

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023/24 – 2024/25  
(skrajne daty)

Rok akademicki 2024/2025

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Optyka nieliniowa</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	studia drugiego stopnia, po studiach inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, semestr 3
Rodzaj przedmiotu	przedmiot specjalnościowy: Fizyka laserów i optoelektronika
Język wykładowy	polski
Koordinator	<b>dr hab. Andrzej Wal, prof. UR</b>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	

\* -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.	Projekt	Liczba pkt. ECTS
3	30	15						15	5

**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

Ćwiczenia: zaliczenie z oceną

Projekt: zaliczenie z oceną

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Zakres wiedzy i umiejętności z „Przedmiotów podstawowych”.

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

### 3.1 Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z zagadnieniami optyki nieliniowej i jej zastosowań w technologiach laserowych.
----	--

### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	Student zna i rozumie w pogłębionym stopniu zagadnienia kiedy należy uwzględniać efekty nieliniowe przy analizie fal świetlnych	K_Wo1
EK_02	Student zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju optyki nieliniowej	K_Wo6
EK_03	Student potrafi w sposób krytyczny ocenić przybliżenia stosowane w optyce liniowej	K_Uo2
EK_04	Student potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej o praktycznych wykorzystaniach zjawisk nieliniowych w optyce	K_Uo3
EK_05	Student jest gotów do uznania ograniczeń własnej wiedzy i potrzeby zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu dotyczącego zjawisk nieliniowych w optyce	K_Ko2

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Nieliniowa podatność optyczna: nieliniowość kwadratowa i kubiczna, tensorowe ujęcie zagadnień nieliniowych
Rozchodzenie się fal świetlnych w ośrodku dyspersyjnym. Falowy opis nieliniowych oddziaływań optycznych: równanie falowe dla ośrodka optycznie nieliniowego, przykłady opisu zjawisk nieliniowych.
Zależność współczynnika załamania od natężenia wiązki padającej: samoogniskowanie, autokolimacja wiązki. Termiczne rozogniskowanie wiązki laserowej. Generacja fali zespolonej sprzężonej. Nieliniowe efekty termiczne.

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

Wytwarzanie harmonicznych promieniowania laserowego: generacja drugiej harmonicznej, technika dopasowania fazowego. Przegląd kryształów do wytwarzania wyższych harmonicznych, wytwarzanie 3 i 4 harmonicznej.6.
Wzmacniacze i generatory parametryczne światła. Elementy teorii efektu parametrycznego. Optyczna oscylacje parametryczne w kryształach LiNbO <sub>3</sub> , KDP i ADP
Nieliniowe zjawiska w światłowodach: absorpcja w światłowodach, dyspersja impulsu, nieliniowe mody światłowodowe. Solitony.
Spektroskopia laserowa: poszerzenie spektralne wiązki lasera, spektroskopia za pomocą bardzo krótkich impulsów.
Wymuszone rozpraszanie Ramana. Spójne antystokesowskie rozpraszanie ramanowskie.
Wymuszone rozpraszanie typu Mandelsztama-Brillouina
Optycznie indukowane zniszczenia ośrodków przez które przechodzi promieniowania laserowe. Przebieg elektryczne w gazach w wiązce światła lasera. Uszkodzenia powierzchni i wnętrza stałych dielektryków przez silną wiązkę laserową

#### B. Problematyka ćwiczeń

Treści merytoryczne
Zadania rachunkowe: nieliniowa podatność optyczna: nieliniowość kwadratowa i kubiczna, tensorowe ujęcie zagadnień nieliniowych
Zadania rachunkowe: Rozchodzenie się fal świetlnych w ośrodku dyspersyjnym. Falowy opis nieliniowych oddziaływań optycznych: równanie falowe dla ośrodka optycznie nieliniowego, przykłady opisu zjawisk nieliniowych.
Rozwiązywanie zagadnień problemowych: Zależność współczynnika załamania od natężenia wiązki padającej: samoogniskowanie, autokolimacja wiązki. Termiczne rozogniskowanie wiązki laserowej. Generacja fali zespolonej sprzężonej. Nieliniowe efekty termiczne.
Rozwiązywanie zadań: wytwarzanie harmonicznych promieniowania laserowego: generacja drugiej harmonicznej, technika dopasowania fazowego. Przegląd kryształów do wytwarzania wyższych harmonicznych, wytwarzanie 3 i 4 harmonicznej.6.
Rozwiązywanie zadań: wzmacniacze i generatory parametryczne światła. Optyczna oscylacje parametryczne w kryształach LiNbO <sub>3</sub> , KDP i ADP
Rozwiązywanie zagadnień problemowych: nieliniowe zjawiska w światłowodach: absorpcja w światłowodach, dyspersja impulsu, nieliniowe mody światłowodowe. Solitony.
Rozwiązywanie zadań: poszerzenie spektralne wiązki lasera, spektroskopia za pomocą bardzo krótkich impulsów.
Rozwiązywanie zagadnień: wymuszone rozpraszanie Ramana. Spójne antystokesowskie rozpraszanie ramanowskie.
Rozwiązywanie zagadnień: wymuszone rozpraszanie typu Mandelsztama-Brillouina
Rozwiązywanie zagadnień: optycznie indukowane zniszczenia ośrodków przez które przechodzi promieniowania laserowe. Przebieg elektryczne w gazach w wiązce światła lasera. Uszkodzenia powierzchni i wnętrza stałych dielektryków przez silną wiązkę laserową

### C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Modelowanie rozchodzenia się fal świetlnych w ośrodkach nieliniowych.
Modelowanie efektów optycznych w przypadku zależności współczynnika załamania od natężenia wiązki laserowej.
Analiza nieliniowych modów światłowodowych.
Nieliniowe metody w badaniach spektroskopowych
Transmisja solitonowa w światłowodach
Wymuszone rozpraszanie Ramana

#### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną

Ćwiczenia: rozwiązywanie zadań dotyczących zagadnień optyki nieliniowej.

Projekt: projekt badawczy.

### 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, kolokwium, egzamin	W., ćw.
EK_02	Obserwacja w trakcie zajęć	Ćw., projekt
EK_03	Obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium, projekt, egzamin	W., ćw., projekt
EK_04	Projekt	Projekt
EK_05	Obserwacja w trakcie zajęć, projekt	W., projekt

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

**Wykład** – nieobecności usprawiedliwione są odrabiane w formie referatu przedstawiającego zagadnienia omawiane na opuszczonych zajęciach. Egzamin pisemny składa się z 5 pytań. Każde pytanie podzielone jest na część teoretyczną i obliczeniową. Za każde zadanie student może otrzymać maksymalnie 6 punktów. W celu zaliczenia egzaminu pisemnego należy uzyskać minimum 51% punktów. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń.

##### Punktacja:

Liczba punktów	Ocena
28 – 30	5.0
25 – 27	4.5
22 – 24	4.0
19 – 21	3.5
16 – 18	3.0

**Ćwiczenia:** średnia ocen z dwóch kolokwii (oba muszą być zaliczone) oraz z pracy studenta na ćwiczeniach.

**Projekt:** ocena projektu

Ocena	Metody i kryteria oceny
Bardzo dobra	Student opanował pełny zakres wiedzy i umiejętności określony programem przedmiotu „Optyka nieliniowa”. Sprawnie posługuje się zdobytymi wiadomościami, umie korzystać z różnych źródeł wiedzy, samodzielnie rozwiązuje postawione problemy na ćwiczeniach i podczas przygotowywania projektów. Potrafi zastosować zdobytą wiedzę do rozwiązania nowych problemów.
Dobra	Student opanował w dużym zakresie wiedzę i umiejętności bardziej złożone, nie opanował jednak w pełni najtrudniejszych zagadnień i umiejętności objętych programem przedmiotu „Optyka nieliniowa”. Poprawnie stosuje zdobyte wiadomości i umiejętności do rozwiązywania typowych problemów z zakresu przedmiotu.
Dostateczna	Student opanował wiadomości i umiejętności najważniejsze z punktu widzenia przedmiotu, proste łatwe do opanowania. Rozwiązuje typowe problemy dotyczące optyki nieliniowej.

#### 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)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	62
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>125</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>5</b>

\* 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. P. Chmela, „Wprowadzenie do optyki nieliniowej” PWN, Warszawa 1987.
2. J. Petykiewicz, „Wybrane zagadnienia optyki nieliniowej” Wyd. PW, Warszawa 1991.
3. M. A. Karpierz, E. Weinert-Rączka, Optyka nieliniowa, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2009.
4. W Demtröder „Spektroskopia laserowa” PWN 1993.

Literatura uzupełniająca:

5. F. Kaczmarek „Wstęp do fizyki laserów” PWN 1978.
6. M. A. Karpierz, E. Weinert-Rączka, Optyka nieliniowa, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2009.
7. B. Derkowska-Zielińska, Charakteryzacja materiałów metodami optyki nieliniowej : wybrane zagadnienia-efekty trzeciorzędowe, Uniwersytet Mikołaja Kopernika (Toruń). Wydawnictwo Naukowe, 2013.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej