

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021/22 – 2022/23

(skrajne daty)

Rok akademicki 2022/2023

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Detektory podczerwieni</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Fizyka
Poziom studiów	Studia II stopnia, po studiach inż.
Profil	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok II, semestr 3
Rodzaj przedmiotu	Specjalnościowy: Fizyka laserów i optoelektronika
Język wykładowy	polski
Koordinator	<b>dr hab. Józef Cebulski, 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	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  
 Ćwiczenia audytoryjne: zaliczenie z oceną  
 Projekt: zaliczenie z oceną

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw oddziaływania promieniowania z materią.
---

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

### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	Zapoznanie studentów z rodzajami detektorów oraz parametrami fizycznych i wielkościami charakteryzującymi poszczególne detektory.
C <sub>2</sub>	Zapoznanie studenta ze sposobami pomiaru właściwości detektorów
C <sub>3</sub>	Zapoznanie studenta ze zjawiskiem fotoprzewodnictwa, fotowoltaicznym i fotomagnetoelektrycznym
C <sub>4</sub>	Zapoznanie studenta z budową detektorów i metodami ich wytwarzania

### 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 z zakresu detektorów podczerwieni	K_Wo1
EK_02	Student zna i rozumie aktualne kierunki rozwoju i najnowsze odkrycia w zakresie detektorów podczerwieni odpowiednie dla ścieżki kształcenia „Fizyka laserów i optoelektronika”	K_Wo6
EK_03	Student potrafi w sposób krytyczny ocenić wyniki eksperymentów, obserwacji i obliczeń teoretycznych, a także przedyskutować błędy pomiarowe	K_U02
EK_04	Student potrafi znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, bazach danych i innych źródłach	K_U03
EK_05	Student jest gotów do systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla wybranej specjalności, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy oraz rozwijania dorobku zawodowego	K_Ko6

### 3.3 Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
---------------------

Zjawiska fizyczne wykorzystywane do budowy i działania detektorów podczerwieni.
---

<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.

Wielkości stosowane do opisu wypromieniowania energii ze źródła i opisu promieniowania docierającego do płaszczyzny odbiornika promieniowania. Prawo Plancka, Stefana Boltzmana, Kirchhoffa, Wiena. Klasyfikacja i podział detektorów.
Parametry detektorów, kryteria oceny detektorów- czułość napięciowa, gęstość strumienia równoważna szumom, moc równoważna szumom, wykrywalność znormalizowana, stała czasowa. Pomiar właściwości detektorów.
Detektory termiczne, termopara, bolometr, bolometry pracujące w niskich temperaturach, komórka Golaya,
Fotoprzewodnictwo, zjawisko fotowoltaiczne, zjawisko fotomagnetoelektryczne i detektory fotomagnetoelektryczne,
Detektory półprzewodnikowe, fotorezystory i fotodiody. Struktura MIS, przyrządy CCD.
Fotoprzewodnictwo, zjawisko fotowoltaiczne, zjawisko fotomagnetoelektryczne i detektory fotomagnetoelektryczne, teoria Lile`a
Wykresy fazowe (związków $A^{III}B^V$ , $Cd_xHg_{1-x}Te$ , chalcogenidków ołowiu i cyny, $Pb_{1-x}Sn_x Te$ , $Pb_{1-x}Sn_x Se$ , $PbS_{1-x}Se_x$ )
Technologia otrzymywania warstw epitaksjalnych, w kontekście otrzymywania detektorów podczerwieni.
Właściwości fizyczne półprzewodników z wąską przerwą energetyczną
Detektory InSb i InAs, Detektory $Cd_xHg_{1-x}Te$ .
Budowa i zasada działania detektora piroelektrycznego. Układy przedwzmacniaczy. Charakterystyka cech emisyjnych ciał stałych cieczy i gazów
Budowa kamery CCD

#### B. Problematyka ćwiczeń audytoryjnych

Treści merytoryczne
1. Wyznaczanie parametrów oraz charakterystyk wyjściowych pasywnego czujnika podczerwieni
2. Wyznaczanie emisyjności ciał oraz temperatury pozornej z wykorzystaniem kamery termowizyjnej oraz pirometru
3. Wyznaczanie parametrów miernika pirometrycznego
4. Pomiar czułości widmowej detektora IR
5. Wyznaczanie krzywej kalibracji oraz czasu integracji detektora kamery termowizyjnej
6. Wyznaczanie rozdzielczości przestrzennej oraz pola widzenia kamery termowizyjnej

#### C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Zagadnienia związane z tematyką ćwiczeń laboratoryjnych

### 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 kolokwiów (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 rozwiązywanie 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 kontaktowe wynikające z harmonogramu studiów	60
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	38
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>100</b>
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>4</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

<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Piotrowski, A. Rogalski, „Półprzewodnikowe detektory podczerwieni” WNT 1985.</li> <li>2. J. E. Midwinder, Y. L. Guo, „Optoelektronika i technika światłowodowa”, WKŁ 1995.</li> <li>3. J. I. Pankove, „Zjawiska optyczne w półprzewodnikach”, WNT 1984.</li> <li>4. Z. Bielecki, A. Rogalski, Detekcja sygnałów optycznych, WNT 2001.</li> </ol> <p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. Ziętek, „Optoelektronika”, Wyd. UMK, 2004.</li> </ol>
---

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej