

**SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA **2020-2024**

(skrajne daty)

Rok akademicki 2022/2023

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Elektronowa mikroskopia w nauce o materiałach</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
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 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
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  
 Laboratoria – 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 <sub>1</sub>	Nabywanie wiedzy w zakresie budowy, zasady działania i technik obrazowania za pomocą mikroskopów SEM, TEM oraz metod przygotowania próbek
C <sub>2</sub>	Nabywanie wiedzy i podstawowych umiejętności w zakresie możliwości badawczych za pomocą mikroskopii elektronowej wykorzystywanych w inżynierii materiałowej.
C <sub>3</sub>	Potrąfi 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 Student:	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	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_02	zna i rozumie metody oceny struktury decydującej o właściwościach materiałów	K_W09
EK_03	potrafi planować i przeprowadzać podstawowe badania struktury i składu chemicznego materiałów metodami SEM i TEM, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski	K_U05
EK_04	potrafi współdziałać i pracować w grupie oraz planować pracę indywidualną oraz w zespole	K_U15
EK_05	jest gotów do podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności proporcjonalnie do rozwoju technologii	K_K01

#### 3.3 Treści programowe

##### 1. 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
4. Mikroskopia transmisyjna - budowa i zasada działania mikroskopu elektronowego transmisyjnego (TEM). Tryby pracy TEM (BF, DF) i STEM (BF, DF, HAADF)

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

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

## 2. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne:
1. Nanoszenie powłok - napyłarki próżniowe
2. Przygotowanie próbek badawczych do badań technikami SEM, AFM, STM
3. Przygotowanie próbek badawczych do badań - właściwości ultramikrotomu
4. Skaningowy mikroskop elektronowy SEM – obserwacje preparatów
5. STM - Podstawy badania powierzchni struktury materiału o nieznannej topografii powierzchni za pomocą skaningowego mikroskopu tunelowego

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: prezentacja multimedialna

Laboratoria - 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	kolokwium, sprawozdanie	W, Lab.
EK_04	Obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab.
EK_05	Obserwacja w trakcie zajęć	W, Lab.

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

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.

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.

#### 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające 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
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>4</b>

*\* 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. Adamiak S., Bochnowski W., Dziejdzic A., Podstawy nauki o materiałach – laboratorium, Wyd. UR, Rzeszów 2013. PDF
2. Dziejdzic 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
3. A.Dziejdzic, 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  $Ti_{2.85}O_4N$  phase, prepared by magnetron sputtering and annealing, *Surface and Coatings Technology* 393 (2020) 125844
4. M. Kulpa-Greszta, A. Tomaszewska, A. Dziejdzic, R. Pązik, Temperature effects induced by NIR photo-stimulation within I<sub>st</sub> and II<sub>nd</sub> optical biological window of seed-mediated multi-shell nanoferrites, *Dalton Transactions*, 2023
5. M. Kulpa-Greszta; A. Tomaszewska, A. Dziejdzic, I. Rzeszutek, R. Pązik, Heat generation on  $Fe_3O_4@SiO_2@Au$  core-shell structures using synergy of an alternating magnetic field and NIR laser light within I<sub>st</sub> biological optical window, *Materials Today Communications* 35C (2023) 1055132023
6. M. Kulpa-Greszta, A. Tomaszewska, A. Michalicha, D. Sikora, A. Dziejdzic, R. Wojnarowska-Nowak, A. Belcarz, R. Pązik, Alternating magnetic field and NIR energy conversion on magneto-plasmonic  $Fe_3O_4@APTES-Ag$  heterostructures with SERS detection capability and antimicrobial activity, *RSC Advances*, 2022, 12, 27396-27410
7. A. Trenczek-Zajac, M. Synowiec, K. Zakrzewska, K. Zazakowny, K. Kowalski, A. Dziejdzic, and M. Radecka, Scavenger-supported photocatalytic evidence of an extended type I electronic structure of the  $TiO_2@Fe_2O_3$  Interface, *ACS Appl. Mater. Interfaces* 2022, 14, 33, 38255–38269
8. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007r. PDF
9. Podbielska H., Optyka biomedyczna wybrane zagadnienia, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2011. PDF

### Literatura uzupełniająca:

1. Adamczyk J., Metaloznawstwo teoretyczne. Cz. 1. Struktura metali i stopów, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
2. Egerton R.F., Physical Principles of Electron Microscopy, An Introduction to TEM, SEM and AFM, Springer, 2005.
3. Williams D.B., Carter C.B., Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Springer, 2009.
4. Ayache J., Beaunier L., Boumendil J., Ehret G., Laub D., Sample Preparation Handbook for Transmission Electron Microscopy; Methodology, Springer, 2010.
5. Echin P., Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, Springer, 2009.
6. Giannuzzi L.A., Stevie F.A. (Ed.), Introduction to Focused Ion Beams; Instrumentation, Theory, Techniques and Practice, Springer, 2005.