Załącznik nr 1.5 do Zarządzenia Rektora UR nr 61/2025

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA *2025-2027*
(skrajne daty)
Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Nowoczesne materiały 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 drugiego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, 2 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	Dr hab. Piotr Potera, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr hab. Piotr Potera, prof. UR Dr Dawid Jarosz

***** *-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**
2	15			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 i mechaniki technicznej.

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

3.1 Cele przedmiotu

C1	Celem zajęć jest poznanie materiałów stosowanych w budowie laserów półprzewodnikowych oraz zaawansowanych laserów na ciele stałym.
C2	Zapoznanie z technikami pomiarowymi w optoelektronice.
C3	Przedmiot ma zapewnić: poznanie podstaw fizycznych działania laserów na ciele stałym i półprzewodnikowych oraz ich własności.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Zna i rozumie wybrane zagadnienia fizyki kryształów i kryształów fotonicznych niezbędnych do rozumienia i ilościowego opisu zjawisk i procesów dotyczących nowoczesnych materiałów laserowych; Zna i rozumie rozszerzone i pogłębione zagadnienia z zakresu: natury światła, działania elementów fotonicznych struktury i własności nowoczesnych materiałów laserowych, właściwości optycznych aktywatorów, laserów półprzewodnikowych, dyskowych i światłowodowych; Zna i rozumie tendencje rozwoju technologii materiałów laserowych w kraju i na świecie oraz fundamentalne dylematy rozwoju cywilizacyjnego związanego z nowymi materiałami laserowymi.	K_W01 K_W02 K_W06
EK_02	Potrafi stosować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w laboratorium; Potrafi zgodnie z zadaną specyfikacją zbudować lub zastosować prosty układ do spawania światłowodów, badania rozszczepienia termów jonu w polu krystalicznym, badania sprzęgacza światłowodowego 3-portowego;wyznaczania siły oscylatora optycznego	K_U08 K_U10 K_U11

	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych w laboratorium oraz ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) w zakresie nowoczesnych materiałów laserowych.	
EK_03	Jest gotów do dbania o rozwój osobisty i zawodu w zakresie nowoczesnych materiałów laserowych; Jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy w aspekcie działalności związanej z inżynierią nowoczesnych materiałów laserowych; Jest gotów do przekazywania społeczeństwu informacji o korzystnych jak i niekorzystnych aspektach działalności związanej z nowoczesnymi materiałami laserowymi, potrafi przekazać takie informacje w sposób powszechnie zrozumiały z uzasadnieniem różnych punktów widzenia.	K_K03 K_K04 K_K05

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Kryształy idealne - budowa sieciowa i symetria, defekty punktowe, roztwory stałe, dyslokacje, defekty płaszczyznowe. Proces krystalizacji i wzrost kryształów.
Kryształy fotoniczne (struktura pasmowa kryształów fotonicznych, odbicie Bragga, fotoniczna przerwa wzbroniona) i metody ich wytwarzania.
Działanie elementów fotonicznych: falowody, światłowody fotoniczne z przerwą wzbronioną, sprzęgacze, dzielniki, rezonatory, elementy dyfrakcyjne, hologramy, czujniki światłowodowe, modulatory światła, wyświetlacze LCD, siatki i zwierciadła Bragga, filtry interferencyjne, powłoki, czujniki plazmonowe. Podstawy optyki nieliniowej.
Natura światła. Przejścia wymuszone i spontaniczne. Właściwości promieniowania laserowego. Zasada działania lasera. Schematy trój i czero poziomowe. Systemy pompowania optycznego. Warunki generacji laserowej dla wybranych wielofunkcyjnych układów. Własności i wymagania dla matryc laserów na ciele stałym. Jony aktywatory i ich właściwości. Poziomy energetyczne aktywatorów w kryształach.
Struktura i własności wybranych kryształów tlenkowych i ich zastosowania w budowie laserów.
Klasyczne lasery na ciele stałym. Laser rubinowy. Lasery neodymowe – granat itrowo-glinowy domieszkowany neodymem. Granat gadolinowo-galowy z neodymem. Lasery pompowane lampowo i diodowo.
Właściwości optyczne jonów ziem rzadkich, przejścia promieniste i niepromieniste, procesy przeniesienia energii wzbudzenia, inżynieria czynnych ośrodków laserowych opartych na jonach lantanowców, kierunki poszukiwań nowych materiałów laserowych, Wielofunkcyjne schematy generacji. Sensybilizacja i up-konwersja.

Kryształy dla laserów z przestrajaniem częstotliwości. Przejścia elektronowo-fononowe. Aleksandryt, tikor.
Lasery ciała stałego pompowane matrycami diod dużej mocy, Lasery włóknowe pompowane diodami laserowymi,
Lasery generujące ultrakrótkie impulsy światła (lasery z pasywną i aktywną synchronizacją modów wzdłużnych), Układy konwersji promieniowania laserowego(generacji harmonicznych światła, generatorów parametrycznych, zastosowania struktur nieliniowych typu PPLN),
Lasery półprzewodnikowe, na bazie półprzewodników GaAs, Si, GaN, (w tym materiały amorficzne: arsenku galu i krzemu)
Inżynieria zaawansowanych laserów na ciele stałym, i półprzewodnikowych, lasery dyskowe i światłowodowe.

