

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2024-2028
(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Optoelektronika i techniki laserowe
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, 4 semestr
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	Dr hab. Ireneusz Stefaniuk, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr hab. Ireneusz Stefaniuk, prof. UR, dr Bogumił Cieniek

* -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
4	30			15				15 (projekt)	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

Zajęcia projektowe - 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 oraz poznanie podstawowych własności matryc i aktywatorów,
C2	wykorzystanie podstawowych praw i zjawisk optyki falowej i geometrycznej przy pomiarach zastosowaniem światła laserowego.
C3	zapoznanie studentów z elementami techniki światłowodowej oraz optoelektroniki.
C4	zapoznanie studentów z efektami oddziaływania promieniowania laserowego z materią.

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 i ukierunkowaną wiedzę w zakresie podstaw fizyki atomowej i ciała stałego niezbędną do zrozumienia podstaw działania lasera	K_W02
EK_02	ma wiedzę o kierunkach rozwoju technologii laserowych w odniesieniu do dylematów współczesnej cywilizacji	K_W08
EK_03	ma wiedzę o zastosowaniach laserów w przemyśle	K_W09
EK_04	potrafi przeprowadzić podstawowe badania i pomiary własności fizycznych materiałów laserowych i elementów technik światłowodowych	K_U05
EK_05	potrafi przy przeprowadzeniu pomiarów wykorzystywać normy i standardy związane z techniką laserową i identyfikować problemy	K_U07
EK_06	potrafi zgodnie z zadaną specyfikacją zbudować układ pomiarowy i wykonać pomiary z użyciem lasera	K_U10
EK_07	rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji	K_K01

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 trójpoziomowy,
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 dyskretne, przestrajanie w obszarze linii Lasery barwnikowe - szerokie przestrajanie.
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 skażenie atmosfery (lidar).

B. Problematyka laboratoriów

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

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Sprzęganie światłowodów ze źródłem światła, analiza kształtu linii widmowej z uwzględnieniem różnych modów.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: wykonywanie ćwiczeń w laboratorium

Zajęcia projektowe: wykonanie projektu

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, kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., w, zajęcia proj.
EK_02	egzamin, kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., w, zajęcia proj.
EK_03	egzamin, kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., w, zajęcia proj.
EK_04	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., w, zajęcia proj.
EK_05	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., w, zajęcia proj.
EK_06	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., w, zajęcia proj.
EK_07	obserwacja w trakcie zajęć	Lab., zajęcia proj.

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.

Zajęcia projektowe: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest wykonanie projektu.

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się 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. Poziome 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. 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	60
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	47
SUMA GODZIN	112
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	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: Literatura podstawowa: 1. B. Ziętek, Optoelektronika, Wydawnictwo UMK, Toruń 2011. 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

6. Stefaniuk, I., Electron paramagnetic resonance study of impurities and point defects in oxide crystals (2018) Opto-electronics Review, 26 (2), pp. 81-91, DOI: 10.1016/j.opelre.2018.02.002.
7. Cieniek Bogumił, Stefaniuk Ireneusz, Virt Ihor, Gamernyk Roman V., Rogalska Iwona, Zinc-Cobalt Oxide Thin Films : high Curie Temperature Studied by Electron Magnetic Resonance, Molecules, 2022 : Vol. 27, iss. 23, 10.3390/molecules27238500

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

