

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023/24-2026/27

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/26

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Mikroskopia elektronowa</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Systemy diagnostyczne w medycynie
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia, inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	rok III, semestr 5
Rodzaj przedmiotu	specjalnościowy: Metody obrazowania w medycynie
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR

\* -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			15					2

**1.2. Sposób realizacji zajęć** zajęcia w formie tradycyjnej zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość**1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

WYKŁAD – ZALICZENIE BEZ OCENY

ĆWICZENIA LAB. - ZALICZENIE Z OCENĄ

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Podstawa programowa z fizyki

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C <sub>1</sub>	nabycie przez studenta wiedzy z zakresu zjawisk fizycznych wykorzystywanych w mikroskopii elektronowej w zakresie otrzymywania obrazów HRTEM i dyfrakcji elektronów SAED
C <sub>2</sub>	nabycie przez studenta umiejętności (w zakresie podstawowym) otrzymywania obrazów HRTEM i obrazów dyfrakcyjnych SAED
C <sub>3</sub>	uzyskanie przez studenta gotowości do zasięgania opinii ekspertów, specjalistów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup>
EK_01	student zna zakres wykorzystania dyfrakcji elektronów SAED i obrazów HRTEM w identyfikacji materiałów	K_Wo5
EK_02	student zna i rozumie pojęcia, twierdzenia z zakresu fizyki wykorzystywane w dyfrakcji elektronów	K_Wo6
EK_03	student zna i rozumie w zaawansowanym stopniu budowę i zasadę działania mikroskopu elektronowego TEM	K_Wo7
EK_04	student potrafi rozróżnić obraz dyfrakcyjny dla monokryształu, polikryształu i struktury amorficznej	K_Uo1
EK_05	student potrafi wykonywać badania doświadczalne oparte na dyfrakcji elektronów i obrazach HRTEM oraz analizować ich wyniki	K_Uo2
EK_06	student potrafi obliczyć odległości międzypłaszczyznowe wykorzystując transformatę Fouriera (FFT) z obrazów HRTEM (dla powłok polikrystalicznych), pozwalające na identyfikację materiału	K_Uo4
EK_07	student potrafi przygotować sprawozdanie z otrzymanych badań i sformułować wnioski z nich wynikające	K_Uo6
EK_08	student jest gotów do zasięgania opinii ekspertów, specjalistów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	K_Ko1

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Podstawy krystalografii. Płaszczyzny i kierunki krystalograficzne.
Struktura krystaliczna. Wady budowy krystalicznej.
Podstawy dyfrakcji elektronów. Prawo Wulfa-Braggów. Sieć odwrotna.

<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.

Obrazy HRTEM. Szybka transformata Fouriera obrazu HRTEM
Dyfrakcja elektronów dla monokryształów
Dyfrakcja elektronów dla polikryształów
Dyfrakcja elektronów SAED

#### A. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
Omówienie budowy i zasady działania mikroskopu TEM. Techniki obrazowania.
Otrzymywanie obrazów dyfrakcyjnych za pomocą mikroskopu FEI Tecnay Osiris
Obraz dyfrakcyjny SAED monokryształu (krzemu).
Obraz dyfrakcyjny SAED polikryształu (powłoki TiO <sub>2</sub> :Ag).
Obraz dyfrakcyjny struktury amorficznej (szkła boro-krzemowego).
Otrzymywanie obrazu HRTEM nanocząstek
Szybka transformata Fouriera obrazu HRTEM nanocząstek

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną.

Ćwiczenia lab.: 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	KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE	W., ĆW. LAB.
EK_02	KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE	W., ĆW. LAB.
EK_03	KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE	W., ĆW. LAB.
EK_04	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, SPRAWOZDANIE	ĆW. LAB.
EK_05	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, SPRAWOZDANIE	ĆW. LAB.
EK_06	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, SPRAWOZDANIE	ĆW. LAB.
EK_07	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, SPRAWOZDANIE	ĆW. LAB.
EK_08	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	ĆW. LAB.

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie wykładu odbędzie się na podstawie obecności studenta na wykładach oraz kolokwium po przeprowadzonych wykładach.

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

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się. Weryfikacja osiąganych efektów uczenia się kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów uczenia się z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się będzie poprzez sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Weryfikacja efektów uczenia się zajęć bez udziału nauczycieli odbywać się będzie na podstawie oceny z przygotowania studenta do ćwiczeń laboratoryjnych. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Skala punktacji:

51-60% - dostateczny,

61-70% - dostateczny plus

71-80% - dobry,

81-90% - dobry plus,

91-100% - bardzo dobry.

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

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	3
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	17
SUMA GODZIN	50
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>2</b>

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

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	nd
zasady i formy odbywania praktyk	nd

## 7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

- Adamiak S., Bochnowski W., Dziejczak A., Podstawy nauki o materiałach – laboratorium, Wyd. UR, Rzeszów 2013.
- Dziejczak 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.
- Kopaczyńska M., Mikroskopia siła atomowych (AFM) – biomedyczne zastosowanie pomiarów

w nanoskali, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.

3. Barbacki A., Mikroskopia elektronowa, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007.
4. Pluta M., Mikroskopia optyczna, PWN, Warszawa 1982.
5. <http://www.multiscan.com.pl>.
6. Tadeusiewicz R., Korohoda P., Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Wyd. Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków 1997 (plik pdf dostępny w sieci).
7. Litwin J., Gajda M., Podstawy technik mikroskopowych, Wydawnictwo UJ, Kraków 2011
8. Kurczyńska EU., Borowska-Wykręt D., Mikroskopia świetlna w badaniach komórki roślinnej, PWN Warszawa 2007
9. Adamczyk J., Metaloznawstwo teoretyczne. Cz. 1. Struktura metali i stopów, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.

#### Literatura uzupełniająca:

1. Egerton R.F., Physical Principles of Electron Microscopy, An Introduction to TEM, SEM and AFM, Springer, 2005.
2. Williams D.B., Carter C.B., Transmission Electron Microscopy: A Textbook for Materials Science, Springer, 2009.
3. Ayache J., Beaunier L., Boumendil J., Ehret G., Laub D., Sample Preparation Handbook for Transmission Electron Microscopy; Methodology, Springer, 2010.
4. Echin P., Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis, Springer, 2009.
5. Giannuzzi L.A., Stevie F.A. (Ed.), Introduction to Focused Ion Beams; Instrumentation, Theory, Techniques and Practice, Springer, 2005.
6. Larson, J., Understanding optical and digital resolution. Technical bulletin, NIKON Science and technologies Group, Melville.6pp., 1999.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej