

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu: **Fizyczne właściwości kryształów (WTCNOCSI-FWK)**

Nazwa w języku polskim:

Nazwa w jęz. angielskim: **Physical Properties of Crystals**

Dane dotyczące przedmiotu:

Jednostka oferująca przedmiot: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Przedmiot dla jednostki: Wydział Nowych Technologii i Chemii

Cykl dydaktyczny: Semestr zimowy 2025/2026

Koordynator przedmiotu cyklu: dr inż. Maciej Chrunik

Domyślny typ protokołu dla przedmiotu:

Egzamin

Język wykładowy:

polski

Skrócony opis:

Podstawowym celem wykładu jest przekazanie studentom wiedzy o właściwościach fizycznych kryształów związanych z anizotropią tych materiałów. Zostaną omówione podstawowe właściwości tensorów (głównie drugiego rzędu) opisujących powiązania pomiędzy takimi wektorowymi wielkościami fizycznymi jak natężenie pola elektrycznego, indukcja elektryczna, polaryzacja elektryczna czy też gęstość prądu. Analogicznie zostaną omówione podstawowe zależności mechaniczne (naprężenie i odkształcenie), właściwości magnetyczne (zależności pomiędzy natężeniem pola magnetycznego i indukcją magnetyczną, kierunki łatwego magnesowania) i optyczne (dwójłomność optyczna w kryształach jednoosiowych i dwuosiowych, indykator optyczny, aktywność optyczna, nieliniowość optyczna). Omówione zostaną podstawowe aplikacje materiałów piezoelektrycznych, ferroelektrycznych, ferromagnetycznych, dwójłomnych oraz wykazujących nieliniowość optyczną drugiego rzędu.

Opis:

Wykład /metoda słowna z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.

1. Materiały anizotropowe, wprowadzenie do rachunku tensorowego / 2 godz.
 2. Opis podstawowych właściwości fizycznych przy pomocy tensorów drugiego rzędu, kwadryka tensorowa / 2 godz.
 3. Wpływ elementów symetrii krystalograficznej na niezerowe składowe tensora symetrycznego drugiego rzędu / 2 godz.
 4. Obróty układu współrzędnych, zależność pomiędzy starymi i nowymi składowymi tensora drugiego rzędu / 2 godz.
 5. Tensor symetryczny drugiego rzędu sprowadzony do osi głównych. Obróty wokół osi głównych. Koło Mohra / 2 godz.
 6. Mechaniczne właściwości kryształów / 2 godz.
 7. Dielektryczne i elektro-mechaniczne właściwości kryształów / 2 godz.
 8. Magnetyczne właściwości kryształów / 2 godz.
 9. Właściwości półprzewodzące / 2 godz.
 10. Optyczne właściwości kryształów, dwójłomność, aktywność optyczna, elektro-optyka, magneto-optyka / 2 godz.
- Ćwiczenia rachunkowe /rozwiązywanie i analizowanie problemów zgodnie z tematyką wykładów:
1. Obróty właściwe i inwersyjne wokół osi głównych w opisie symetrii kryształów / 2 godz.
 2. Właściwości termoelektryczne kryształów opisywane przez tensory pierwszego rzędu na przykładzie efektu piroelektrycznego / 2 godz.
 3. Właściwości sprężyste kryształów opisywane przez tensory drugiego rzędu na przykładzie stanu naprężeń i prawa Hooke'a / 2 godz.
 4. Właściwości elektryczne kryształów opisywane przez tensory drugiego rzędu na przykładzie prawa Ohma / 2 godz.
 5. Wartości własne tensorów drugiego rzędu / 2 godz.
 6. Kierunki własne tensorów drugiego rzędu / 2 godz.
 7. Elipsoida i kwadryka wielkości fizycznych opisywanych przez tensory drugiego rzędu / 2 godz.
 8. Kolokwium zaliczeniowe / 2 godz.

Laboratoria /pomiar wybranych właściwości ciał stałych. Obejmują budowę stanowiska pomiarowego, wykonanie pomiarów oraz opracowanie wyników i wyciągnięcie wniosków. Tematy ćwiczeń:

1. Optyczne właściwości materiałów – pierścienie Newtona.
2. Dyspersja światła w ośrodkach izotropowych.
3. Wyznaczanie współczynnika załamania światła w światłowodzie.
4. Zjawiska kinetyczne w półprzewodnikach – efekt Halla i zjawisko termoelektryczne.
5. Teoria pasmowa półprzewodników – wyznaczanie szerokości przerwy zabronionej metodą optyczną.
6. Właściwości elektryczne półprzewodników – pomiar czasu życia i długości drogi dyfuzji.

Literatura:

podstawowa:

1. J.F. Nye, Własności fizyczne kryształów w ujęciu tensorowym i macierzowym, PWN, Warszawa 1962,
2. M. Demianiuk, Własności fizyczne ciał stałych. Wykłady z fizyki dla inżynierów WAT, Warszawa 2007,
3. T. Penkała, Zarys krystalografii, PWN, Warszawa 1977

uzupełniająca:

1. International Tables for Crystallography, Vol. D: Physical properties of crystals. Online edition 2006.
2. C. Kittel, Wstęp do fizyki ciała stałego, PWN, Warszawa 1999.
3. A. Chełkowski, Fizyka dielektryków, PWN, Warszawa 1983.

Efekty uczenia się:

Symbol / Efekty uczenia się / Odniesienie do efektów kierunku

W1 / Ma wiedzę w zakresie podstawowych pojęć i praw fizyki ciała stałego / K_W13,

W2 / Ma uporządkowaną wiedzę z tensorowego opisu właściwości kryształów / K_W02, K_W03

W3 / Zna podstawy wykorzystania materiałów krystalicznych, o określonych właściwościach, do budowy urządzeń elektronicznych i optoelektronicznych / K_W14, K_W16

W4 / Zna metody pomiaru właściwości ciał stałych oraz podstawy metrologii / K_W12

U1 / Potrafi rozpoznać strukturę krystalograficzną i charakter wiązań w wybranych kryształach / K_U03, K_U05

U2 / Potrafi powiązać powyższe właściwości z optycznymi, elektrycznymi i magnetycznymi właściwościami kryształów / K_U09

U3 / Umie zbudować stanowisko, przeprowadzić pomiary i je opracować, a także zinterpretować w kontekście posiadanej wiedzy z fizyki ciała stałego / K_U07

U4 / Ma umiejętność samokształcenia się / K_U06

K1 / Potrafi pracować i współdziałać w grupie / K_K03
K2 / Rozumie znaczenie elektroniki dla rozwoju nauki i przemysłu / K_K02. K_K05
Metody i kryteria oceniania:
Laboratorium – zaliczenie ćwiczenia wymaga uzyskania pozytywnej oceny ze sprawdzianu przed rozpoczęciem ćwiczenia, wykonania ćwiczenia i zaliczenia pisemnego sprawozdania z ćwiczenia. Zaliczenie ćwiczeń rachunkowych – na podstawie kolokwium zaliczeniowego i aktywności na ćwiczeniach rachunkowych. Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest uzyskanie pozytywnych ocen z ćwiczeń laboratoryjnych i rachunkowych oraz z pisemnego egzaminu zawierającego pytania otwarte oraz testowe wielokrotnego wyboru. Osiągnięcie efektów W1, W2, W3, U1, U2, U4 i K2 weryfikowane jest podczas egzaminu, natomiast efekty W1, W3, U3 i K1 sprawdzane są w trakcie realizacji ćwiczeń rachunkowych i laboratoryjnych. Wszystkie sprawdziany i kolokwia są oceniane wg następujących zasad: ocena 2 – poniżej 50%, ocena 3 – 50 ÷ 60%, ocena 3,5 – 61 ÷ 70%, ocena 4 – 71 ÷ 80%, ocena 4,5 – 81 ÷ 90%, ocena 5 – powyżej 91% poprawnych odpowiedzi. Ocenę bardzo dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę, umiejętności i kompetencje przewidziane efektami uczenia się, a ponadto wykazuje zainteresowanie przedmiotem, w sposób twórczy podchodzi do powierzonych zadań. Ocenę dobrą otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem studiów w stopniu dobrym. Potrafi rozwiązywać zadania i problemy o średnim stopniu trudności. Ocenę dostateczną otrzymuje student, który posiadał wiedzę i umiejętności przewidziane programem studiów w stopniu dostatecznym. Samodzielnie rozwiązuje zadania i problemy o niskim stopniu trudności. Ocenę niedostateczną otrzymuje student, który nie posiadał wiedzy, umiejętności i kompetencji w zakresie koniecznych wymagań. Na końcową ocenę składają się: ocena uzyskana na egzaminie, oceny z ćwiczeń laboratoryjnych i rachunkowych oraz zaangażowanie i sposób podejścia studenta do nauki.
Forma studiów
stacjonarne
Rodzaj studiów
I stopnia
Rodzaj przedmiotu
wybieralny
Przedmioty wprowadzające
Fizyka - wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć i praw fizycznych związanych z budową materii. Matematyka - wymagania wstępne: znajomość rachunku różniczkowego i całkowego. Podstawy fizyki ciała stałego - wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć i praw fizyki ciała stałego. Krystalografia – wymagania wstępne: znajomość podstawowych pojęć krystalograficznych.
Programy
kierunek: inżynieria materiałowa, specjalność: inżynieria fotoniczna
Forma zajęć liczba godzin/rygor
W 20/x; C 16/+; L 24/+
Autor
dr inż. Maciej Chrunik
Bilans ECTS
Lp. Aktywność Obciążenie w godz. 1. Udział w wykładach 20 2. Udział w laboratoriach 24 3. Udział w ćwiczeniach 16 4. Udział w seminariach 5. Samodzielne studiowanie tematyki wykładów 20 6. Samodzielne przygotowanie do laboratoriów 20 7. Samodzielne przygotowanie do ćwiczeń 16 8. Samodzielne przygotowanie do seminarium 9. Realizacja projektu 10. Udział w konsultacjach 10 11. Przygotowanie do egzaminu 10 12. Przygotowanie do zaliczenia 13. Udział w egzaminie 2 godz. ECTS Sumaryczne obciążenie pracą studenta 138 5,0 Zajęcia z udziałem nauczycieli: 1+2+3+10+13 72 3,0 Zajęcia powiązane z działalnością naukową 106 4,0
Dane dotyczące przedmiotu cyklu:
Domyślny typ protokołu dla przedmiotu cyklu:
Egzamin