

**SYLABUS**  
**dotyczy cyklu kształcenia 2023/2024–2026/2027**  
*(skrajne daty)*  
 Rok akademicki 2024/25

**1. Podstawowe informacje o przedmiocie**

Nazwa przedmiotu	<b>Optyka falowa</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Optometria
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia, inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	rok II, semestr 3
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	<b>dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR</b>
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 (z pytaniami otwartymi).

Ćwiczenia – zaliczenie z oceną.

**2. Wymagania wstępne**

Wiedza z postaw fizyki z zakresu elektromagnetyzmu oraz z zakresu optyki geometrycznej na poziomie akademickim, zgodnie z sylabusami odpowiednich przedmiotów. Wiedza z podstaw matematyki wyższej obejmująca znajomość rachunku różniczkowego i całkowego.

### 3. Cele, efekty uczenia się, treści programowe i stosowane metody dydaktyczne

#### 3.1. Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Zaznajomienie studenta z wielkościami fizycznymi występującymi w optyce falowej, ich definicjami oraz jednostkami.
C <sub>2</sub>	Poznanie podstawowych zjawisk fizycznych z zakresu optyki falowej, tj. zjawiska dyfrakcji, interferencji i polaryzacji światła oraz praw, które ich opisują.
C <sub>3</sub>	Poznanie budowy i przeznaczenia podstawowych elementów i urządzeń optycznych: siatki dyfrakcyjnej, spektroskopu, spektrometru, spektrografu, spektrofotometru, interferometru, polarymetru.
C <sub>4</sub>	Przygotowanie studenta do badań naukowych z zakresu wybranych zagadnień z optyki falowej

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Student zna i rozumie różniczkowe równania Maxwella opisujące pole elektromagnetyczne, zna i rozumie twierdzenia Stokesa oraz Gaussa-Ostrogradskiego z rachunku różniczkowego i całkowego, w zakresie niezbędnym dla ilościowego opisu i analizy problemów wynikających z tych równań.	K_Wo1
EK_02	Student zna i rozumie zjawiska dyfrakcji, interferencji, polaryzacji fal świetlnych oraz prawa opisujące te zjawiska, w stopniu umożliwiającym rozumienie złożonych zagadnień realizowanych na kierunku Optometria. Zna podstawowe przyrządy optyczne służące do demonstracji i analizy tych zjawisk, a także zna zastosowanie koherentnej tomografii optycznej w okulistyce. Student zna także metodologię badań naukowych w zakresie wybranych zagadnień z optyki falowej.	K_Wo2
EK_03	Student zna i rozumie prawa dotyczące zachowania pola elektromagnetycznego na granicy dwóch ośrodków i ich konsekwencje dla propagacji fal świetlnych. Student zna zastosowanie światła laserowego w wybranych zagadnieniach medycznych.	K_Wo4
EK_04	Student potrafi analizować i rozwiązywać problemy dotyczące interferencji światła w cienkich warstwach stosowanych w optometrii.	K_Uo1
EK_05	Student potrafi przygotować opracowanie problemu dotyczącego rozchodzenia się światła w ośrodku przezroczystym, przedstawiając możliwości jego rozwiązania przy uwzględnieniu kwestii ekonomicznej.	K_Uo4
EK_06	Student docenia znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu	K_Ko2

problemów poznawczych i praktycznych z zakresu optometrii.	
--	--

### 3.3. Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

##### Treści merytoryczne

1. Ruch falowy – przypomnienie i usystematyzowanie podstawowych pojęć. Fale jednowymiarowe, różniczkowe równanie falowe, fale harmoniczne, faza fali, prędkość fazowa i grupowa. Zasada superpozycji. Równanie falowe w trzech wymiarach, fale płaskie, sferyczne i cylindryczne i odpowiadające im równania falowe.
2. Fale elektromagnetyczne, równania Maxwella – przypomnienie. Wyprowadzenie równania falowego dla pola elektromagnetycznego, dowód poprzeczności fal elektromagnetycznych, energia i pęd fali elektromagnetycznej, natężenie światła, moc optyczna, gęstość strumienia natężenia światła. Zachowanie pola elektromagnetycznego na granicy dwóch ośrodków, widmo fal elektromagnetycznych, fotony.
3. Polaryzacja światła: warunki graniczne dla amplitud fal płaskich, równania Fresnela, polaryzacja fali przy odbiciu, polaryzatory, polaryzacja w kryształach dwójłomnych. Polarymetr.
4. Interferencja i dyfrakcja: interferencja fal, doświadczenie Younga, spójność światła, interferencja w cienkich warstwach, interferometry, dyfrakcja na jednej i dwóch szczelinach, dyfrakcja na otworze kołowym, siatka dyfrakcyjna, stała siatki, zdolność rozdzielcza, rodzaje siatek dyfrakcyjnych. Koherencyjna tomografia optyczna i jej zastosowanie w diagnostyce medycznej, w szczególności w okulistyce.
5. Rozszczepienie światła: promieniowanie widzialne, podczerwone, nadfioletowe; przyrządy spektralne (spektroskopy, spektrografy, spektrometry, spektrofotometry); podstawowe wiadomości o analizie widmowej (widma emisyjne, widma absorpcyjne).
6. Budowa, zasada działania i wybrane zastosowania laserów w medycynie.

#### B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

1. Obliczanie podstawowych wielkości charakteryzujących falę: długość, okres, prędkość fazowa i grupowa, częstotliwość, częstość kołowa. Rozwiązywanie różniczkowego równania falowego dla różnych typów fal i różnych wymiarów (fale jedno-, dwu- i trójwymiarowe).
2. Energia i pęd fali elektromagnetycznej, zachowanie pola elektromagnetycznego na granicy dwóch ośrodków, rozwiązywanie równań Maxwella dla określonych przypadków.
3. Polaryzacja światła: liniowa, kołowa, eliptyczna – rozwiązywanie zadań.
4. Interferencja i dyfrakcja: obliczanie wzmocnień interferencyjnych, zdolności rozdzielczych siatek dyfrakcyjnych.

### 3.4. Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań przy tablicy, dyskusja, praca w grupach.

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

##### 4.2. Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

<p><b>Wykład</b> – Warunkiem zaliczenia wykładu jest pozytywna ocena z egzaminu oraz obecność na zajęciach. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń audytoryjnych. W celu zaliczenia egzaminu pisemnego na ocenę pozytywną należy uzyskać min. 51% punktów z zadanych pytań problemowych.</p> <p><b>Ćwiczenia</b> – Brak nieobecności nieusprawiedliwionych na zajęciach. W celu zaliczenia ćwiczeń rachunkowych należy zaliczyć dwa kolokwia, które odbędą się w trakcie trwania semestru. Kolokwium uznaje się za zaliczone na ocenę pozytywną, gdy student uzyskał min. 51% pkt. z rozwiązanych zadań. Ocena końcowa z ćwiczeń audytoryjnych będzie średnią z ocen uzyskanych na kolokwiach i z odpowiedzi przy tablicy.</p> <p>Ocena jest określana na podstawie procentowej punktacji:</p> <p>dst (51–60)% pkt., +dst (61–70)% pkt., db (71–80)% pkt., +db (81–90)% pkt., bdb (91–100)% pkt.</p>
--

#### 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, kolokwiów, egzaminu)	85
SUMA GODZIN	150
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>6</b>

\* 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

<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Hecht E., Optyka, PWN, Warszawa 2017.</li><li>2. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki; tom IV, PWN, Warszawa 2009.</li><li>3. Fizyka dla szkół wyższych, Tom III, Samuel J. Ling, Jeff Sanny, William Moebs, „Pobierz za darmo ze strony <a href="https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-3-polska">https://openstax.org/details/books/fizyka-dla-szkół-wyższych-tom-3-polska</a>”</li><li>4. Sz. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna; cz. IV, PWN, Warszawa 1983.</li><li>5. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, Zbiór zadań, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2021</li><li>6. Jędrzejewski J., Kruczek W., Kujawski A., Zbiór zadań z fizyki, WNT 2002.</li><li>7. M. Baj, G. Szeflińska, M. Szymański, D. Wasik, Zadania i problemy z fizyki: Fale elektromagnetyczne. Fale materii, PWN, Warszawa 1996.</li><li>8. Kucenko A.N., Rublew J.W., Zbiór zadań z fizyki dla wyższych uczelni technicznych, PWN, Warszawa 1980.</li></ol>
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M., Feynmana wykłady z fizyki; tom II, III, PWN, Warszawa 2005.</li><li>2. Orear J., Fizyka; tom II, WNT, Warszawa 2008.</li><li>3. Araminowicz J., Zbiór zadań fizyki, PWN, Warszawa 1996.</li></ol>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej