

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2013/2014

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Fizyka techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: II

Specjalności: Nowoczesne materiały i nanotechnologie

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Struktura elektronowa ciał stałych
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WFMiI FT oIIS F1 13/14
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty wybieralne
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	3

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

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
3	30	0	0	0	0	15

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami eksperymentalnymi i teoretycznymi analizy struktury elektronowej

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

1 Znajomość podstawowego zakresu mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Studenci poznają metody eksperymentalne badania struktury elektronowej.

**EK2 Wiedza** Studenci poznają podstawowe twierdzenia i modele związane ze strukturą pasmową ciała stałego

**EK3 Wiedza** Studenci poznają w szerszym zakresie model elektronów prawie swobodnych oraz metodę ciasnego wiązania.

**EK4 Wiedza** Zapoznanie studentów z wybranymi metodami obliczania struktury elektronowej

**EK5 Umiejętności** Studenci powinni umieć analizować strukturę elektronową wybranych układów materiałów międzymetalicznych

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Eksperymentalne metody badania struktury elektronowej Elektrony swobodne. Twierdzenie Blocha wraz z dowodem.	5
<b>W2</b>	Model Kroniga-Penneya. Dyfrakcja elektronów swobodnych. Model elektronów prawie swobodnych	5
<b>W3</b>	Metoda ciasnego wiązania. Liniowa kombinacja orbitali molekularnych. Metody komórkowe.	5
<b>W4</b>	Ortogonalizowane fale płaskie. Uzupełnione fale płaskie.	5
<b>W5</b>	Metoda funkcji Greena. Metoda Korringa-Kohn-Rostockera.	5
<b>W6</b>	Analiza struktury elektronowej w wybranych układach związków międzymetalicznych (paramagnetyki, ferromagnetyki, antyferromagnetyki kolinearne, półprzewodniki itp.)	5

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P1</b>	Numeryczne rozwiązanie równania Schrodingera w modelu Kroniga Penneya. Porównanie anlizy numerycznej z graficzną interpretacją rozwiązań.	4
<b>P2</b>	Numeryczna analiza rozwiązań w ramach modelu elektronów prawie swobodnych.	3
<b>P3</b>	Szczegółowa analiza rozwiązań w ramach metody ortogonalizowanych fal płaskich.	3

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>P4</b>	Przygotowanie danych eksperymentalnych i parametrów modelowych do obliczeń struktury elektronowej metodą Koringa Kohn Rostokera	3
<b>P5</b>	Porównanie wyników eksperymentalnych i teoretycznych otrzymywanych w ramach modelu KKR. Szczególna uwaga dotyczyć będzie oporu elektrycznego, momentu magnetycznego, pola nadsubtelnego oraz parametrów układów termoelektrycznych	2

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

N3 Zadania tablicowe

## 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	0
Konsultacje przedmiotowe	10
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	25
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	35
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>80</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Odpowiedź ustna

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**

P1 Egzamin ustny

**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	podstawowe założenia modelu pasmowego ciała stałego
NA OCENĘ 3.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz struktura pasmowa izolatorów, metali i półprzewodników
NA OCENĘ 3.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektronowej dla materiałów magnetycznych
NA OCENĘ 4.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metoda de Hasa van Alfena
NA OCENĘ 4.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metody spektroskopowe badania struktury elektronowej
NA OCENĘ 5.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz zastosowanie promieniowania synchrotronowego w badaniu struktury elektronowej
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	podstawowe założenia struktury pasmowej ciał stałych
NA OCENĘ 3.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych twierdzenie Blocha
NA OCENĘ 3.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych dowód twierdzenia Blocha
NA OCENĘ 4.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych założenia modelu Kroniga Penney'a
NA OCENĘ 4.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych rozwiązania równania Schrodingera dla liniowego periodycznego układu jam potencjalnych – rozwiązania dla modelu Kroniga-Penney'a
NA OCENĘ 5.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych przykłady struktury elektrnowej obliczone dla wybranych materiałów (np. Si, Ge, materiałów ferromagnetycznych, paramagnetycznych itp)
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	porównanie modeli struktury pasmowej
NA OCENĘ 3.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz relacje dyspersji fononów dla układów jednowymiarowych
NA OCENĘ 3.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz model elektronów prawie swobodnych
NA OCENĘ 4.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz warunki Borna von Karmana

NA OCENĘ 4.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metoda ciasnego wiązania
NA OCENĘ 5.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz omówienie struktury elektronowej dla wybranych materiałów
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	zaady obliczenia struktury elektronowej
NA OCENĘ 3.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz podstawy rachunku zaburzeń w zastosowaniu do obliczeń struktury pasmowej
NA OCENĘ 3.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metoda APW
NA OCENĘ 4.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metoda OPW
NA OCENĘ 4.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metoda KKR
NA OCENĘ 5.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metoda KKR-CPA
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	analiza struktury elektronowej atomów Si i Ge
NA OCENĘ 3.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektronowej GaAs
NA OCENĘ 3.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektronowej CdMnTe
NA OCENĘ 4.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektronowej MnAs
NA OCENĘ 4.5	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektronowej MnFe(AsP)
NA OCENĘ 5.0	zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektronowej MnRhAs, MnRhP

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓLOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W03, K_W06, K_W07	Cel 1	W1 P1	N1 N2 N3	F1 P1
EK2	K_W03, K_W06, K_W07	Cel 1	W2 W3 P2	N1 N2 N3	F1 P1
EK3	K_W03, K_W06, K_W07	Cel 1	W3 W4 P2 P3	N1 N2 N3	F1 P1
EK4	K_W03, K_W06, K_W07	Cel 1	W5 W6 P4 P5	N1 N2 N3	F1 P1
EK5	K_U03	Cel 1	W5 W6 P4 P5	N1 N2 N3	F1 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] bieżąca literatura naukowa dotycząca obliczeń struktury elektronowej

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. 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)

.....