**Nazwa przedmiotu:**

Fizyka laserów

**Koordynator przedmiotu:**

prof. nzw. dr hab. Jerzy Jasiński

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Fotonika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

FL

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

**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:**

Znajomość podstaw elektrodynamiki, optyki i fizyki kwantowej

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Po zaliczeniu przedmiotu student nabywa kompetencji w zakresie:
 - znajomości własności wiązek gaussowskich
 - umiejętności zastosowania promieni do opisu propagacji wiązek światła
 - umiejętności określenia sposobu propagacji światła na podstawie analizy amplitudy i fazy
 - znajomości podstaw opisu oddziaływania światła z atomami
 - znajomości podstawowych własności emisji i absorpcji światła
 - podstawowych zjawisk zachodzących w źródłach światła

**Treści kształcenia:**

1. Wiązki gaussowskie w opisie światła. Przybliżenie skalarne i przyosiowe. Krzywizna frontu falowego i rozbieżność dyfrakcyjna wiązek. Fale wychodzące z zepolonego źródła punktowego. Paczki falowe.
2. Macierzowa teoria rezonatorów optycznych. Macierze (ABCD) w opisie światła optyce geometrycznej. Warunki stabilności promieni w rezonatorze. Typy rezonatorów. Dopasowanie parametrów wiązki i rezonatora. Transformacja parametrów wiązki przez soczewkę i zwierciadło. Wiązka jako pęk promieni.
3. Modowa struktura światła w rezonatorze. Mody poprzeczne i podłużne. Mody dla pól wektorowych. Poprzeczna struktura pola w rezonatorze. Degeneracja modów.
4. Straty energii w rezonatorach. Zjawiska powodujące straty energii. Straty użyteczne. Rozchodzenie się światła w obecności pochłaniania i wzmocnienia.
5. Struktura spektralna linii widmowych. Funkcje kształtu linii dla poszerzenia jednorodnego i niejednorodnego. Linie emisyjne i absorbcyjne. Wpływ pompowania optycznego, inwersji obsadzeń, pochłaniania i zjawisk nasycenia na linie widmowe.
6. Równania bilansu. Absorbcja światła, emisja spontaniczna i wymuszona. Szybkości przejść i bilans energii w układzie dwupoziomowym. Współczynniki Einsteina w rezonatorze. Bilans atomów i fotonów. Emisja, pompowanie optyczne i inwersja obsadzeń w układzie trój- i czteropoziomowym.
7. Lasery. Lasery pracy ciągłej i lasery impulsowe. Warunki pracy stacjonarnej. Moc lasera. Rola czwartego poziomu i próg akcji laserowej. Stany nieustalone. Laser rubinowy i laser Nd:YAG. Laser gazowy He-Ne.

**Metody oceny:**

Zaliczenie przedmiotu następuje po zdobyciu co najmniej 11 z 20 możliwych do uzyskania punktów:
 - 5 punktów można otrzymać rozwiązując zadania domowe (2 serie zadań)
 - 5 punktów z kolokwium w połowie semestru - zakres kolokwium dotyczy metod rachunkowych opisu wiązek w rezonatorach
 - 10 punktów z egzaminu pisemnego. Egzamin polega na opisie opis dwóch z kilkunastu zagadnień, na jakie została podzielona treść wykładu.
Brak zaliczenia kolokwium (ocena poniżej 2 punktów) oznacza konieczność jego poprawiania.

**Egzamin:**

**Literatura:**

1. A. Kujawski, P. Szczepański, “Lasery. Podstawy fizyczne”, WPW, Warszawa 1999
2. H. Haken, “Światło. Fale, fotony, atomy”, PWN, Warszawa, 1993
3. Koichi Shimoda, “Wstęp do fizyki laserów”, PWN, Warszawa, 1993
4. F. Kaczmarek, “Podstawy działania laserów”, WNT, Warszawa, 1983
5. R. Jóźwicki, “Optyka laserów”, WNT, Warszawa, 1981
6. O. Svelto, “Principles of Lasers”, Plenum Press, New York, 1989

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt FLA\_W01:**

Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modelowania propagacji wiązek światła

Weryfikacja:

zadania domowe, kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FOT\_W01, FOT\_W08, FOT\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W02, X1A\_W03, T1A\_W01, T1A\_W07, X1A\_W01, T1A\_W04, T1A\_W07, X1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W03, InzA\_W02

**Efekt FLA\_W02:**

Zna teoretyczny opis zjawisk zachodzących w źródłach światła

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FOT\_W07, FOT\_W08, FOT\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W01, T1A\_W03, T1A\_W04, X1A\_W01, T1A\_W04, T1A\_W07, X1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W03, InzA\_W02

**Efekt FLA\_W03:**

Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie modelowania propagacji wiązek światła

Weryfikacja:

zadania domowe, kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FOT\_W01, FOT\_W08, FOT\_W05

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_W02, X1A\_W03, T1A\_W01, T1A\_W07, X1A\_W01, T1A\_W04, T1A\_W07, X1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W03, InzA\_W02

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt FLA\_U01:**

Umie określić sposób propagacji wiązki światła mając jej parametry początkowe

Weryfikacja:

zadania domowe, kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** FOT\_U02, FOT\_U07

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_U01, X1A\_U02, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U06, X1A\_U01, T1A\_U07, T1A\_U09

**Efekt FLA\_U02:**

Umie określić wpływ parametrów rezonatora na własności wiązki światła

Weryfikacja:

zadania domowe

**Powiązane efekty kierunkowe:** FOT\_U02, FOT\_U04

**Powiązane efekty obszarowe:** X1A\_U01, X1A\_U02, T1A\_U01, T1A\_U02, T1A\_U09, InzA\_U01, InzA\_U06, X1A\_U05, T1A\_U02, T1A\_U07, InzA\_U02

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt FLA\_K01:**

Potrafi pracować indywidualnie w celu realizacji określonego zadania

Weryfikacja:

Kolokwium, egzamin pisemny

**Powiązane efekty kierunkowe:** FOT\_K07

**Powiązane efekty obszarowe:** X2A\_K03, T1A\_K04, InzA\_K02