**Nazwa przedmiotu:**

Optyka ciała stałego

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. Rajmund Bacewicz

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Fizyka Techniczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Przedmioty poprzedzające: Elektrodynamika, Wstęp do fizyki ciała stałego, Fizyka kwantowa. Student powinien mieć za sobą podstawowy kurs fizyki ciała stałego i znać podstawy mechaniki kwantowej.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Po wysłuchaniu wykładu student nabywa wiedzy o mechanizmach oddziaływania światła z materią w różnych zakresach widmowych i dla różnych typów ciał stałych a także uświadamia wpływ tych oddziaływań na właściwości optyczne materiałów. Zapoznaje się z podstawami fizycznymi działania podstawowych urządzeń optoelektronicznych (detektor, dioda świecąca, laser półprzewodnikowy). Student poznaje właściwości optyczne zarówno materiałów litych jak i mikro- i nanostruktur o potencjalnych zastosowaniach fotonicznych.

**Treści kształcenia:**

1. Funkcja dielektryczna w ujęciu makroskopowym. Dyspersja czasowa i przestrzenna. Związki Kramersa-Kroniga. Fizyczna interpretacja e(w). Reguła sum dla e(w). Stałe optyczne i podstawowe metody ich wyznaczania. Ośrodki o ujemnym współczynniku załamania.
2. Klasyczna teoria dyspersji.
3. Międzypasmowe przejścia optyczne. Prawdopodobieństwo przejść międzypasmowych w przybliżeniu dipolowym. Zasada zachowania wektora falowego. Klasyfikacja stanów elektronowych w krysztale i reguły wyboru. Łączna gęstość stanów. Punkty krytyczne. Krawędź absorpcji podstawowej w materiałach o prostej przerwie energetycznej. Krawędź wykładnicza. Krawędź absorpcji w materiałach o przerwie skośnej. Techniki modulacyjne.
3. Ekscytony i wpływ oddziaływania elektron-dziura na własności optyczne kryształów. Ekscyton Wanniera-Motta. Widmo absorpcji podstawowej półprzewodnika z oddziaływaniem elektron-dziura.
4. Absorpcja na defektach. Płytkie i głębokie defekty. Domieszki wodoropodobne. Przejścia z udziałem domieszek. Wpływ lokalizacji na przejścia optyczne. Domieszki izoelektronowe. Diagram konfiguracyjny. Zasada Francka-Condona. Struktura wibroniczna przejść elektronowych na defektach.
5. Oddziaływanie światła ze swobodnymi nośnikami. Absorpcja na swobodnych nośnikach. Krawędź plazmowa. Własności optyczne metali.
6. Emisja światła przez ciało stałe. Wzór Van Roosbrecka-Shockleya. Termalizacja wzbudzonych nośników. Emisja przy silnych wzbudzeniach. Laser półprzewodnikowy.
7. Elementy magnetooptyki. Rezonans cyklotronowy. Rotacja Faradaya. Kwantowanie Landaua.
8. Własności optyczne mikrostruktur półprzewodnikowych. Struktura elektronowa studni kwantowej i przejścia optyczne. Ekscytony w studniach kwantowych. Przejścia optyczne w kropkach kwantowych. Nieliniowe efekty optyczne w mikrostrukturach.
9. Absorpcja na drganiach sieci. Procesy jednofononowe: widmo współczynnika odbicia i absorpcji. Procesy wielofononowe.
10. Rozpraszanie Ramana i Brillouina. Rozpraszanie Ramana na fononach. Inne wzbudzenia elementarne badane metodą rozpraszania światła.

**Metody oceny:**

Zaliczenie odbywa się na podstawie 2 kolokwiów obejmujących dwie połowy materiału wykładowego. Egzamin pisemny z możliwością dodatkowego egzaminu ustnego.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. J. Pankove; "Zjawiska optyczne w półprzewodnikach" WNT 1974.
2. T.S. Moss, G.J.Burrel, B.Ellis; "Semiconductor Optoelectronics" Butterworths, London 1973.
3. B. Mroziewicz, M.Bugajski, W.Nakwaski; "Lasery półprzewodnikowe" PWN 1985.
4. R. Bacewicz, "Optyka ciała stałego" - skrypt PW, 1995.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt OCS\_W01:**

Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę o mechanizmach oddziaływania światła z materią. Wie jakie procesy elektronowe i atomowe w ciałach stałych są odpowiedzialne za określone właściwości optyczne materiałów.

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W01

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W01, T2A\_W01

**Efekt OCS\_W02:**

Zna metody eksperymentalne pomiaru wielkości optycznych i metody wyznaczania parametrów mikroskopowych materiałów

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W03, FT2\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W03, X2A\_W04, X2A\_W05, T2A\_W03, T2A\_W04, InzA\_W02, InzA\_W05, X2A\_W05, T2A\_W06

**Efekt OCS\_W03:**

Zna fizyczne podstawy działania urządzeń fotonicznych takich jak detektor czy laser półprzewodnikowy

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_W07

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_W05, T2A\_W06

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt OCS\_U01:**

potrafi ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć techniki i technologii w zakresie optyki ciała stałego

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_U11

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_U04, T2A\_U12

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt :**

rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane efekty kierunkowe:** FT2\_K02

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K05, T2A\_K01