukcja sieci odwrotnej i struktura krystaliczna. Odległości międzyplaszczynowe. Konstrukcja kuli Ewalda.	2
C2	Analiza wiązań chemicznych. Potencjał Lenarda-Jones'a. Wiązania metaliczne i kowalencyjne.	1
C3	Relacje dyspersji dla monoatomowego i dwuatomowego liniowego łańcucha atomów.	2
C4	Zależność temperaturowa sieciowego ciepła właściwego w modelu Debay'a.	2
C5	Dowód twierdzenia Blocha. Model Kroniga-Penney'a	2
C6	Zjawisko tunelowania cząstki przez barierę potencjału. Właściwości nadprzewodzące ciał stałych. Zjawisko Josephsona.	2
C7	Podatność paramagnetyczna. Wyprowadzenie prawa Curie. Paramagnetyzm gazu elektronów swobodnych.	1
C8	Oddziaływania ferromagnetyczne. Struktura antyferromagnetyczna.	1
C9	Klasyfikacja przejść fazowych. Teoria Landau'a przejść fazowych	1
C10	Treści programowe 10	1

SEMINARIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
S1	Seminarium – obliczenia odległości równowagowej dla wiązania van der Waalsa	2
S2	Seminarium – obliczenia odległości równowagowej dla wiązania jonowego	2
S3	Seminarium – Model dwuatomowego liniowego łańcucha atomów – wyprowadzenie relacji dyspersji	2
S4	Seminarium – Model gazu elektronów przewodnictwa - funkcje rozkładów statystyczne	2
S5	Seminarium – Model Kroniga-Penney’a analiza ilościowo-jakościowa	2
S6	Seminarium – Dowód twierdzenia Blocha	2
S7	Seminarium – Prawo Curie wyprowadzenie wzoru	1
S8	Seminarium – Paramagnetyzm elektronów przewodnictwa wyprowadzenie	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Sieć krystaliczna: sieć Bravaisgo i wektory prymitywne /klasyfikacja sieci, układy krystalograficzne/, sieci regularne, prymitywna komórka elementarna, komórka Wignera-Seitza, Struktury krystaliczne i sieci z bazą,	3
W2	Sieć odwrotna, pierwsza strefa Brillouina, płaszczyzny sieciowe i wskaźniki Millera. Wiązania chemiczne w kryształach: kryształy gazów szlachetnych, kryształy jonowe, kryształy kowalencyjne, metale, wiązanie wodorowe	3
W3	Dyfrakcja: dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego, dyfrakcja neutronów	2
W4	Drgania sieci krystalicznej. Krzywe dyspersji. liniowy jednoatomowy łańcuch atomów, liniowy dwuatomowy łańcuch atomów. Własności termiczne sieci krystalicznej. Model Debye’a i model Einsteina ciepła właściwego sieci krystalicznej.	5
W5	Teoria elektronów prawie swobodnych w trzech wymiarach. Pojemność cieplna gazu elektronowego. Elektrony w potencjale okresowym: potencjał okresowy i twierdzenie Blocha wraz z dowodem, warunki brzegowe Born’a-von Karmana,	5
W6	Nadprzewodnictwo: opis doświadczalny: efekt Meissnera, ciepło właściwe, przerwa energetyczna, efekt izotopowy, zarys teorii nadprzewodnictwa: termodynamika przejścia fazowego do stanu nadprzewodzącego, równanie Londonów, teoria nadprzewodnictwa BCS, nadprzewodniki I i II rodzaju, stan mieszany, tunelowanie elektronów, zjawisko Josephsona /stałoprądowe/.	5

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W7</b>	Magnetyczne własności ciał stałych: diamagnetyzm: równanie diamagnetyzmu Langevina, paramagnetyzm: kwantowa teoria paramagnetyzmu, jony metali ziem rzadkich, jony metali z grupy żelaza, podatność paramagnetyczna elektronów przewodnictwa, ferromagnetyzm: temperatura Curie, namagnesowanie nasycenia w temperaturze zera bezwzględnego, namagnesowanie nasycenia w funkcji temperatury, antyferromagnetyzm: podatność poniżej temperatury Neela.	5
<b>W8</b>	Zjawiska krytyczne i przejścia fazowe.	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	15
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>120</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Kolokwium

**F2** Odpowiedź ustna

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

**P1** Egzamin ustny

**P2** Egzamin pisemny

**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Znajomość struktur krystalicznych
NA OCENĘ 3.0	Sieć odwrotna definicja
NA OCENĘ 3.5	Konstrukcja kuli Ewalda
NA OCENĘ 4.0	wyprowadzenie wzorów na odległość między płaszczyznami
NA OCENĘ 4.5	kąt między płaszczyznami
NA OCENĘ 5.0	Właściwości sieci odwrotnej
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	budowa lampy rentgenowskiej
NA OCENĘ 3.0	mechanizm powstawania promieni Rentgena
NA OCENĘ 3.5	dyfrakcja i interferencj fal dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego
NA OCENĘ 4.0	prawo Bragga wraz z wyprowadzeniem
NA OCENĘ 4.5	czynnik atomowy i strukturalny
NA OCENĘ 5.0	dyfrakcja neutronów i ich zastosowanie
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	ciepło właściwe sieci krystalicznej
NA OCENĘ 3.0	model pasmowy gazu elektrónów sówbodnych
NA OCENĘ 3.5	model pasmowy ciała stałego
NA OCENĘ 4.0	Twierdzenie Blocha wraz z dowodem
NA OCENĘ 4.5	mechanizm przewodnictwa prądu w metalach i półprzewodnikach
NA OCENĘ 5.0	Paramagnetyzm gazu elektronów przewodnictwa
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	analiza wybranych dyfraktogramów rentgenowskich
NA OCENĘ 3.0	własności magnetyczne materii

NA OCENĘ 3.5	model Kroniga Penney'a z analią fizyczną rozwiązań
NA OCENĘ 4.0	analiza drgań liniowego łańcucha atomów relacje dyspersji
NA OCENĘ 4.5	relacje dyspersji fononów, nadprzewodnictwo w metalach
NA OCENĘ 5.0	zastosowanie materiałów półprzewodnikowych i półprzewodników półmagnetycznych

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	C1 C2	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2
EK2		Cel 1	C2 C3	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2
EK3		Cel 1 Cel 2	C4 C5	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2
EK4		Cel 1	C1 C7 C8	N1 N2 N3	F1 F2 P1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Ch. Kittel — *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Warszawa, 1999, PWN  
 [2 ] N.W.Ashcroft, N.D.Mermin — *Fizyka ciał stałego*, Warszawa, 1986, PWN

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] A.Hennel, W.Szuskiewicz — *Zadania z fizyki, atomu i cząsteczki ciała stałego*, Warszawa, 1985, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. Ryszard Zach (kontakt: puzach@cyfronet.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab., prof. PK Ryszard Zach (kontakt: puzach@cyfronet.pl)



## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....