

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2024-2028...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Elementy spektroskopii 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/ IV semestr
Rodzaj przedmiotu	Przedmiot kierunkowy
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	Dr Renata Wojnarowska-Nowak
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr Renata Wojnarowska-Nowak

* -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
IV	15			30					3

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)

Zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Student posiada podstawową wiedzę w zakresie fizyki (głównie optyki), chemii oraz podstawową wiedzę o nanomateriałach.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zdobycie przez studentów wiadomości z zakresu wybranych metod spektroskopowych wykorzystywanych w analizie nanomateriałów i nanotechnologii
C ₂	Zdobycie umiejętności wykorzystywania specjalistycznego sprzętu pomiarowego oraz dokonywania analizy uzyskanych wyników.
C ₃	Zapoznanie z optycznymi właściwościami wybranych nanomateriałów oraz ich charakterystyką spektroskopową.

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 posiada wiedzę z zakresu wybranych optyki będącej jedną z dziedzin fizyki	K_Wo2
EK_02	Student zna zagadnienia z zakresu budowy i własności nanomateriałów, w tym cienkowarstwowych nanomateriałów półprzewodnikowych, nanocząstek metalicznych, nanocząstek tlenków metali, półprzewodnikowych kropek kwantowych, nanocząstek funkcjonalizowanych cząsteczkami organicznymi i biologicznymi	K_Wo4
EK_03	Student posiada szeroką wiedzę w zakresie wykorzystania metod spektroskopowych do charakteryzacji różnego typu nanomateriałów	K_Wo5
EK_04	Student umie dokonać właściwego doboru metod, technik i narzędzi badawczych z zakresu metod spektroskopowych do badań określonych właściwości materiałów i nanomateriałów, zarówno w aspekcie analizy jakościowej jak i ilościowej	K_Uo7
EK_05	Posiada kompetencje do właściwego przedstawienia efektów własnej pracy zgodnie z zasadami etyki zawodowej, rzetelnej prezentacji uzyskanych wyników i wkładu autorskiego w przypadku pracy w grupie	K_Ko2

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

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Wprowadzenie do metod spektroskopowych. Podstawy teoretyczne, pojęcie spektroskopii i spektrometrii, podział i rodzaje spektroskopii, zastosowania.
2. Spektroskopia podczerwieni Podczerwień i jej podział, podstawy teoretyczne metody, budowa i zasada działania spektrometrów IR, wybrane techniki spektroskopii IR, przygotowanie próbek, analiza widma IR, zastosowania, analiza nanomateriałów
3. Spektroskopia ramanowska Podstawy fizyczne spektroskopii Ramana, zjawisko rozpraszania światła, zjawisko Ramana, budowa i zasada działania spektrometrów ramanowskich, przygotowanie próbek, analiza widm ramanowskich, zastosowania, analiza nanomateriałów
4. SERS i TERS jako nowoczesne techniki spektroskopowe bazujące na spektroskopii ramanowskiej – podstawy teoretyczne technik, materiały plazmoneczne, efekt wzmocnienia, zastosowania w nanotechnologii
5. Spektroskopia absorpcyjna w zakresie UV-VIS Podstawy fizyczne spektroskopii absorpcyjnej UV/VIS, pojęcia transmitancji i absorbancji, prawo Lamberta-Beera, metody oznaczeń spektrofotometrycznych, budowa i zasada działania spektrofotometru, ilościowe metody pomiaru, zastosowania, analiza nanomateriałów
6. Spektroskopia emisyjna - spektrofluorymetria Luminescencja i jej rodzaje, fluorescencja, przejścia pomiędzy stanami energetycznymi, diagram Jabłońskiego, prawo Stokesa, budowa i działanie spektrofluorymetru, analiza wyników, zastosowania, nanomateriały o właściwościach luminescencyjnych, analiza nanomateriałów
7. Wybrane inne techniki spektroskopowe wykorzystywane w nanotechnologii: EDX, XPS, DLS, NMR

