

## SYLABUS PRZEDMIOTU

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Nazwa przedmiotu w języku polskim oraz języku angielskim<br>Fizyka fazy skondensowanej I<br>Condensed Matter Physics I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.  | Dyscyplina naukowa<br>nauki fizyczne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3.  | Język wykładowy<br>polski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.  | Jednostka prowadząca przedmiot<br>Wydział Fizyki i Astronomii                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5.  | Rodzaj przedmiotu ( <i>obowiązkowy, do wyboru</i> )<br>do wyboru                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6.  | Kierunek studiów<br>Informatyka stosowana i systemy pomiarowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7.  | Poziom studiów<br>I stopień                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8.  | Rok studiów<br>III rok                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 9.  | Semestr ( <i>zimowy lub letni</i> )<br>zimowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 10. | Forma zajęć i liczba godzin<br>wykład – 30 godzin<br>konwersatorium – 30 godzin                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11. | Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych dla przedmiotu<br>znajomość podstaw mechaniki kwantowej i fizyki statystycznej                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12. | Cele kształcenia dla przedmiotu<br>Rozumienie pojęć i wielkości fizycznych służących do opisu struktury i właściwości ciał stałych. Poznanie podstawowych struktur krystalicznych i typów wiązań. Poznanie opisu matematycznego drgań sieci krystalicznej i zastosowanie do opisu ciepła właściwego ciał stałych. Poznanie właściwości elektronowych ciał stałych i przyczyn powstawania pasm energetycznych oraz ich opisu matematycznego. Wyjaśnienie właściwości i klasyfikacja ciał stałych |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | na podstawie ich elektronowej struktury pasmowej. Poznanie działania półprzewodnikowego złącza prostującego i jego zastosowań.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                          |
| 13. | <p>Treści programowe</p> <p>Struktura kryształów: komórka prymitywna, sieć, baza, struktura, symetrie punktowe, sieci Bravais'ego, wskaźniki Millera płaszczyzn krystalograficznych, podstawowe struktury krystaliczne.</p> <p>Sieć odwrotna: dyfrakcja fal na kryształach, warunki dyfrakcji Bragga i Lauego, sieć odwrotna, strefy Brillouina.</p> <p>Wiązania chemiczne w kryształach: rodzaje wiązań w kryształach, potencjał Lennarda–Jonesa, energia spójności, energia Madelunga.</p> <p>Drgania sieci krystalicznej: drgania sieci jednowymiarowej, związek dyspersyjny, sieć z bazą dwuatomowa, drgania akustyczne i optyczne, kwantowanie drgań sieci, fonony, rozkład Plancka, gęstość stanów fononowych, model Debye'a ciepła właściwego ciał stałych.</p> <p>Gaz elektronów swobodnych: energia Fermiego, wpływ temperatury na obsadzenie stanów, rozkład Fermiego–Diraca, gęstość stanów, ciepło właściwe gazu elektronowego. Przewodnictwo elektryczne, mikroskopowe wyprowadzenie prawa Ohma. Elektrony swobodne w polu elektromagnetycznym, efekt Halla.</p> <p>Elektrony w polu potencjału okresowego: model prawie swobodnych elektronów, pasma energetyczne, pochodzenie i szerokość przerwy energetycznej. Funkcje Blocha, równanie falowe elektronu w potencjale okresowym. Metale, półprzewodniki, izolatory.</p> <p>Półprzewodniki: przerwa energetyczna, równanie ruchu dla elektronu w paśmie energetycznym, dziury, masa efektywna. Przewodnictwo samoistne i domieszkowe. Złącze prostujące p-n i jego zastosowania ( tranzystor, dioda LED, ogniwo fotowoltaiczne, laser półprzewodnikowy).</p> |                                                                                          |
| 14. | <p>Zakładane efekty uczenia się</p> <p>Student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zna i potrafi opisać: podstawowe typy sieci i struktur krystalicznych, typy wiązań krystalicznych, zjawisko dyfrakcji fal na strukturach krystalicznych, pojęcie sieci odwrotnej;</li> <li>– rozumie i potrafi opisać matematycznie: drgania sieci krystalicznej i problem ciepła właściwego ciał stałych, powstawanie elektronowej struktury pasmowej;</li> <li>– potrafi wyjaśnić działanie półprzewodnikowego złącza prostującego p-n i podać jego zastosowania, wyjaśnić podstawy działania tranzystora oraz diody LED;</li> <li>– potrafi rozwiązywać wybrane problemy z zakresu fizyki fazy skondensowanej;</li> <li>– potrafi samodzielnie korzystać ze źródeł w celu rozwiązania postawionych problemów z</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Symbole odpowiednich kierunkowych efektów uczenia się</p> <p>I1_W02</p> <p>I1_U03</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|     | zakresu fizyki fazy skondensowanej, potrafi uczyć się samodzielnie.                                                                                                                                                                                         |                                                                  |
| 15. | Literatura obowiązkowa i zalecana<br>C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, wyd. 7, PWN, Warszawa 1999.<br>H. Ibach, H. Lüth, Fizyka ciała stałego, PWN, Warszawa 1996.                                                                                  |                                                                  |
| 16. | Metody weryfikacji zakładanych efektów uczenia się:<br>wykład: egzamin ustny<br>konwersatorium: kontrola postępów w trakcie zajęć poprzez rozwiązywanie zadań i dyskusję problemów naukowych, sprawdziany kontrolne                                         |                                                                  |
| 17. | Warunki i forma zaliczenia poszczególnych komponentów przedmiotu:<br>wykład: egzamin ustny (przystąpienie do egzaminu pod warunkiem uzyskania zaliczenia konwersatorium)<br>konwersatorium: ciągła kontrola obecności i postępów w zakresie tematyki zajęć. |                                                                  |
|     | Nakład pracy studenta wyrażony w godzinach zajęć oraz punktach ECTS                                                                                                                                                                                         | liczba godzin przeznaczona na zrealizowanie danego rodzaju zajęć |
|     | zajęcia (wg planu studiów) z prowadzącym:                                                                                                                                                                                                                   |                                                                  |
|     | – wykład:                                                                                                                                                                                                                                                   | 30                                                               |
|     | – konwersatorium:                                                                                                                                                                                                                                           | 30                                                               |
|     | praca własna studenta (w tym udział w pracach grupowych):                                                                                                                                                                                                   |                                                                  |
|     | – przygotowanie do zajęć:                                                                                                                                                                                                                                   | 30                                                               |
|     | – czytanie wskazanej literatury:                                                                                                                                                                                                                            | 10                                                               |
|     | – przygotowanie do sprawdzianów i egzaminu:                                                                                                                                                                                                                 | 30                                                               |
|     | Łączna liczba godzin zajęć                                                                                                                                                                                                                                  | 130                                                              |
|     | Liczba punktów ECTS ( <i>jeśli jest wymagana</i> )                                                                                                                                                                                                          | 5                                                                |