

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2025-2029...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Metody mikroskopowe w nanotechnologii
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Inżynierii materiałowej
Kierunek studiów	Nanotechnologia
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok/ III semestr
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot kierunkowy
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	Dr Dariusz Płoch
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr Dariusz Płoch,

* -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
III	15			30		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)

EGZAMIN

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Wiadomości podstawowe z fizyki, w tym optyki geometrycznej i falowej.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Celem przedmiotu jest przekazanie wiedzy niezbędnej do poznania technik mikroskopowych. Omówione zostaną podstawowe rodzaje mikroskopów takich jak mikroskopy optyczne, mikroskopy elektronowe, mikroskopy tunelowe i sił atomowych. Omówione zostaną podstawowe techniki badań mikroskopowych w tym obserwacje w jasnym i ciemnym polu, kontrast fazowy, interferencyjny oraz z użyciem światła spolaryzowanego
----------------	--

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 ma uporządkowaną wiedzę ogólną z fizyki i jej technicznych zastosowań w metodach mikroskopowych oraz rozumienia jej roli w różnych obszarach metod i technik mikroskopowych.	K_Wo2
EK_02	Student posiada wiedzę z zakresu budowy i działania różnych rodzajów mikroskopów	K_Wo8
EK_03	Student potrafi przygotować prace i opracowania pisemne oraz wystąpienia ustne, w języku polskim lub angielskim, dotyczące zagadnień z zakresu nanotechnologii przy wykorzystaniu metod mikroskopowych	K_Uo3
EK_04	Student potrafi dokonać doboru właściwych metod, technik i narzędzi oraz metod eksperymentalnych zakresu mikroskopii do badań materiałów lub nanomateriałów	K_Uo7
EK_05	Student potrafi zaprojektować i przeprowadzić prosty proces technologiczny z zakresu nanotechnologii i właściwej ścieżki kształcenia wraz kontrolą końcową wykorzystującą współczesne metody mikroskopowe	K_Uo13
EK_06	Student jest świadom podnoszenia swoich kwalifikacji w zakresie nowoczesnych technologii, w szczególności nanotechnologii oraz rozumie potrzebę ciągłego kształcenia w tym zakresie.	K_Ko1

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

EK_07	Student jest gotów do właściwego przedstawienia efektów własnej pracy zgodnie z zasadami etyki zawodowej	K_Ko2
-------	--	-------

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

1. Wstęp. Własności makro i mikrostruktur, parametry struktury, właściwości optyczne metali, widmo fali elektromagnetycznej, oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią.
2. Mikroskopy optyczne, budowa, parametry, zasada działania, wady układów optycznych i sposoby ich usuwania. Techniki badań mikroskopowych, obserwacje w jasnym i ciemnym polu, kontrast fazowy, interferencyjny i światło spolaryzowane, zastosowanie poszczególnych metod obserwacji dla różnych struktur.
3. Falowe właściwości wiązki elektronowej, oddziaływanie wiązki elektronowej z materiałami.
4. Zasada działania transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM), tryby pracy, przykłady typowych analiz; Dyfrakcja elektronów na sieci krystalicznej, rodzaje dyfrakcji, odczytywanie dyfraktogramów.
5. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), zasada działania, zastosowania i przykłady obrazów.
6. Mikroskopia z sondą skanującą (SPM). Skaningowa mikroskopia tunelowa (STM), kwantowy efekt tunelowy.
7. Mikroskopia sił atomowych (AFM). Mody pracy. Ograniczenia w zastosowaniu
8. Dobór właściwych technik mikroskopowych do pomiarów materiałów o obniżonej wymiarowości 2D, 1D, 0D.

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

1. Ćwiczenia wstępne-organizacja zasady zaliczenia przedstawienie problematyki ćwiczeń, przedstawienie regulaminu pracowni, zasady bezpiecznego użytkowania mikroskopów.
2. Obserwacja preparatów w mikroskopie optycznym. Obserwacja obrazów w soczewkach, obserwacja wad soczewek. Porównanie mikroskopów o różnych układach optycznych
3. Przygotowanie sond skanujących do pomiarów w trybie AFM i STM
4. Badania powierzchni nanostruktur za pomocą mikroskopu sił atomowych (AFM)
5. Badania powierzchni nanostruktur za pomocą skaningowego mikroskopu tunelowego (STM)
6. Wykorzystanie dedykowanego oprogramowania Gwyddion do interpretacji uzyskanych wyników pomiarów.
7. Podstawy badań z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej SEM. Obserwacje powierzchni nanomateriałów.
8. Kolokwium zaliczeniowe.

C. PROBLEMATYKA ZAJĘĆ PROJEKTOWYCH

W ramach zajęć projektowych studenci planują i wykonują proces pomiarowy dostosowany do wybranego przez siebie nanomateriału.
Prace nad projektem obejmują: wybór materiału, dobór właściwych technik mikroskopowych, przeprowadzenie cyklu pomiarów, weryfikację otrzymanych wyników dla różnych technik badawczych oraz przygotowanie raportu końcowego zgodnie ze standardami dla tego typu badań.

3.4 Metody dydaktyczne

Np.:

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, metody kształcenia na odległość

Ćwiczenia: analiza tekstów z dyskusją, metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny), praca w grupach (rozwiązywanie zadań, dyskusja), gry dydaktyczne, metody kształcenia na odległość

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń

Wykład: wykład z prezentacją 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, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć, egzamin	lab, wykład, zaj. projektowe
EK_02	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć, egzamin	lab, wykład, zaj. projektowe
EK_03	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć, egzamin	lab, wykład, zaj. projektowe
EK_04	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć, egzamin	lab, wykład, zaj. projektowe
EK_05	kolokwium, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć, egzamin	lab, wykład, zaj. projektowe
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć	lab, zaj. projektowe
EK_07	obserwacja w trakcie zajęć	lab, wykład, zaj. projektowe

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez Studenta zakładanych efektów uczenia się.

Weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie przeprowadzenia zajęć.

Końcowa ocena będzie odzwierciedleniem stopnia osiągniętych efektów.

Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się będzie przez kolokwia, sprawozdania, krótkie testy wejściowe, udział w dyskusji, oraz egzamin końcowy. Sprawdzenie efektów uczenia się zajęć bez udziału nauczyciela odbywać się będzie poprzez ocenę przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Wykład: Egzamin pisemny

Laboratorium: Po każdej części materiału student wykonuje praktyczne ćwiczenia, oceniane przez prowadzącego. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen częściowych uzyskanych ze sprawozdań oraz kolokwii wejściowych:

Zajęcia projektowe: Ocena końcowa ze złożonego raportu badań.

Sposób obliczenia ocen:

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)	4
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	63
SUMA GODZIN	127
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	5

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	nd
zasady i formy odbywania praktyk	nd

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: [1] Maksymilian Pluta, Mikroskopia optyczna, PWN 1982 [2] Ewa Kurczyńska, Dorota Borowska-Wykręt, Mikroskopia świetlna w badaniach komórki roślinnej, PWN 2013 [3] Maksymilian Pluta, Mikroskopia fazowo-kontrastowa i interferencyjna, PWN 1965 [4] A. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007r. [5] L.A. Dobrzański, E. Hajduczek, Mikroskopia świetlna i elektronowa, WNT, Warszawa, 1987. [6] Nanotechnologie, Red. nauk. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, tł. .pol. pod red. K. Kurzydłowskiego, PWN, 2008. [7] R. Howland, L. Benatar, Mikroskopy ze skanującą sondą, Warszawa 2002r [8] Nanoeducator II, Instruction Manual, NT-MDT, 2011 [9] Nanoeducator Scanning Probe Microscope, Instruction Manual, NT-MDT, 2008 [10] Teodor Paweł Gotszalk, Systemy mikroskopii bliskich oddziaływań w badaniach mikro- i nanostruktur, Wrocław 2004 [11] Binning G., Quate C.F., Gerber C., Atomic force microscopy, Phys. Rev. Lett., 55, 933, 1986 [12] Dekker, Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, v. 1-6, 2008 Dekker Literatura uzupełniająca: [1] Suzanne Amador Kane „Introduction to Physics in Modern Medicine”, Taylor & Francis, 2003

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