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
1. Zajęcia organizacyjne –zapoznanie z zasadami BHP, regulaminem pracowni, podstawowymi zasadami pracy w pracowni spektroskopowej i aparaturą wykorzystywaną w trakcie ćwiczeń.
2. Spektroskopia podczerwieni – FTIR – obsługa aparatu NICOLET 6700, pomiar i analiza uzyskanych wyników. Wykorzystanie spektroskopii podczerwieni w analizie własności cienkowarstwowych nanomateriałów półprzewodnikowych. Analiza widm nanocząstek nagich i funkcjonalizowanych powierzchniowo.
3. Spektroskopia Ramanowska – obsługa aparatu Smart Raman DXR, pomiar i analiza uzyskanych wyników. Analiza struktury krystalicznej nanocząstek TiO ₂ i domieszkowanego TiO ₂ . Efekt SERS.
4. Spektrofotometria UV-VIS, obsługa aparatu UV-VIS EVOLUTION 300, pomiar i analiza uzyskanych wyników. Wykorzystanie spektroskopii w zakresie UV-VIS w

analizie własności cienkowarstwowych nanomateriałów półprzewodnikowych. Analiza widm nanocząstek plazmonicznych.
5. Spektrofluorymetria – obsługa urządzenia Fluorescence Spectrophotometer F-2500 FL, pomiar i analiza uzyskanych wyników. Analiza nanocząstek posiadających właściwości luminescencyjne.
6. Praca z źródłami literaturowymi i artykułami naukowymi z zakresu wykorzystania metod spektroskopowych i analizy wybranych typów nanomateriałów.

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, praca w grupach, analiza uzyskanych wyników pomiarowych, praca z literaturą fachową

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, sprawozdania , obserwacja w trakcie zajęć	lab, wykład
EK_02	kolokwium, sprawozdania , obserwacja w trakcie zajęć	lab, wykład
EK_03	kolokwium, sprawozdania , obserwacja w trakcie zajęć	lab, wykład
EK_04	kolokwium, sprawozdania , obserwacja w trakcie zajęć	lab, wykład
EK_05	kolokwium, sprawozdania , obserwacja w trakcie zajęć	lab, wykład

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, kontrolę przygotowania do zajęć, 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
- podstawą zaliczenia wykładu jest obecność na wykładach (dopuszczalne dwie nieobecności)

Laboratorium:

- wykonanie ćwiczeń objętych harmonogramem
- właściwe przygotowanie kompletu sprawozdań
- zaliczenie na ocenę pozytywną kolokwiów pisemnych
- ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen częściowych uzyskanych z kolokwium i bieżącego przygotowania do wykonywanych ćwiczeń, skala 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	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	28
SUMA GODZIN	75
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	
zasady i formy odbywania praktyk	

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Drozdowski M., "Spektroskopia ciała stałego" Wydaw. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996
2. Hryniewicz A. Z., Rokita E. „Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska”, Wydawnictwo Naukowe, PWN, 1999
3. Kęcki Z., „Podstawy spektroskopii molekularnej”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998
4. Małek K. „Spektroskopia oscylacyjna. Od teorii do praktyki” PWN Warszawa 2015
5. Sadlej J., "Spektroskopia molekularna" Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002
6. Nanotechnologie / red. nauk. Robert W. Kelsall, Ian W. Hamley, Mark Geoghegan ; aut. Rik Brydson [i in.] ; red. nauk. przekł. [z ang.] Krzysztof Kurzydłowski ; zespół tł. Jarosław Ferenc [i in.] Warszawa : Wydaw. Naukowe PWN, 2009
7. Nanotechnologia w praktyce : praca zbiorowa / pod redakcją Kamili Żelechowskiej, Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016

Literatura uzupełniająca:

1. Barańska H., Łabudzińska A., Terpiński J., "Laserowa spektrometria ramanowska, zastosowania analityczne" Państw. Wydaw. Naukowe, Warszawa 1981
2. Mielke Z., "Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki chemicznej: spektroskopia oscylacyjna", Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1995
3. Najbara, Turkek A., "Fotochemia i spektroskopia optyczna : ćwiczenia laboratoryjne", Wydaw. Naukowe PWN, Warszawa 2009
4. Nowicka-Jankowska T., Wieteska E., Gorczyńska K., Michalik A., Spektrofotometria UV/ VIS w analizie chemicznej. Państw. Wydaw. Naukowe, 1988.
5. Stuart B.H., Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications, 2004 John Wiley & Sons, Ltd
6. Twardowski J., Anzenbacher P., "Spektroskopia Ramana i podczerwieni w biologii", Warszawa 1988

7. Artykuły w czasopismach naukowych w tym: Jurnal of Raman Spectroscopy, Applide Surface Science, Vibrational Spectroscopy, Spectroscopy Letters, Spectroscopy and Spectral Analysis I inne

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

