

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2014/2015

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i nanomateriały

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: NN

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Wstęp do fizyki fazy skondensowanej |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM |                                     |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WFMiI NN oIS D3 14/15               |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                |
| SEMESTRY                                | 6                                   |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | SEMINARIUM | PROJEKT |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|---------|
| 6       | 30     | 0         | 0            | 0                                | 15         | 0       |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Podstawowe właściwości fazy skondensowanej. Struktura krystaliczna, wiązania chemiczne, drgania sieci krystalicznej, struktura pasmowa ciała stałego. Właściwości magnetyczne ciał stałych. Nadprzewodnictwo.

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

1 Znajomość podstaw mechaniki kwantowej

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Analiza struktury krystalicznej. Typy struktur krystalicznych. Sieci krystaliczne. Sieć odwrotna.

**EK2 Wiedza** Rodzaje wiązań chemicznych. Drgania sieci krystalicznej.

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

**EK4 Umiejętności** Umiejętność analizy struktury krystalicznej. Analiza struktury pasmowej ciała stałego. Opis drgań cieplnych w oparciu o relacje dyspersji fononów.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| SEMINARIUM |                                                                                  |                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP         | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                           | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>S1</b>  | Obliczenia odległości międzypłaszczyznowych. Konstrukcja kuli Ewalda.            | 3                |
| <b>S2</b>  | Obliczanie czynnika atomowego i strukturalnego                                   | 3                |
| <b>S3</b>  | Drgania monoatomowego i liniowego łańcucha atomów. Relacje dyspersji fononów.    | 3                |
| <b>S4</b>  | Temperaturowa zależność ciepła właściwego sieci krystalicznej, w modelu Debye'a. | 3                |
| <b>S5</b>  | Tunelowanie cząstki przez barierę potencjału. Zjawisko Josephsona.               | 3                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                          |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Sieć krystaliczna sieć Bravaisgo i wektory prymitywne /klasyfikacja sieci, układy krystalograficzne/, sieci regularne, prymitywna komórka elementarna, komórka Wignera Seitz, struktury krystaliczne i sieci z bazą,     | 3                |
| <b>W2</b> | Sieć odwrotna, pierwsza strefa Brillouina, płaszczyzny sieciowe i wskaźniki Millera. Wiązania chemiczne w kryształach: kryształy gazów szlachetnych, kryształy jonowe, kryształy kowalencyjne, metale, wiązanie wodorowe | 4                |
| <b>W3</b> | Dyfrakcja: dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego, dyfrakcja neutronów. Drgania sieci krystalicznej. Krzywe dyspersji. Liniowy jednoatomowy łańcuch atomów, liniowy dwuatomowy łańcuch atomów.                         | 4                |
| <b>W4</b> | Własności termiczne sieci krystalicznej. Model Debye'a i model Einsteina ciepła właściwego sieci krystalicznej.                                                                                                          | 4                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W5</b> | 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,                                                                                                                                                                                                                          | 4                |
| <b>W6</b> | Model Kronig-Penneya, pasma energetyczne. Metale i powierzchnia Fermiego. Dielektryki i półprzewodniki.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3                |
| <b>W7</b> | Nadprzewodnictwo: opis doświadczalny: efekt Meisnera, 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/.                                                                                    | 4                |
| <b>W8</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. | 4                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Prezentacje multimedialne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI                                                                                 | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                               | 0                                                       |
| 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                               | 30                                                      |
| Opracowanie wyników                                                                              | 0                                                       |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji                                           | 20                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>75</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                                    | 4.00                                                    |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

**F1** Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

**P1** Egzamin pisemny

**P2** Egzamin ustny

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |                                                                                             |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 2.0        | metoda dyfrakcji                                                                            |
| NA OCENĘ 3.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury krystalicznej        |
| NA OCENĘ 3.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz typy i rodzaje struktury krystalicznej |
| NA OCENĘ 4.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz prawo Bragga i sieci krystaliczne      |

|                     |                                                                                                                                                |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 4.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz sieć odwrotna                                                                             |
| NA OCENĘ 5.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz konstrukcja kuli Ewalda                                                                   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | energia wiązania chemicznego, rodzaje wiązań chemicznych                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz wiązanie wodorowe oraz jonowe, energia wiązania jonowego                                  |
| NA OCENĘ 3.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz wiązanie kowalencyjne i metaliczne                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz relacje dyspersji dla liniowego monoatomowego łańcucha atomów                             |
| NA OCENĘ 4.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz relacje dyspersji dla dwuatomowego liniowego łańcucha atomów                              |
| NA OCENĘ 5.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz metody doświadczalne wyznaczania krzywych dyspersji fononów                               |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | podstawowe założenia modelu pasmowego                                                                                                          |
| NA OCENĘ 3.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz model gazu elektronów swobodnych                                                          |
| NA OCENĘ 3.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz twierdzenie Blocha                                                                        |
| NA OCENĘ 4.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz model Kroniga Penne'ya                                                                    |
| NA OCENĘ 4.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz własności metali w odniesieniu do struktury elektronowej                                  |
| NA OCENĘ 5.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz własności półprzewodników w odniesieniu do struktury elektronowej                         |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |                                                                                                                                                |
| NA OCENĘ 2.0        | analiza struktury krystalicznej w oparciu o dotarczone rentgenogramy – wskaźnikowanie rentgenogramów/neutronogramów                            |
| NA OCENĘ 3.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza struktury elektrnowej w oparciu o poznane metody obliczania struktury elektrnowej |
| NA OCENĘ 3.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza relacji dyspersji fononów dla liniowego monoatomowego łańcucha atomów             |
| NA OCENĘ 4.0        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz analiza relacji dyspersji fononów dla liniowego dwuatomowego łańcucha atomów              |
| NA OCENĘ 4.5        | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz model Debye'a i Einsteina ciepła właściwego sieci krystalicznej                           |

|              |                                                                                                                        |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NA OCENĘ 5.0 | zakres materiału obowiązujący dla ocen niższych oraz magnetyczne i elektryczne ciepła właściwe w wybranych materiałach |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | K_W05                                                                          | Cel 1           | S1 W1 W2          | N1 N2                 | F1 P1 P2      |
| EK2               | K_W05                                                                          | Cel 1           | S2 W3 W4          | N1 N2                 | F1 P1 P2      |
| EK3               | K_W05                                                                          | Cel 1           | S3 S4 W5 W6       | N1 N2                 | F1 P1 P2      |
| EK4               | K_U09                                                                          | Cel 1           | S5 W7 W8          | N1 N2                 | F1 P1 P2      |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1] | Ch. Kittel — *Wstęp do fizyki ciała stałego*, Warszawa, 2010, PWN

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab. Ryszard Zach (kontakt: [puzach@cyfronet.pl](mailto:puzach@cyfronet.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....