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Spawanie światłowodów i badanie tłumienności połączeń
Badanie rozszczepienia termu jonów d1 polem krystalicznym
Badanie sprzęgacza światłowodowego 3-portowego
Wyznaczanie siły oscylatora optycznego z pomiarów widm transmisji
Sprawdzian praktyczny

C. Problematyka zajęć projektowych

W ramach projektu student opracowuje schemat wstępnego badania materiału pod kątem jego przydatności do zastosowań jako materiał laserowy (m.in. pasma absorpcji i ich korelacja z obszarem pompowania, szerokość optycznej przerwy wzbronionej), wykonuje badania na spektrofotometrze oraz proponuje potencjalne obszary zastosowania laserów na bazie wybranego materiału.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład- wykład z prezentacja multimedialną,
Laboratorium – wykonywanie doświadczeń,
Zajęcia projektowe – projektowanie doświadczeń.

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	Lab, W, Zaj. proj.

EK_02	Kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć, egzamin	Lab, W, Zaj. proj.
EK_03	Obserwacja w trakcie zajęć	Lab, W, Zaj. proj.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

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. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się poprzez kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Weryfikacja efektów uczenia się zajęć bez udziału nauczycieli odbywać się będzie na podstawie oceny z przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych oraz na egzaminie końcowym. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.
Warunkiem koniecznym uzyskania oceny pozytywnej z przedmiotu jest wykazanie się wiedzą oraz umiejętnościami, które sprawdzane są na pisemnym egzaminie, ustnie podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych.
Wykład
Wykład jest zaliczony jeśli student opanował określony zasób materiału. Oceny z egzaminu ustala się według stopnia opanowania materiału.
dost. (51 - 60) materiału,
+dost. (61 - 70) materiału,
dobry (71 - 80) materiału,
+dobry (81 - 90) materiału,
Laboratorium:
Po każdej części materiału student wykonuje praktyczne ćwiczenia, które są oceniane przez prowadzącego laboratorium.
Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen cząstkowych, przy czym student musi pozytywnie zaliczyć każdą część materiału
dost. (51 - 60)% pkt,
+dost. (61 - 70)% pkt,
dobry (71 - 80)% pkt,
+dobry (81 - 90)% pkt,
Zajęcia projektowe
Zajęcia projektowe zaliczane są na podstawie przedstawionego projektu.
Kryterium oceniania
dost. (51 - 60)% pkt,
+dost. (61 - 70)% pkt,
dobry (71 - 80)% pkt,
+dobry (81 - 90)% 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	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	58
SUMA GODZIN	105
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:

1. Andrzej Klimpel, Nowoczesne lasery i technologie laserowe w inżynierii spawalnictwa, Wydawnictwo Politechniki śląskiej, 2023
2. Dhruba Biswas, A Beginner's Guide to Lasers and Their Applications, Part 1: Insights into Laser Science, Springer International Publishing, 2023
3. A.Matkowski, P.Potera, Tlenkowe Materiały Laserowe, UR, 2006
4. Z. Bojarski, M. Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, Krystalografia – podręcznik wspomagany komputerowo, PWN, Warszawa, 1996 – udostępnia prowadzący
5. R. Tilley, Crystals and Crystal Structures, Wiley, 2006 – udostępnia prowadzący
6. Publikacje naukowe wybrane w zależności od realizowanej tematyki – udostępnia prowadzący
7. Kittel "Wstęp do fizyki ciała stałego" (PWN, Warszawa 1999).
8. M. Blicharski, „Wstęp do inżynierii materiałowej", WNT Warszawa;

9. M. Jurczyk, „Nanomateriały. Wybrane zagadnienia", Wyd. Politechniki Poznańskiej 2001 – udostępnia prowadzący
10. F. Kaczmarek, „Wstęp do fizyki laserów" PWN, Warszawa 1979.
11. B. Ziętek, „Lasery", Wyd. Nauk. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2015.
12. R. Jóźwicki, „Technika laserowa i jej zastosowania", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2009.

Literatura uzupełniająca:

1. P. Luger, Rentgenografia strukturalna monokryształów, PWN, Warszawa, 1989
2. J.-M. Lourtioz, H. Benisty, V. Berger i J.-M. Gerard „Photonic Crystals: Towards Nanoscale Photonic Devices" (Springer, 1999) – udostępnia prowadzący
3. P. Piszora, Z. Hnatejko, „Synteza materiałów specjalnych, Ćwiczenia laboratoryjne", Wielkopolska biblioteka cyfrowa – udostępnia prowadzący

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej