

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

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Mikroskopia elektronowa w nauce o materiałach
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, 5 semestr
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	Dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR Dr inż. Ewa Bobko, 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
5	15			30					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

Zajęcia laboratoryjne – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość zagadnień z zakresu mikroskopowych metod badania struktury oraz składu chemicznego materiałów

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Nabycie wiedzy w zakresie budowy, zasady działania i technik obrazowania za pomocą mikroskopów SEM, TEM oraz metod przygotowania próbek
C ₂	Nabycie wiedzy i podstawowych umiejętności w zakresie możliwości badawczych za pomocą mikroskopii elektronowej wykorzystywanych w inżynierii materiałowej.
C ₃	Potrafi współdziałać i pracować w grupie i podnosić swoje kwalifikacje odpowiednio do rozwoju technologii

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	zna i rozumie zagadnienia, zjawiska fizyczne i ich wykorzystanie w mikroskopii elektronowej	K_W02
EK_02	zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu budowy materii, materiałów inżynierskich oraz możliwości badania ich struktury (metodyki badawczej) za pomocą mikroskopii elektronowej skaningowej i transmisyjnej	K_W04
EK_03	zna i rozumie metody oceny struktury decydującej o właściwościach materiałów	K_W09
EK_04	potrafi planować i przeprowadzać podstawowe badania struktury i składu chemicznego materiałów metodami SEM i TEM, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	K_U05
EK_05	potrafi współdziałać i pracować w grupie oraz planować pracę indywidualną oraz w zespole	K_U15
EK_06	jest gotów do podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności proporcjonalnie do rozwoju technologii	K_K01

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
1. Elektronowa mikroskopia skaningowa - budowa i zasada działania mikroskopu elektronowego skaningowego (SEM)
2. Techniki obrazowania stosowane w mikroskopii skaningowej SEM - obrazowanie preparatu w trybie elektronów wtórnych (SE) oraz wstecznie rozproszonych (BSE)
3. Wykorzystanie elektronowej mikroskopii skaningowej w nauce o materiałach

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

4. Mikroskopia transmisyjna - budowa i zasada działania mikroskopu elektronowego transmisyjnego (TEM). Tryby pracy TEM (BF, DF) i STEM (BF, DF, HAADF)
5. Techniki obrazowania stosowane w mikroskopii transmisyjnej: kontrast rozproszeniowy, kontrast dyfrakcyjny (pole jasne, ciemne) i kontrast fazowy
6. Spektroskopia charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego (EDX)
7. Analiza punktowa, liniowa i powierzchniowa składu chemicznego z wykorzystaniem mikroanalizatora EDX
8. Przygotowanie preparatów z wykorzystaniem wiązki jonowej (FIB) do badań w mikroskopie transmisyjnym (TEM)
9. Wykorzystanie elektronowej mikroskopii transmisyjnej w nauce o materiałach

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Wytwarzanie powłok za pomocą napyłarki próżniowej
Przygotowanie próbek do badań technikami SEM, TEM
Przygotowanie próbek do badań za pomocą ultramikrotomu
Obserwacja wybranych preparatów za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego
Analiza składu chemicznego wybranych preparatów za pomocą mikroanalizatora EDS mikroskopu SEM

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna

Laboratorium - analiza i interpretacja tekstów źródłowych, praca w grupach, analiza przypadków, uczenie się poprzez rozwiązywanie zadań praktycznych, samodzielna lub grupowa praca w laboratorium

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, sprawozdanie	w, lab
EK_02	Egzamin, kolokwium, sprawozdanie	w, lab
EK_03	Egzamin, kolokwium, sprawozdanie	w, lab
EK_04	Sprawozdanie, Obserwacja w trakcie zajęć	lab
EK_05	Sprawozdanie, Obserwacja w trakcie zajęć	lab
EK_06	Obserwacja w trakcie zajęć	w, lab

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Wykład – zaliczenie na podstawie pisemnego egzaminu Ocena z egzaminu wynikać będzie z sumy punktów uzyskanych z pisemnych odpowiedzi na trzy pytania z zakresu treści podanych w sylabusie: dost. - (51 - 60)% pkt, +dost. - (61 - 70)% pkt,
--

dobry (71 - 80)% pkt,
+dobry (81 - 90)% pkt,
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

Warunkiem zaliczenia zajęć laboratoryjnych jest zaliczenie materiału przewidzianego w treściach ćwiczenia (kolokwium), praktyczne wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych oraz oddanie poprawnych sprawozdań z realizowanych ćwiczeń.

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

Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności odbywa się poprzez pisemny egzamin, kolokwia, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Natomiast weryfikacja kompetencji społecznych odbywa się poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

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)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	52
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. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007r.
2. Adamiak S., Bochnowski W., Dziedzic A., Podstawy nauki o materiałach – laboratorium, Wyd. UR, Rzeszów 2013.
3. Dziedzic A., Kształtowanie struktury i właściwości mechanicznych oraz antybakteryjnych powłok ditlenku tytanu modyfikowanego srebrem i azotem w procesie fizycznego osadzania z fazy gazowej, Rozprawy Monografie 340, Wydawnictwa AGH, Kraków 2018. PDF
4. A.Dziedzic, W. Bochnowski, S. Adamiak, Ł. Szyller, J. Cebulski, I. Virt, M. Kus-Liśkiewicz, M. Marzec, P. Potera, A. Żaczek, B. Zdeb, Structure and antibacterial properties of Ag and N doped titanium dioxide coatings containing Ti₂85O₄N

phase, prepared by magnetron sputtering and annealing, <i>Surface and Coatings Technology</i> 393 (2020) 125844 5. M. Kulpa-Greszta, A. Tomaszewska, A. Dziedzic, R. Pązik, Temperature effects induced by NIR photo-stimulation within I_{st} and I_{Ind} optical biological window of seed-mediated multi-shell nanoferrites, <i>Dalton Transactions</i>, 2023 6. M. Kulpa-Greszta; A. Tomaszewska, A. Dziedzic, I. Rzesutek, R. Pązik, Heat generation on Fe₃O₄@SiO₂@Au core-shell structures using synergy of an alternating magnetic field and NIR laser light within I_{st} biological optical window, <i>Materials Today Communications</i> 35C (2023) 1055132023 7. M. Kulpa-Greszta, A. Tomaszewska, A. Michalicha, D. Sikora, A. Dziedzic, R. Wojnarowska-Nowak, A. Belcarz, R. Pązik, Alternating magnetic field and NIR energy conversion on magneto-plasmonic Fe₃O₄@APTES–Ag heterostructures with SERS detection capability and antimicrobial activity, <i>RSC Advances</i>, 2022, 12, 27396-27410 8. A. Trenczek-Zajac, M. Synowiec, K. Zakrzewska, K. Zazakowny, K. Kowalski, A. Dziedzic, and M. Radecka, Scavenger-supported photocatalytic evidence of an extended type I electronic structure of the TiO₂@Fe₂O₃ Interface, <i>ACS Appl. Mater. Interfaces</i> 2022, 14, 33, 38255–38269 9. Podbielska H., <i>Optyka biomedyczna wybrane zagadnienia</i>, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011.
Literatura uzupełniająca: 1. Adamczyk J., <i>Metaloznawstwo teoretyczne. Cz. 1. Struktura metali i stopów</i>, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999. 2. Egerton R.F., <i>Physical Principles of Electron Microscopy, An Introduction to TEM, SEM and AFM</i>, Springer, 2005. 3. Williams D.B., Carter C.B., <i>Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science</i>, Springer, 2009. 4. Ayache J., Beaunier L., Boumendil J., Ehret G., Laub D., <i>Sample Preparation Handbook for Transmission Electron Microscopy; Methodology</i>, Springer, 2010. 5. Echin P., <i>Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis</i>, Springer, 2009. 6. Giannuzzi L.A., Stevie F.A. (Ed.), <i>Introduction to Focused Ion Beams; Instrumentation, Theory, Techniques and Practice</i>, Springer, 2005.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

