

SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2024-2028***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie i nanoobiekty
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 pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok, 6 semestr
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy- Nanotechnologie i materiały nanokompozytowe
Język wykładowy	polski
Koordinator	Dr inż. Ewa Bobko
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr inż. Ewa Bobko, dr Stanisław Adamiak

* -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
6	30			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

Podstawowe umiejętności i wiedza z podstaw fizyki oraz chemii, a także nauki o materiałach.
Umiejętność stosowania technik wykorzystywanych w badaniach materiałowych.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie studentów z ogólnymi zagadnieniami dotyczącymi nanotechnologii z przykładami nanoobjektów i nanostruktur, własnościami kwantowymi, jak również sposobami ich wytwarzania, charakteryzacji i ich zastosowaniem. Zapoznanie studentów z narzędziami badawczymi stosowanymi w nanotechnologii.
C ₂	Przyswojenie przez studentów wiedzy w zakresie zastosowania nanomateriałów jako materiałów inżynierskich. Opis i charakterystyka różnych rodzajów nanoobjektów: ich struktury, właściwości, metod wytwarzania. Szczególna uwaga będzie zwrócona na zastosowanie nanoobjektów w badaniach naukowych oraz inżynierii materiałowej.
C ₃	Nabycie przez studentów umiejętności wyboru nano-materiałów i nanoobjektów stosowanych w nanotechnologii, umiejętności badania i wytwarzania dla różnych obiektów w skali nano.

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 zna i rozumie wybrane zagadnienia w zakresie chemii, fizyki i ich technicznych zastosowań niezbędnych do rozumienia i opisu podstawowych zjawisk fizycznych oraz zastosowania w technologii, wytwarzania nowoczesnych materiałów oraz w zakresie metodyki badań struktury i własności fizycznych	K_W02 K_W04
EK_02	Student charakteryzuje nanoobjekty i klasyfikuje je uwzględniając ich zastosowanie oraz potrafi dostosować materiały do projektowania, modelowania, symulacji i wytwarzania elementów urządzeń oraz ich zastosowania w różnych dyscyplinach naukowych	K_W07 K_W10 K_U11
EK_03	Student potrafi przeprowadzać podstawowe badania i pomiary własności fizycznych materiałów oraz wykorzystywać metodykę badań fizycznych (eksperymentalnych i teoretycznych), interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski celem rozwiązania zadań inżynierskich. Potrafi planować pracę indywidualną oraz zespołową	K_U05 K_U15
EK_04	Student poszerza swoje kwalifikacje, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności, potrafi	K_K01 K_K04

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

	przekazać zdobyte informacje związane z inżynierią materiałową w sposób zrozumiały.	
--	---	--

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Wstęp do nanotechnologii. Nanomateriały- podstawowe pojęcia. Zjawiska obserwowane w nanoskali.
Efekt rozmiarowy, efekt ograniczenia kwantowego, wprowadzenie do pasmowej teorii ciała stałego. Przykłady układów o obniżonej wymiarowości: 2D, 1D, 0D.
Klasyfikacja nanomateriałów (nanomateriały nieorganiczne, nanometale, nanoproszki, nanomateriały węglowe).
Różnice we właściwościach materiałów makro i nanorozmiarowych, kontrola rozmiaru, kształtowanie morfologii i właściwości. Własności materiałów w skali dużej i nano (wpływ objętości materiałów na własności: mechaniczne, termiczne, chemiczne, magnetyczne, elektryczne, optyczne, hydrofobowe).
Wybrane klasyczne techniki wytwarzania materiałów objętościowych: metoda Czochralskiego wzrostu monokryształów, metoda Bridgman-Stockbargera
Techniki i technologie wytwarzania nanomateriałów. Metody wytwarzania nanomateriałów i struktur typu bottom-up i top-down: metody osadzania fizycznego (MBE, PLD, rozpylania) oraz metody osadzania chemicznego (CVD, MOCVD, OMBE); warstwy epitaksjalne. Metody litograficzne w skali mikro i nano (litografia optyczna, UV, wiązką jonową). Metody strąceniowe (zol-żel), metody elektrochemiczne.
Techniki badawcze stosowane w charakterystyce nanomateriałów i nanoobjektów – XRD, TEM, SEM, DLS, ELS, FTIR.
Główne dziedziny techniki zastosowania materiałów w postaci warstw nano, mikro. Wybrane zastosowania nanoobjektów.
Druty kwantowe i ich własności elektro-fizyczne. Kropki kwantowe i ich własności optyczne. Własności optyczne i magnetyczne nanocząstek i nanomateriałów. Spintronika.
Nanorurki ceramiczne i metaliczne. Typy nanorurek. Przykłady stosowania nanorurek węglowych, TiO ₂ , MoO ₂ , ZrO ₂ związków pierwiastków ziem rzadkich, metali szlachetnych. Nanowłókna. Materiały nanoporowate. Toksyczność nanomateriałów.
Najnowsze osiągnięcia w nanotechnologii. Zaawansowanie badań nad nanotechnologią w sektorze gospodarczo- naukowym.

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Zapoznanie się z zasadami BHP obowiązującymi w pracowni oraz regulaminem ćwiczeń.
Analiza topografii powierzchni nanostruktur półprzewodnikowych
Obrazowanie powierzchni nanomateriałów za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego
Badania i analiza nanoobjektów metodą mikroskopii sił atomowych
Analiza właściwości optycznych nanocząstek- interpretacja widm

Wstęp do wytwarzania nanodrutów z materiałów półprzewodnikowych

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne

Synteza i charakterystyka wybranych nanoobjektów
--

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, analiza i interpretacja uzyskanych wyników

Zajęcia projektowe: 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	Sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab.
EK_02	Sprawozdanie, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab., zaj. proj.
EK_03	Sprawozdanie, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab., zaj. proj.
EK_04	Sprawozdanie, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	Lab., zaj. proj.

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 sprawozdania, udział w dyskusji. Sprawdzenie efektów dla zajęć bez udziału nauczyciela odbywać się będzie poprzez ocenę przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych, właściwe przygotowanie sprawozdań. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Wykład: zaliczenie bez oceny, zaliczenie na podstawie obecności i aktywności na wykładzie.

Laboratorium: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest: uzyskanie oceny z wiedzy i przygotowania merytorycznego do ćwiczeń, zaliczenie sprawozdań z ćwiczeń. Ocena końcowa jest średnią z ocen cząstkowych.

Projekt: zaliczenie z oceną. Warunkiem zaliczenia jest przygotowanie projektu.

Stosowana skala oceniania:

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)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	35
SUMA GODZIN	100
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. A. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wyd. Politechniki Poznańskiej, 2005 2. K. Żelichowska, Nanotechnologia, chemia i medycyna, Wyd. Politechniki Gdańskiej, 2016 (udostępnia prowadzący) 3. R.Howland, L. Benatar, STM/AFM Mikroskopy ze skanującą sondą. Elementy teorii i praktyki, WIM PW, Warszawa 2002 4. R.W.Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, tlm.pol. pod red. K. Kurzydłowskiego, PWN, 2008. 5. K. Kurzydłowski, Nanomateriały inżynierskie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015.
Literatura uzupełniająca: 1. Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, v. 1-6, 2008 Dekker 2. J. Szuber, Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologii półprzewodnikowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

