

**SYLABUS**  
**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2022/23 – 2025/26**  
*(skrajne daty)*  
 Rok akademicki 2023/24

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Mikroskopia w medycynie</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 II, semestr 4
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordinator	<b>dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR</b>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Andrzej Dziedzic, prof. UR

\* - 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
4	30			30					5

**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

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

C1	nabycie przez studenta wiedzy z zakresu zjawisk fizycznych wykorzystywanych w mikroskopii optycznej i elektronowej oraz w zakresie budowy i zasady działania mikroskopów optycznych i elektronowych
C2	nabycie przez studenta umiejętności planowania i wykonywania prostych badań doświadczalnych lub obserwacji z wykorzystaniem mikroskopu optycznego, elektronowego i sił atomowych i rozwiązywania problemów z zakresu treści przedmiotu
C3	uzyskanie przez studenta kompetencji praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności

#### 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 i rozumie podstawowe twierdzenia i prawa z zakresu fizyki wykorzystywane w mikroskopii optycznej i elektronowej	K_Wo2
EK_02	student zna i rozumie typowe zjawiska z zakresu zastosowań fizyki w medycynie niezbędne do zrozumienia zasady działania oraz obsługi mikroskopów optycznych, elektronowych i sił atomowych	K_Wo4
EK_03	student zna i rozumie podstawowe aspekty budowy i działania mikroskopów optycznych, elektronowych i sił atomowych	K_Wo7
EK_04	student potrafi utworzyć opracowanie przedstawiające określony problem z zakresu mikroskopii i sposoby jego rozwiązania	K_Uo5
EK_05	student potrafi planować i wykonywać proste badania mikroskopowe oraz interpretować otrzymane wyniki i formułować na tej podstawie wnioski	K_Uo6
EK_06	student potrafi w sposób przystępny przedstawić podstawowe fakty w ramach zastosowań mikroskopii w medycynie	K_U10
EK_07	student posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych, dotyczących zagadnień szczegółowych z mikroskopii	K_U11
EK_08	student potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role oraz planować i organizować pracę indywidualną oraz w zespole	K_U14
EK_09	student jest gotów do rozumienia społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności	K_Ko3

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Podstawowe przekształcenia i pomiary wykorzystywane w analizie obrazów mikroskopowych
Możliwości i ograniczenia technik mikroskopowych stosowanych w medycynie: mikroskopia optyczna (LM), mikroskopia elektronowa skaningowa (SEM), mikroskopia elektronowa transmisyjna (TEM),

<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.

mikroskopia jonowa (FIB), mikroskopia sił atomowych (AFM) - porównanie metod badawczych
Mikroskopia optyczna - budowa i zasada działania mikroskopów optycznych. Techniki obrazowania LM: pole jasne, pole ciemne, kontrast Nomarskiego
Oddziaływanie światła z tkanką. Zastosowanie mikroskopów optycznych w medycynie
Oddziaływanie elektronów z materią
Mikroskopia skaningowa - budowa i zasada działania mikroskopu elektronowego skaningowego (SEM)
Techniki obrazowania stosowane w mikroskopii skaningowej SEM - obrazowanie preparatu w trybie elektronów wtórnych (SE) oraz wstecznie rozproszonych (BSE)
Zastosowanie mikroskopii skaningowej w medycynie
Mikroskopia transmisyjna - budowa i zasada działania mikroskopu elektronowego transmisyjnego (TEM). Tryby pracy TEM i STEM
Techniki obrazowania stosowane w mikroskopii transmisyjnej: kontrast rozproszeniowy, kontrast dyfrakcyjny (pole jasne, ciemne) i kontrast fazowy
Spektroskopia charakterystycznego promieniowania X (EDX)
Analiza punktowa, liniowa i powierzchniowa składu chemicznego z wykorzystaniem mikroanalizatora EDX
Zastosowanie mikroskopii transmisyjnej w medycynie
Przygotowanie preparatów z wykorzystaniem wiązki jonowej (FIB) do badań w mikroskopie transmisyjnym (TEM)
Mikroskopia sił atomowych (AFM) - budowa i zasada działania systemu. Zastosowanie w medycynie do analizy topografii powierzchni preparatów

## B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne
Przekształcenia wykorzystywane w analizie obrazów mikroskopowych (LM, SEM, TEM) z wykorzystaniem systemu analizy obrazu Multiscan
Wyznaczanie udziałów objętościowych, wielkości obiektów z obrazów mikroskopowych z wykorzystaniem systemu analizy obrazu Multiscan
Badania metalograficzne zęba w mikroskopie optycznym stereoskopowym - Nikon C-PS oraz metalograficznym - Nikon MA200 (w jasnym, ciemnym polu widzenia oraz w kontraście Nomarskiego)
Przeogotowanie preparatu nieprzewodzącego z wykorzystaniem napyłarki wysokorozdzielczej do badań w mikroskopie SEM
Badanie preparatów w mikroskopie SEM (FEI Quanta 3D 200i) z wykorzystaniem detektora SE i BSE do pracy w wysokiej i niskiej próżni
Badanie metalograficzne kości w mikroskopie SEM
Analiza składu chemicznego materiałów stosowanych na implanty z wykorzystaniem mikroanalizatora EDS mikroskopu SEM
Modyfikacja powierzchni próbek wiązką jonów w mikroskopie jonowym (FIB)
Przygotowanie preparatów z wykorzystaniem wiązki jonowej (FIB) do badania w mikroskopie transmisyjnym (TEM)
Badania metalograficzne preparatów w mikroskopie TEM (FEI Osiris) z zastosowaniem różnych technik obrazowania
Analiza składu chemicznego powłok stosowanych na implanty z wykorzystaniem mikroanalizatora EDS mikroskopu TEM
Analiza struktury geometrycznej preparatów z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych (AFM)
Wyznaczania własności elastycznych preparatów (modułu Younga $E_{IT}$ )

### 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	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, EGZAMIN, KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE	W., ĆW. LAB.
EK_02	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, EGZAMIN, KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE	W., ĆW. LAB.
EK_03	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, SPRAWOZDANIE	ĆW. LAB.
EK_04	SPRAWOZDANIE	ĆW. LAB.
EK_05	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ, EGZAMIN, KOLOKWIMUM, SPRAWOZDANIE	W., ĆW. LAB.
EK_06	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	ĆW. LAB.
EK_07	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	W., ĆW. LAB.
EK_08	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	ĆW. LAB.
EK_09	OBSERWACJA W TRAKCIE ZAJĘĆ	ĆW. LAB.

##### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

<p>Sposób zaliczenia wykładu – egzamin;</p> <p>Sposób zaliczenia ćwiczeń – zaliczenie z oceną;</p> <p>Forma zaliczenia wykładu – egzamin pisemny: pięć pytań otwartych;</p> <p>Forma zaliczenia ćwiczeń – zaliczenie z oceną.</p> <p>Ustalenie oceny zaliczeniowej na podstawie średniej ocen częściowych z kolokwium, aktywności na zajęciach laboratoryjnych oraz sprawozdań.</p> <p>Zaliczenie przedmiotu odbywać się będzie poprzez egzamin, kolokwium, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Potwierdzi ona 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.</p> <p><b>Wykład</b> – egzamin. Suma punktów uzyskanych z pisemnych odpowiedzi na poszczególne pytania egzaminacyjne:</p> <p>dst - (51 - 60)% pkt.,          +dst - (61 - 70)% pkt.,          dobry (71 - 80)% pkt.,          +dobry (81 - 90)% pkt.,          bardzo dobry (91 - 100)% pkt.</p> <p><b>Ćwiczenia lab.</b></p> <p>– punkty uzyskane z kolokwium z poszczególnych treści objętych programem przedmiotu:</p> <p>dst - (51 - 60)% pkt.,</p>
--

+dst - (61 - 70)% pkt., dobry (71 - 80)% pkt., +dobry (81 - 90)% pkt., bardzo dobry (91 - 100)% pkt.
– punkty uzyskane za opracowane sprawozdanie oraz aktywność na zajęciach laboratoryjnych: dst - (51 - 60)% pkt., +dst - (61 - 70)% pkt., dobry (71 - 80)% pkt., +dobry (81 - 90)% pkt., bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

## 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	wykład: 30 ćwiczenia lab.: 30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	60
SUMA GODZIN	125
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>5</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. 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. <a href="http://www.multiscan.com.pl">http://www.multiscan.com.pl</a> . 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