

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

(skrajne daty)

Rok akademicki 2021/2022

**1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE**

Nazwa przedmiotu	<b>Rentgenowskie metody analizy</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	II rok, 4 semestr
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, prof. UR dr inż. Ewa Bobko

\* -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
4	15			30					3

**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 – zaliczenie bez oceny  
Laboratorium – zaliczenie z oceną

**2. WYMAGANIA WSTĘPNE**

Podstawowe wiadomości z fizyki, o budowie materii wyniesione ze szkoły ponadgimnazjalnej i zdobyte na I roku studiów.
---

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

#### 3.1 Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z metodami badań rentgenografii strukturalnej oraz rentgenowskimi metodami analizy fazowej ilościowej i jakościowej
C2	Wyposażenie studentów w praktyczne umiejętności pomiarów parametrów strukturalnych materiałów krystalicznych.
C3	Wyposażenie studentów w praktyczne umiejętności identyfikacji faz oraz pomiaru składu chemicznego.

#### 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	rozumie i potrafi wymienić metody pomiaru własności strukturalnych, składu fazowego, składu chemicznego substancji monokrystalicznych, polikrystalicznych oraz proszkowych; zna cykl życia substancji mono, polikrystalicznych oraz proszkowych; zna aparaturę badawczą oraz służącą takim pomiarom	K_W09 K_W10
EK_02	potrafi zmierzyć parametry strukturalne, oraz skład chemiczny dobierając odpowiednią metodę do rodzaju badanego materiału przy zachowaniu przepisów BHP; potrafi wykorzystać standardy do analizy wybranego rodzaju dyfraktogramu oraz porównać go z wzorcem.	K_U05 K_U07
EK_03	rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności w zgodzie ze zmianami zachodzących w technice pomiarowej i technologii wytwarzania materiałów; potrafi pracować zespołowo; rozumie odpowiedzialność za działania własne i działania innych osób	K_K01 K_U15

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne:
PROMIENIOWANIE RENTGENOWSKIE: Metody otrzymywania promieni X, budowa lampy rentgenowskiej, widmo ciągłe promieni X, promieniowanie charakterystyczne, oddziaływanie promieni X z materiałą; Promieniowanie synchrotronowe jako źródło promieni X, układy elektryczne, elektroniczne i zabezpieczające; Detektory promieniowania X

<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.

BHP PRZY PRACY Z PROMIENIOWANIEM RENTGENOWSKIM: Wpływ promieni X na organizmy żywe, sposoby zabezpieczeń przed szkodliwym działaniem promieni X, dopuszczalne dawki promieniowania i ich pomiar; Skutki oddziaływania na komórki w zależności od energii promieni X, Zastosowanie promieni X w medycynie, odprawach celnych, kryminalistyce
BUDOWA KRYSTALICZNA CIAŁ STAŁYCH: budowa atomu i rodzaje wiązań międzyatomowych, ciała stałe o budowie krystalicznej i ich własności, sieć krystaliczna kryształów rzeczywistych, komórka elementarna i wektory translacji, sieci Bravais'go
KIERUNKI I PŁASZCZYZNY W KRYSZTAŁACH I WSKAŹNIKI MILLERA: Pojęcie prostej atomowej, pojęcie płaszczyzny atomowej, wyznaczanie wskaźników Millera dla prostych sieciowych – przykłady, wyznaczanie wskaźników Millera dla płaszczyzn sieciowych – przykłady, rodzina płaszczyzn i odległość międzypłaszczyznowa, symetria kryształów a równoważność prostych i płaszczyzn sieciowych
SIEĆ ODWROTNA: definicja sieci odwrotnej, warunki prostopadłości dla wektorów sieci odwrotnej, konstrukcja sieci odwrotnej do sieci rzeczywistej na przykładzie sieci prostej centrowanej ściennie oraz sieci prostej centrowanej przestrzennie, interpretacja równania Bragga za pomocą sfery Ewalda
DYFRAKCJA RENTGENOWSKA NA KRYSZTAŁACH: Zjawisko dyfrakcji i interferencji fal, odbicie promieni, rentgenowskich od płaszczyzn atomowych, atomy kryształu jak centra rozpraszania promieni rentgenowskich, intensywność refleksów dyfrakcyjnych – atomowy czynnik rozpraszania i czynnik strukturalny
PRAWO BRAGGA: Warunek interferencji w ujęciu Bragga, równanie Lauego, równoważność ujęcia Bragga i Lauego, geometria dyfrakcji a sieć odwrotna
DOŚWIADCZALNE METODY DYFRAKCYJNE: Metody badań monokryształów: metoda Lauego, metoda Bragga, metoda obracanego kryształu, dyfraktometr monokrystaliczny, metody badań polikryształów: metoda DSH, metody z ogniskowaniem promieniowania, badanie polikryształów za pomocą dyfraktometru polikrystalicznego
ANALIZA KRYSTALOGRAFICZNA I FAZOWA DYFRAKTOGRAMÓW: Wyznaczanie orientacji kryształu, wskaźnikowanie refleksów dyfrakcyjnych, pomiar stałych sieciowych, rentgenowska analiza fazowa, identyfikacja substancji, pomiar wielkości kryształitów, wyznaczanie położenia atomów w komórce elementarnej
MIKROANALIZA RENTGENOWSKA: Metody analizy składu chemicznego substancji, mechanizmy wzbudzenia promieniowania rentgenowskiego, widmo charakterystyczne promieniowania X a prawo Moseleya, spektrometr EDX/ EDS i WDS - zalety i wady metod
FLUORESCENCJA RENTGENOWSKA: Mechanizm fizyczny powstawania charakterystycznego rentgenowskiego promieniowania fluorescencyjnego, budowa spektrometru XRF, metoda z dyspersją energii i dyspersją długości fali, wyznaczanie składu chemicznego metodą XRF, Inne odmiany metody XRF: PIXE, mikrofluorescencja rentgenowska (XRMF)

#### B. Problematyka ćwiczeń laboratoryjnych

Treści merytoryczne:

Wyznaczenie parametrów sieci metodą Debye'a – Scherrera – Hulla (DSH)

Identyfikacja substancji na podstawie danych o odległościach międzypłaszczyznowych
Określanie struktury kryształu na podstawie dyfraktogramu proszkowego
Dyfrakcja promieni X na kryształach KBr

### 3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną

Laboratoria - wykonywanie doświadczeń 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	sprawozdania, obserwacja w trakcie zajęć, kolokwium ustne	W., Lab.
EK_02	sprawozdania, obserwacja w trakcie zajęć,	W., Lab.
EK_03	obserwacja w trakcie zajęć,	Lab.

### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Wykład – zaliczenie na podstawie obecności i kolokwium zaliczeniowego.

Laboratoria – zaliczenie 4 ćwiczeń laboratoryjnych.

Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie obecności na wykładach, dopuszczalna jedna nieobecność.

Ocena końcowa z ćwiczeń laboratoryjnych jest średnią arytmetyczną pozytywnie zaliczonych wszystkich ćwiczeń oraz pozytywnych odpowiedzi podczas kolokwium ustnego z zagadnień prezentowanych na wykładzie. Ocena ćwiczeń będzie polegać na ocenie sprawozdań z wykonania ćwiczenia zawierających: odpowiednie treści w części teoretycznej, obliczenia wskazane w instrukcji, poprawnie przeprowadzony rachunek/dyskusja błędów oraz konstruktywnie sformułowane wnioski.

Zaliczenie laboratoriów następuje na podstawie zaliczenia wszystkich efektów uczenia się w trakcie laboratoriów w oparciu o sprawozdania (lub przy braku zaliczenia w terminie w kolokwium zaliczeniowym).

Zaliczenie przedmiotu następuje po zaliczeniu wykładów i laboratoriów.

Student otrzymuje ocenę niedostateczny gdy co najmniej jeden z efektów kształcenia nie został osiągnięty; Student otrzymuje ocenę dostateczny gdy zaliczył laboratoria, a każdy z weryfikowanych efektów został osiągnięty na poziomie co najmniej 3.0;

Student otrzymuje ocenę dobry gdy zaliczył laboratoria, a średnia zaliczenia każdego z weryfikowanych efektów wyniesie co najmniej 3.75. Student otrzymuje ocenę bardzo dobry

gdy zaliczył laboratoria, a średnia ocena z zaliczenia każdego z weryfikowanych efektów wyniosła co najmniej 4.75.

## 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)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	28
SUMA GODZIN	78
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>3</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. Z. Bojarski, Krystalografia : podręcznik wspomagany komputerowo (Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1996).
2. J. Chojnacki, Metalografia strukturalna. (Wydawnictw „Śląsk”, Katowice, 1966).
3. Z. Bojarski i E. Łągiewka, Rentgenowska analiza strukturalna (Państwowe Wydaw. Naukowe, Warszawa, 1988).
4. Z. Kosturkiewicz, Metody krystalografii (Wydaw. Naukowe UAM, Poznań, 2004).
5. J. Jeleńkowski i K. Wesołowski, Ćwiczenia z rentgenowskiej analizy strukturalnej (PWN, Warszawa, 1971).

Literatura uzupełniająca:

1. Z. Bojarski i E. Łągiewka, Materiały do ćwiczeń z rentgenowskiej analizy strukturalnej (Uniwersytet Śląski, Katowice, 1988).
2. Oleś, Metody doświadczalne fizyki ciała stałego (Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1998).
3. P. Hönicke Experimental verification of the individual energy dependencies of the partial L-shell photoionization cross sections of Pd

and Mo", Physical Review Letters, 2014, 113, 163001-163005.  
doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.163001

4. Mikroskopy fluorescencyjne, broszura systemów firmy BRUKER,  
aplikacje i badania, <https://www.bruker.com/en/products-and-solutions/fluorescence-microscopy.html>

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej