

SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2025/26-2028/29***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2026/27

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Optyka i podstawy laserów
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Systemy diagnostyczne w medycynie
Poziom studiów	Studia pierwszego stopnia, inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok II, semestr III
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR

* -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
3	30	30							6

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 PISEMNY

ĆWICZENIA – ZALICZENIE Z OCENĄ

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Wiedza z zakresu fizyki na poziomie akademickim z zakresu mechaniki, elektryczności i magnetyzmu. Wiedza z podstaw matematyki wyższej, znajomość rachunku różniczkowego i całkowego.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zaznajomienie studenta z wielkościami fizycznymi występującymi w optyce geometrycznej i falowej, ich definicjami oraz jednostkami.
C ₄	Poznanie praw optyki geometrycznej, zjawisk fizycznych stanowiących bazę optyki falowej, ich interpretacji oraz mechanizmu emisji promieniowania laserowego. Poznanie kwantowo-mechanicznego opisu natury światła.
C ₃	Nabycie przez studenta umiejętności rozwiązywania problemów z zakresu optyki geometrycznej i falowej oraz wybranych zagadnień z fizyki laserów.
C ₄	Wskazanie studentowi przykładów z otaczającego go świata zjawisk opisywanych za pomocą poznanych przez niego praw i zależności fizycznych.
C ₅	Poznanie różnych rodzajów ośrodków czynnych w laserach, typów laserów i ich zastosowań w medycynie. Zaznajomienie studentów z wybranymi aspektami technicznymi eksploatacji laserów.

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	student zna i rozumie w zaawansowanym stopniu koncepcje, zasady i teorie dotyczące optyki falowej i geometrycznej, podstawowe twierdzenia i prawa optyki geometrycznej i falowej, jak również zna i rozumie zjawiska związane z propagacją fal elektromagnetycznych, zna i rozumie w zaawansowanym stopniu aspekty budowy i działania wybranych laserów stosowanych w fizyce i medycynie oraz podstawowe procesy zachodzące w ich cyklu życia,	K_Wo2
EK_02	student potrafi analizować problemy z optyki oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane twierdzenia i metody,	K_Uo1
EK_03	student potrafi w sposób przystępny przedstawić podstawowe fakty w ramach zastosowań optyki oraz promieniowania laserowego w medycynie i technice,	K_U10
EK_04	student potrafi przygotować wystąpienia ustne oraz typowe prace pisemne w języku polskim lub języku obcym, dotyczące zagadnień szczegółowych z optyki i fizyki laserów, z wykorzystaniem podstawowych pojęć teoretycznych, a także różnych źródeł,	K_U11
EK_05	student potrafi świadomie projektować swoją ścieżkę kształcenia oraz samodzielnie aktualizować i integrować z pokrewnymi dziedzinami wiedzę nabytą na studiach	K_U15

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

EK_o6	student jest gotów do rozumienia społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności, a także do wypełniania zobowiązań społecznych.	K_Ko3
-------	---	-------

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Ruch falowy i fale elektromagnetyczne: Ruch falowy – przypomnienie podstawowych pojęć. Fale jednowymiarowe, różniczkowe równanie falowe, fale harmoniczne, faza, prędkość fazowa i grupowa. Zasada superpozycji. Różniczkowe równanie falowe w dwóch i w trzech wymiarach. Fale płaskie, sferyczne i cylindryczne i odpowiadające im różniczkowe równania falowe. Podstawowe prawa teorii elektromagnetycznej, fale elektromagnetyczne, równania Maxwella – przypomnienie. Wyprowadzenie różniczkowego równania falowego dla pola elektromagnetycznego, dowód poprzeczności fal elektromagnetycznych. Energia i pęd fali elektromagnetycznej, natężenie światła, moc optyczna, gęstość strumienia natężenia światła. Prędkość światła w ośrodkach materialnych, współczynnik załamania ośrodka. Zachowanie pola elektromagnetycznego na granicy dwóch ośrodków. Widmo elektromagnetyczne fotonu.
Optyka geometryczna: Prawa optyki geometrycznej, zasada Fermata, zjawiska odbicia i załamania, obrazy rzeczywiste i pozorne, całkowite wewnętrzne odbicie. Zwierciadła płaskie, sferyczne, eliptyczne i paraboliczne. Wielkości charakteryzujące zwierciadło. Równanie zwierciadła. Konstrukcja obrazu w zwierciadłach. Pryzmat i dyspersja światła. Pryzmaty rozpraszające, kąt łamiący, kąt rozproszenia, minimalny kąt odchylenia. Rodzaje pryzmatów odbiciowych. Soczewki cienkie, wielkości charakteryzujące soczewkę, typy soczewek, wzór soczewkowy, powiększenie, wyznaczanie ogniskowej soczewki, moc optyczna. Konstrukcja obrazów w soczewkach, obrazy pozorne i rzeczywiste. Układy soczewek, ogniskowa układu soczewek. Podstawowe przyrządy optyczne: lupa, mikroskop, luneta, powiększenie obrazu. Wady odwzorowań optycznych, aberracja sferyczna, astygmatyzm, aberracja chromatyczna, koma. Korekcja aberracji. Przysłony. Wady wzroku i rodzaje korekcji. Wybrane zastosowania przyrządów optycznych w medycynie: światłowody. Przykłady przełączników optycznych - technologie MOEMS.
Polaryzacja światła: Polaryzacja liniowa, kołowa, eliptyczna; opis matematyczny. Sposoby polaryzacji światła. Prawo Malusa, polaryzatory. Polaryzacja światła przy odbiciu, prawo Brewstera. Równania Fresnela. Polaryzacja w kryształach dwójłomnych. Aktywność optyczna. Polarymetr. Mikroskop polaryzacyjny i jego zastosowanie.
Interferencja i dyfrakcja: Interferencja fal, warunki interferencji, doświadczenie Younga, spójność światła, warunek wzmocnienia oraz osłabienia interferencyjnego, natężenie światła w obrazie interferencyjnym, interferencja w cienkich warstwach, interferometr Michelsona, interferometr Twymanna – Greena. Dyfrakcja na pojedynczej szczelinie, natężenie światła w obrazie dyfrakcyjnym, opis ilościowy i jakościowy. Dyfrakcja na dwóch szczelinach, dyfrakcja na otworze kołowym, kryterium Rayleigha, siatka dyfrakcyjna, stała siatki, zdolność rozdzielcza, rodzaje siatek dyfrakcyjnych. Koherencyjna tomografia optyczna i jej zastosowanie w diagnostyce medycznej.

Rozszczepienie światła i przyrządy spektralne

Promieniowanie widzialne, podczerwone, nadfioletowe. Przyrządy spektralne: spektroskopy, spektrografy, spektrometry, spektrofotometry. Podstawowe wiadomości o analizie widmowej; widma emisyjne, widma absorpcyjne.

Fizyka laserów:

Mechanizm fizyczny wzmacniania promieniowania świetlnego: obsadzenie poziomów, emisja spontaniczna, emisja wymuszona, absorpcja promieniowania, inwersja obsadzeń i wzmacnianie promieniowania. Zasada działania i budowa lasera. Właściwości promieniowania generowanego przez laser. Optyczna pętla sprzężenia zwrotnego – rezonatory laserowe. Warunki generacji laserowej. Energetyczne parametry promieniowania laserowego. Cykl życia laserów. Widmo promieniowania lasera, mody. Szerokość linii widmowych, kształt krzywej wzmocnienia. Rodzaje laserów (na ciele stałym, gazowe, jonowe, ekscymerowe, barwnikowe), schematy generacji promieniowania wybranych laserów (He-Ne, CO₂), porównanie wady, zalety. Najważniejsze klasyczne lasery na ciele stałym: laser rubinowy, lasery neodymowe. Wybrane zastosowania laserów w medycynie (dermatologia, okulistyka, chirurgia).

B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych**Treści merytoryczne****Ruch falowy:**

1. Periodyczny ruch falowy (oscylacje mechaniczne, pojęcia: długości fali, częstości kołowej, częstotliwości, amplitudy, prędkości fazowej i grupowej, równanie fali harmonicznnej, zasada superpozycji;
2. Operatory gradientu, rotacji, dywergencji oraz Laplace'a – obliczenia ich działania. Rozwiązywanie różniczkowego równania falowego dla różnych typów fal i różnych wymiarów (fale jedno-, dwu- i trójwymiarowe).
3. Energia i pęd fali elektromagnetycznej, natężenie światła, ciśnienie promieniowania, moc optyczna, gęstość strumienia natężenia światła, zachowanie pola elektromagnetycznego na granicy dwóch ośrodków, rozwiązywanie równań Maxwella dla określonych przypadków.

Optyka geometryczna:

1. Zjawiska odbicia i załamania światła.
2. Zwierciadła (równanie zwierciadła, zwierciadła płaskie, konstrukcja graficzna obrazu, zwierciadła sferyczne).
3. Pryzmaty rozpraszające, kąt łamiący, kąt rozproszenia, minimalny kąt odchylenia.
4. Soczewki cienkie (konstrukcja obrazu, powiększenie, wyznaczanie ogniskowej soczewki).
5. Układy soczewek, wypadkowa ogniskowa.

Polaryzacja światła:

1. Polaryzacja światła: liniowa, kołowa, eliptyczna.
2. Prawo Malusa.
3. Polaryzacja przez odbicie.

Interferencja i dyfrakcja:

1. Obliczanie wzmocnień interferencyjnych, zdolności rozdzielczych siatek dyfrakcyjnych.

Lasery:

1. Rozkład Boltzmanna.
2. Obliczanie długości fali, energii i gęstości mocy impulsów laserowych.
3. Inwersja obsadzeń i progi laserowania.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład uzupełniany prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań przy tablicy; dyskusja.

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	obserwacja w trakcie zajęć, egzamin, kolokwium	w., ćw.
EK_02	obserwacja w trakcie zajęć, egzamin, kolokwium	w., ćw.
EK_03	obserwacja w trakcie zajęć, egzamin, kolokwium	w., ćw.
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja, egzamin	ćw.
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć	ćw.
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	ćw.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Sposób zaliczenia wykładu – egzamin pisemny z pytaniami otwartymi;

Sposób zaliczenia ćwiczeń – zaliczenie z oceną;

Forma zaliczenia wykładu – wpis oceny do systemu Wirtualna Uczelnia;

FORMA ZALICZENIA ĆWICZEŃ – WPIS OCENY DO SYSTEMU WIRTUALNA UCZELNIA.

Zaliczenie przedmiotu następuje w wyniku osiągnięcia pozytywnych ocen z kolokwiów, aktywności na zajęciach i udziału w dyskusji. Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć poprzez kartkówki i kolokwia. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów.

Wykład - W celu zaliczenia egzaminu pisemnego na ocenę pozytywną należy uzyskać min. 51% punktów z zadanych pytań.

Ćwiczenia – Brak nieobecności nieusprawiedliwionych na zajęciach. W celu zaliczenia ćwiczeń rachunkowych należy zaliczyć dwa zapowiedziane kolokwia, które odbędą się w trakcie trwania semestru. Kolokwium uznaje się za zaliczone na ocenę pozytywną, gdy student uzyskał min. 51% pkt. z zadanych pytań. Końcowe zaliczenie ćwiczeń rachunkowych z przedmiotu będzie średnią z ocen uzyskanych na kolokwiach i z odpowiedzi przy tablicy.

Ocena jest określana na podstawie procentowej punktacji:

dst (51 - 60)% pkt.,

+dst (61 - 70)% pkt.,

db (71 - 80)% pkt.,

+db (81 - 90)% pkt.,

bdb (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)	6
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	90
SUMA GODZIN	156
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	6

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	n.d.
zasady i formy odbywania praktyk	n.d.

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. E. Hecht, *Optyka*, PWN, Warszawa 2017.
2. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*; tom IV, PWN, Warszawa 2009.
3. Fizyka dla szkół wyższych, Tom III, Samuel J. Ling, Jeff Sanny, William Moebs, „Pobierz za darmo ze strony <https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-3-polska>”
4. F. Kaczmarek, *Wstęp do fizyki laserów*, PWN, 1986.
5. B. Ziętek, *Lasery*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2009.
6. A. Kujawski, P. Szczepański, *Lasery. Podstawy Fizyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999.
7. K. Shimoda, *Wstęp do fizyki laserów*, PWN, Warszawa 1993.

Literatura uzupełniająca:

1. W. Demtroder, *Spektroskopia laserowa*, PWN, 1993.
2. A. Dubik, *Zastosowanie laserów*, WNT, 1991.
3. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M., *Feynmana wykłady z fizyki; tom II, III*, PWN, Warszawa 2005.

4. Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna*; cz. IV, PWN, Warszawa 1983.
5. J. Jędrzejewski, W. Kruczek, A. Kujawski, *Zbiór zadań z fizyki*, WNT 2002.
6. M. Baj, G. Szeflińska, M. Szymański, D. Wasik, *Zadania i problemy z fizyki: Fale elektromagnetyczne. Fale materii*, PWN, Warszawa 1996.
7. A.N. Kucenko, J.W. Rublew, *Zbiór zadań z fizyki dla wyższych uczelni technicznych*, PWN, Warszawa 1980.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej