

**SYLABUS**

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2021/22-2024/25

(skrajne daty)

Rok akademicki 2023/24

**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 zasięgnięcia 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 podstawowe pojęcia, twierdzenia z zakresu fizyki wykorzystywane w dyfrakcji elektronów	K_Wo6
EK_03	student zna 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 bardzo proste 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 zasięgnięcia opinii ekspertów, specjalistów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu	K_Ko1

<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.

### 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.
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 OSIĄgniĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe wynikające 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
<b>SUMA GODZIN</b>	<b>50</b>
<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:

1. Adamiak S., Bochnowski W., Dziedzic A., Podstawy nauki o materiałach – laboratorium, Wyd. UR, Rzeszów 2013.
1. 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.
2. 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