

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2024-2028...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Fotonika i techniki laserowe
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych Instytut Inżynierii materiałowej
Kierunek studiów	Nanotechnologia
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok/ V semestr
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot kierunkowy
Język wykładowy	Język polski
Koordynator	dr hab. prof. UR Ireneusz Stefaniuk
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. prof. UR Ireneusz Stefaniuk

* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
V	15			30					4

1.2. Sposób realizacji zajęć

☐ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

WYKŁAD: EGZAMIN, LABORATORIUM: ZALICZENIE Z OCENĄ

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw fizyki: fizyki ogólnej, fizyki ciała stałego i fizyki atomu oraz optyki

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C1	- zapoznanie studentów z zasadami działania i zastosowaniami różnych typów laserów,
C2	wykorzystanie podstawowych praw i zjawisk optyki falowej i geometrycznej przy pomiarach zastosowaniem światła laserowego.
C3	zapoznanie studentów z efektami oddziaływania promieniowania laserowego z materią.
C4	Zapoznanie studentów z wykorzystaniem lasera do przenoszenia i przetwarzania informacji

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw fizyki atomowej i ciała stałego, optyki z elementami mechaniki kwantowej	K_Wo2
EK_02	Ma wiedzę z zakresu budowy i działania lasera i zastosowania lasera w technice i telekomunikacji	K_Wo8
EK_03	Potrafi zastosować laser do przekazywania informacji	K_Uo1
EK_04	potrafi przeprowadzić podstawowe badania i pomiary własności fizycznych materiałów laserowych oraz przygotować opracowania pisemne z zakresu zastosowań laserów	K_Uo3
EK_05	Rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji w zakresie nowoczesnych technologii laserowych i ich zastosowań w telekomunikacji.	K_Ko1

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Mechanizm fizyczny wzmacniania promieniowania świetlnego: obsadzenie poziomów, emisja spontaniczna, emisja wymuszona, absorpcja promieniowania, inwersja obsadzeń i wzmacnianie promieniowania.
Budowa lasera. Właściwości promieniowania generowanego przez laser

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

Systemy pompowania optycznego i mody lasera . Widmo promieniowania lasera, mody. Szerokość linii widmowych, kształt krzywej wzmocnienia. Systemy pompowania optycznego, ośrodek dwupoziomowy trójpociowy,
Pompowanie lasera rubinowego i laserów gazowych, optymalizacja sprawności układu kwantowego.
Warunki generacji laserowej. Optyczna pętla sprzężenia zwrotnego – rezonatory laserowe. Warunki generacji laserowej. Efekt nasycenia wzmocnienia, moc wyjściowa lasera. Energetyczne parametry promieniowania laserowego
Kształtowanie wiązki laserowej przez układy optyczne, klasyfikacja laserów, metody realizacji modulacji dobroci rezonatora. Lasery na ciele stałym dopasowanie geometryczne i widmowe
Ośrodki czynne laserów na ciele stałym. Ogólne własności matryc i aktywatorów. Podstawowe własności i wymagania dla matryc laserów na ciele stałym. Jony aktywatory i ich właściwości. Poziomy energetyczne aktywatorów w kryształach. Metody wzrostu kryształów. Struktura i własności wybranych kryształów tlenkowych.
Najważniejsze klasyczne lasery na ciele stałym: laser rubinowy, lasery neodymowe. Kryształy laserowe aktywowane jonami Er, Ho, Tm, Pr, Yb. Wielofunkcyjne schematy generacji.
Lasery półprzewodnikowe, porównanie diody i lasera,
Mikrolasery przestrajanie. Inne typy laserów chemiczne rentgenowskie gazodynamiczne, włókowe. Lasery przestrajalne: przestrajanie dyskretnie, przestrajanie w obszarze linii Lasery barwnikowe - szerokie przestrajanie.
Fotonika i elementy techniki światłowodowej: wytwarzanie, rodzaje, własności, pomiary charakterystyk. Sprzęganie światłowodów.
Oddziaływanie promieniowania laserowego z materią. Oddziaływanie promieniowania laserowego na tkanki. Wybrane zastosowania laserów w technice i medycynie.
Laserowa obróbka materiałów: precyzyjne cięcie, spawanie i wiercenie trudno topliwych materiałów, znakowanie, obróbka powierzchniowa, wyważanie dynamiczne, zautomatyzowane cięcie papieru, tkanin, tworzyw sztucznych itp. Lasery dużej mocy- zastosowania militarne.
Zastosowania laserów w nauce i telekomunikacji: chłodzenie laserowe, zapis i odczyt informacji. Holograficzny zapis informacji. Łączność.
Zastosowanie laserów w miernictwie: precyzyjne pomiary długości, odległości, pomiary odkształceń. Do określenia poziomu skażenia atmosfery (lidar).

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Badanie własności promieniowania laserowego lasera He-Ne.
Badanie spójności światła lasera He-Ne i pomiar długości fali.
Justowanie lasera gazowego.
Wyznaczenie długości fali świetlnej przy pomocy siatki dyfrakcyjnej oraz pomiar gęstości zapisu na nośniku CD.
Badanie elementów optoelektronicznych.
Badanie szerokości widmowej linii emisyjnej lasera półprzewodnikowego.
Badanie kształtu linii emisyjnej lasera półprzewodnikowego.

Badanie światłowodów.
Badanie stopnia polaryzacji światła laserowego.
Sprawdzian praktyczny
studenci wykonują po 7 ćwiczeń z podanego zestawu

3.4 Metody dydaktyczne

Np.:

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, metody kształcenia na odległość

Ćwiczenia: analiza tekstów z dyskusją, metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny), praca w grupach (rozwiązywanie zadań, dyskusja), gry dydaktyczne, metody kształcenia na odległość

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną uzupełniany e-learningiem,

Laboratorium: wykonywanie ćwiczeń w laboratorium

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	EGZAMIN, KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE, OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	LAB. W
EK_02	EGZAMIN, KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE, OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	LAB. W
EK_03	EGZAMIN, KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE, OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	LAB. W
EK_04	KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE, OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	LAB. W
EK_05	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	LAB. W

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Wykład:

Forma zaliczenia: egzamin

1. Do egzaminu można przystąpić po uzyskaniu zaliczenia z laboratorium.

2. Egzamin jest egzaminem pisemnym: testowy, testy wielokrotnego wyboru i z pytaniami otwartymi. Egzamin poprawkowy jest egzaminem ustnym, w którym zdający losuje zestaw trzech pytań z zagadnieniami podanymi w programie wykładu.

Laboratorium:

Forma zaliczenia: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest zaliczenie teorii i wykonanie sprawozdań z 7 ćwiczeń oraz

zaliczenie sprawdzianu praktycznego.

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia. Weryfikacja osiąganych efektów kształcenia kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów.

Wymagane treści do egzaminu

1. Mechanizm fizyczny wzmacniania promieniowania świetlnego: obsadzenie poziomów, absorpcja promieniowania, emisja spontaniczna.
2. Emisja wymuszona, , inwersja obsadzeń i wzmacnianie promieniowania.
3. Budowa i zasada działania lasera.
4. Właściwości promieniowania generowanego przez laser
5. Spójność czasowa i przestrzenna.
6. Widmo promieniowania lasera, mody lasera.
7. Szerokość linii widmowych, kształt krzywej wzmocnienia.
8. Systemy pompowania optycznego, ośrodki dwupoziomowy i trójpoziomowy.
9. Pompowanie lasera rubinowego i laserów gazowych.
10. Optymalizacja sprawności układu kwantowego.
11. Laser He-Ne.
12. Warunki generacji laserowej. Optyczna pętla sprzężenia zwrotnego – rezonatory laserowe.
13. Efekt nasycenia wzmocnienia, moc wyjściowa lasera.
14. Energetyczne parametry promieniowania laserowego.
15. Kształtowanie wiązki laserowej przez układy optyczne.
16. Klasyfikacja laserów.
17. Metody realizacji modulacji dobroci rezonatora.
18. Lasery na ciele stałym.
19. Dopasowanie geometryczne i widmowe
20. Ogólne cechy ośrodków laserowych
21. Ośrodki czynne laserów na ciele stałym.
22. Ogólne własności matryc i aktywatorów.
23. Jony aktywatory i ich właściwości.
24. Poziomy energetyczne aktywatorów w kryształach.
25. Sposoby krystalizacji
26. Charakterystyka wybranych kryształów tlenkowych jako matryc laserów na ciele stałym.
27. Laser rubinowy
28. Lasery neodymowe.
29. Lasery półprzewodnikowe.
30. Porównanie diody i lasera.
31. Różne typy laserów.
32. Widmo emisji lasera półprzewodnikowego w zależności od prądu przewodzenia oraz charakterystyka kierunkowa i widmowa wysyłanego promieniowania.
33. Lasery przestrajalne: przestrajanie dyskretne.
34. Przestrajanie w obszarze linii
35. Fotonika i elementy techniki światłowodowej: wytwarzanie, rodzaje, własności.

36.	Pomiary charakterystyk.
37.	Sprzęganie światłowodów.
38.	Oddziaływanie promieniowania laserowego na tkanki.
39.	Wybrane zastosowania laserów w technice i medycynie.
40.	Cechy laserowych operacji technologicznych
41.	Technologie laserowej obróbki powierzchni
42.	Laserowa obróbka materiałów.
43.	Zastosowania laserów w nauce i telekomunikacji: laserowe chłodzenie i pułapkowanie atomów.
44.	Zapis i odczyt informacji. Holograficzny zapis informacji. Łączność.
45.	Zastosowanie laserów w metrologii.
dost. (51 - 60)% pkt,	
+dost. (61 - 70)% pkt,	
dobry (71 - 80)% pkt,	
+dobry (81 - 90)% pkt,	
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.	

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	53
SUMA GODZIN	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	4

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	--
zasady i formy odbywania praktyk	--

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:	
[1]	Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo UMK, Toruń 2004.
[2]	F. Kaczmarek - Wstęp do fizyki laserów. PWN 1986.

[3]	I. Stefaniuk, Technologie laserowe, skrypt UR 2014
Literatura uzupełniająca:	
[1]	W. Demtroder „Spektroskopia laserowa” , PWN 1993
[2]	A. Dubik „Zastosowanie laserów” WNT 1991
[3]	S. Szczeniowski - Fizyka doświadczalna cz.4.
[4]	N. W. Karłow „Wykłady z fizyki laserów” Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1989.
[5]	K. Shimoda „Wstęp do fizyki laserów” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

