

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026- 2030

(skrajne daty)

Rok akademicki 2027/2028

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Metody obrazowania i spektroskopowej charakteryzacji materiałów
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Zarządzanie, materiały i technologie w energetyce
Poziom studiów	studia I stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, 3 semestr
Rodzaj przedmiotu	ogólny
Język wykładowy	język polski
Koordinator	dr Dariusz Płoch
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr Dariusz Płoch, 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
3	30			45		15			8

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

Zajęcia laboratoryjne- zaliczenie z oceną

Zajęcia projektowe - zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Wiedza z zakresu:

- fizyki (optyka, budowa materii, fizyka ciała stałego);
- chemii materiałów;
- podstaw metrologii;

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami obrazowania mikro- i nanostruktury materiałów
C ₂	Przedstawienie podstaw fizycznych metod spektroskopowych stosowanych w analizie składu i struktury materiałów
C ₃	Rozwinięcie umiejętności interpretacji wyników badań materiałowych
C ₄	Przygotowanie do samodzielnego planowania eksperymentów badawczych

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 związek między budową materii, strukturą i składem chemicznym materiałów, a wynikami uzyskiwanymi w metodach obrazowania i spektroskopii.	K_Wo3
Ek_02	Student zna fizyczne podstawy, możliwości, ograniczenia oraz zastosowania metod obrazowania i spektroskopowej analizy materiałów w ocenie ich właściwości i jakości w zastosowaniach inżynierskich i energetycznych.	K_Wo7
Ek_03	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury i baz danych, dobierać odpowiednie metody badawcze do problemu materiałowego oraz planować przebieg eksperymentu.	K_Uo2, K_Uo8, K_Uo9
Ek_04	Student potrafi analizować i interpretować wyniki badań obrazowych i spektroskopowych (obrazy, widma, dyfraktogramy), integrować je z wiedzą o budowie i właściwościach materiałów oraz formułować wnioski inżynierskie.	K_Uo8, K_Uo9
Ek_05	Student potrafi opracować dokumentację z przeprowadzonych badań i przedstawić wyniki w formie pisemnej, graficznej i ustnej, stosując poprawną terminologię naukowo-techniczną.	K_Uo4, K_Uo5, K_Uo6
Ek_06	Student potrafi efektywnie organizować i realizować pracę badawczą indywidualnie oraz w zespole laboratoryjnym.	K_U15

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

Ek_o7	Student jest gotów do krytycznej oceny uzyskanych wyników badań oraz własnej wiedzy w zakresie metod charakteryzacji materiałów.	K_Ko2
Ek_o8	Student rozumie znaczenie zaawansowanych metod badawczych w rozwoju nowoczesnych materiałów i technologii oraz potrzebę ciągłego podnoszenia kompetencji.	K_Ko2

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
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. Wybrane metody obrazowania w świetle widzialnym, ultrafioletowym i w podczerwieni
Falowe właściwości wiązki elektronowej, oddziaływanie wiązki elektronowej z materiałami. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM), zasada działania, zastosowania i przykłady obrazów.
Analizy ilościowe i jakościowe, rodzaje detektorów, zasada działania, możliwości zastosowań i interpretacja uzyskanych wyników
Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM), zasada działania, zastosowania i przykłady obrazów.
Spektroskopia rentgenowska (EDS, WDS). Analiza składu chemicznego w mikroskopii elektronowej
Mikroskopia AFM i STM. Zasada działania i zastosowanie
Wprowadzenie do metod spektroskopowych - podstawy teoretyczne, pojęcie spektroskopii i spektrometrii, podział i rodzaje spektroskopii, zastosowania.
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.
Spektroskopia ramanowska - podstawy fizyczne spektroskopii Ramana, zjawisko rozpraszania światła, zjawisko Ramana, SERS, budowa i zasada działania spektrometrów ramanowskich, przygotowanie próbek, analiza widm ramanowskich, zastosowania
Spektroskopia absorpcyjna w zakresie UV-VIS - podstawy fizyczne spektroskopii absorpcyjnej UV/VIS, transmitancja, absorbancja, prawo Lamberta-Beera, metody oznaczeń spektrofotometrycznych, budowa i zasada działania spektrometru, ilościowe metody pomiaru w spektrofotometrii, zastosowania
Spektroskopia emisyjna – spektrofluorymetria - luminescencja i jej rodzaje, fluorescencja, przejścia pomiędzy stanami energetycznymi, prawo Stokesa, budowa i działanie spektrofluorymetru, analiza wyników, zastosowanie techniki.

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Ćwiczenia wstępne-organizacja zasady zaliczenia przedstawienie problematyki ćwiczeń, przedstawienie regulaminu pracowni, zasady bezpiecznego użytkowania mikroskopów.

Obserwacja preparatów w mikroskopie optycznym. Obserwacja obrazów w soczewkach, obserwacja wad soczewek.
Mikroskopia konfokalna i DIC.
Skaningowy mikroskop elektronowy SEM – przygotowanie preparatów.
Skaningowy mikroskop elektronowy SEM – obserwacje preparatów.
Przygotowanie sondy skanującej do pomiarów w trybie AFM i STM.
Badania powierzchni za pomocą mikroskopu sił atomowych AFM.
STM - Podstawy badania powierzchni struktury materiału o nieznannej topografii.
Spektroskopia podczerwieni – FTIR – obsługa aparatu NICOLET 6700, pomiary i analiza uzyskanych wyników
Spektroskopia Ramanowska – obsługa aparatu Smart Raman DXR, pomiary i analiza uzyskanych wyników
Spektrofotometria UV-VIS, obsługa aparatu UV-VIS EVOLUTION 300, pomiary i analiza uzyskanych wyników.
Spektrofluorymetria – obsługa urządzenia Fluorescence Spectrophotometer F-2500 FL, pomiary i analiza uzyskanych wyników.

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Zastosowanie mikroskopii SEM/EDS w ocenie degradacji materiałów w energetyce.
Porównanie metod obrazowania w diagnostyce materiałów dla różnych sektorów energetyki.
Rola technik spektroskopowych w diagnostyce materiałów dla fotowoltaiki.
Zastosowanie metod spektroskopii w ocenie zrównoważonych i recyklingowanych materiałów energetycznych.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną,

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń, praca w grupach,

Zajęcia projektowe – wykonanie projektu

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	Egzamin, kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie	Wykład, Lab, Zaj. Proj.
EK_02	Egzamin, kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie	Wykład, Lab, Zaj. Proj.
EK_03	Kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie	Lab, Zaj. Proj.
EK_04	Kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie	Lab, Zaj. Proj.
EK_05	Kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie,	Lab, Zaj. Proj.

EK_o6	Kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie, obserwacje w trakcie zajęć	Lab, Zaj. Proj.
EK_o7	Kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie, obserwacje w trakcie zajęć	Lab, Zaj. Proj.
EK_o8	Kolokwium zaliczeniowe, sprawozdanie, obserwacje w trakcie zajęć	Lab, Zaj. Proj.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

<p>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 egzamin, kolokwia, sprawozdania, krótkie testy wejściowe, udział w dyskusji. Sprawdzenie efektów uczenia się z 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.</p> <p>Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich założonych efektów uczenia się.</p> <p>Wykłady - egzamin pisemny.</p> <p>Laboratoria - na podstawie ocen cząstkowych z kolokwiów pisemnych, sprawozdań.</p> <p>Zajęcia projektowe – na podstawie oceny z wykonania projektu</p> <p>O ocenie pozytywnej decyduje liczba uzyskanych punktów (>50% maksymalnej liczby punktów).</p> <p>Kryteria oceny: dst >50%, dst plus >60%, db >70%,db plus >80%, bdb > 90%.</p>

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	90
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	10
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	110
SUMA GODZIN	210
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	8

* 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

<p>Literatura podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 A. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007r. 4. L.A. Dobrzański, E. Hajduczek, Mikroskopia świetlna i elektronowa, WNT, Warszawa, 1987. 5. Nanotechnologie, Red. nauk. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, tłum. pol. pod red. K. Kurzydłowskiego, PWN, 2008. 6. R. Howland, L. Benatar, Mikroskopy ze skanującą sondą, Warszawa 2002r 7. Nanoeducator II, Instruction Manual, NT-MDT, 2011 8. Nanoeducator Scanning Probe Microscope, Instruction Manual, NT-MDT, 2008 9. Teodor Paweł Gotszalk, Systemy mikroskopii bliskich oddziaływań w badaniach mikro- i nanostruktur, Wrocław 2004 Binning G., Quate C.F., Gerber C., Atomic force microscopy, Phys. Rev. Lett., 55, 933, 1986 10. A. Z. Hryniewicz, E. Rokita „Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska”, Wydawnictwo Naukowe, PWN, 1999 11. Kęcki Z., „Podstawy spektroskopii molekularnej”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998 12. Małek K. „Spektroskopia oscylacyjna. Od teorii do praktyki” PWN Warszawa 2015
<p>Literatura uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dekker, Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology, v. 1-6, 2008 2. Mielke Z., "Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki chemicznej: spektroskopia oscylacyjna", Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław 1995 3. Drozdowski M., "Spektroskopia ciała stałego" Wydaw. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1996 4. Nowicka-Jankowska T., Wieteska E., Gorczyńska K., Michalik A., „Spektrofotometria UV/ VIS w analizie chemicznej”. Państw. Wydaw. Naukowe, 1988. 5. Najbara, Turkek A., "Fotochemia i spektroskopia optyczna : ćwiczenia laboratoryjne", Wydaw. Naukowe PWN, Warszawa 2009

6. Sadlej J., "Spektroskopia molekularna" Wydawnictwo Nakowo-Techniczne, Warszawa 2002
7. Stuart B.H., Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications, 2004 John Wiley & Sons, Ltd
8. Artykuły naukowe

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej