

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2024-2028
(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Rentgenowskie metody analizy
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Inżynieria materiałowa
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	II rok, semestr 4
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	Dr hab. Małgorzata Pociask-Biały
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr hab. Małgorzata Pociask-Biały, 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			15				15 (projekt)	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

Zajęcia projektowe- 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

C ₁	Zapoznanie studentów z metodami badań rentgenografii strukturalnej oraz rentgenowskimi metodami analizy fazowej ilościowej i jakościowej
C ₂	Wyposażenie studentów w praktyczne umiejętności pomiarów parametrów strukturalnych materiałów krystalicznych.
C ₃	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:	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	Student zna i rozumie wybrane zagadnienia z zakresu budowy materiałów monokrystalicznych i polikrystalicznych, zna rozwiązania stosowane w technologii, w wytwarzaniu nowoczesnych materiałów oraz w zakresie metodyki prowadzenia badań struktury materiałów oraz określania (wyznaczania i interpretowania) ich własności fizycznych	K_Wo4
EK_02	Student posiada umiejętność identyfikacji i zastosowania różnorodnych metod pomiaru własności strukturalnych, składu fazowego oraz składu chemicznego substancji monokrystalicznych, polikrystalicznych i proszkowych; Student jest świadomy cyklu życia komponentów aparatury i urządzeń wykonanych z materiałów monokrystalicznych, polikrystalicznych, co pozwala mu na pełne zrozumienie procesów badawczych; Student potrafi obsługiwać specjalistyczną aparaturę badawczą służącą do przeprowadzania precyzyjnych pomiarów rentgenowskich, co umożliwia mu skuteczne prowadzenie analiz strukturalnych i chemicznych substancji.	K_Wo9 K_W10
EK_03	Student potrafi zaplanować pomiar oraz zmierzyć parametry strukturalne oraz skład chemiczny dobierając odpowiednią	K_Uo5

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

	metodę do rodzaju badanego materiału przy zachowaniu przepisów BHP; potrafi wykorzystać standardy do analizy wybranego rodzaju dyfraktogramu oraz porównać go z wzorcem.	K_U07
EK_04	Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kwalifikacji, rozumie konieczność wzbogacania swojej wiedzy i umiejętności w zgodzie ze zmianami zachodzącymi 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, procesy zachodzące na anodzie, widmo ciągłe promieni X, promieniowanie charakterystyczne, oddziaływanie promieni X z materią, Promieniowanie synchrotronowe jako źródło promieni X, detektory promieniowania X, Układy elektryczne, elektroniczne i zabezpieczające.
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.
BUDOWA KRystaliczna ciał stałych: Budowa atomu i rodzaje wiązań międzyatomowych, ciała stałe o budowie krystalicznej i ich własności, kryształy rzeczywiste a sieć krystaliczna, 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 prostokątowości dla wektorów sieci odwrotnej, warunek sprzężenia wymiarowego sieci odwrotnej i sieci krystalicznej, konstrukcja sieci odwrotnej do sieci rzeczywistej, interpretacja równania Bragga za pomocą sfery Ewalda
DYFRAKCJA RENTGENOWSKA NA KRYSZTAŁACH: Zjawisko dyfrakcji i interferencji dla fal, odbicie promieni rentgenowskich od płaszczyzn atomowych, atomy kryształu jako centra rozpraszania promieni rentgenowskich, intensywność refleksów dyfrakcyjnych – atomowy czynnik rozpraszania i czynnik struktury
PRAWO BRAGGA: warunek interferencji w ujęciu Bragga, równanie Lauego, równoważność ujęcia Bragga i Lauego, geometria dyfrakcji a sieć odwrotna, systematyczne reguły wygaszeń
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: Analiza składu chemicznego substancji –porównanie metod, mechanizmy wzbudzania promieniowania rentgenowskiego, widmo charakterystyczne promieniowania X a prawo Moseleya, spektrometr EDX/ EDS i WDS, zalety i wady obu metod. Rozwiązania do analiz rentgenowskich: 60 lat badań XRD w ANTON PAAR, rok 2024 rokiem jubileuszu.
FLUORESCENCJA RENTGENOWSKA: Mechanizm fizyczny powstawania charakterystycznego rentgenowskiego promieniowania fluorescencyjnego, budowa spektrometru XRF, metoda z dyspersją energii i dyspersją długości fali, Inne odmiany metody XRF: PIXE, mikrofluorescencja rentgenowska wyznaczanie składu chemicznego metodą XRF (XRMF)

B. Problematyka laboratoriów

Treści merytoryczne
Zapoznanie się z zasadami BHP obowiązującymi podczas pomiarów metodą dyfrakcji rentgenowskiej
Elementy krytalografii. Wskaźnikowanie, analiza jakościowa i ilościowa materiałów w dyfrakcji rentgenowskiej
Metoda pomiaru dyfrakcji rentgenowskiej za pomocą wysokorozdzielczego dyfraktometru rentgenowskiego. Pomiar stałych sieciowych warstw epitaksjalnych
Identyfikacja substancji na podstawie danych o odległościach międzypłaszczyznowych

C. Problematyka zajęć projektowych

Treści merytoryczne
Analiza porównawcza mierzonych dyfraktogramów z bazami danych dyfrakcyjnych
Analiza warstw epitaksjalnych (homo- i hetero-epitaksjalnych)
Analiza struktur periodycznych metodą dyfrakcji rentgenowskiej
Wstęp do pomiarów i analizy map sieci odwrotnej

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną

Laboratorium: wykonywanie doświadczeń

Zajęcia projektowe: wykonywanie projektów

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, zaj. lab., zaj. projektowe ...)
EK_01	kolokwium, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć,	W., Lab., zaj. proj.
EK_02	kolokwium, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć,	W., Lab., zaj. proj.
EK_03	projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć	W., Lab., zaj. proj.
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć	Lab., zaj. proj.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Wykład – zaliczenie na podstawie obecności i kolokwium zaliczeniowego.

Ćwiczenia laboratoryjne – zaliczenie 4 ćwiczeń laboratoryjnych.

Projekt - zaliczenie 2 projektów

1. Zaliczenie wykładu odbywa się na podstawie obecności na wykładach (dopuszczalna jedna nieobecność) i zaliczenia kolokwium końcowego.
2. 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.
3. Ocena końcowa z projektów jest średnią arytmetyczną z dwóch wykonanych i pozytywnie zaliczonych projektów.
4. Zaliczenie laboratoriów następuje na podstawie zaliczenia wszystkich efektów uczenia się w trakcie laboratoriów w oparciu o sprawozdania z czterech ćwiczeń (lub przy braku zaliczenia w terminie w kolokwium zaliczeniowym).
5. Zaliczenie projektów następuje na podstawie zaliczenia wszystkich efektów uczenia się w trakcie przygotowywania dwóch projektów w oparciu o wykonane projekty.
6. Zaliczenie przedmiotu następuje po zaliczeniu wykładów, laboratoriów i projektów.
7. Student otrzymuje ocenę niedostateczny gdy co najmniej jeden z efektów uczenia się nie został osiągnięty; Student otrzymuje ocenę dostateczny gdy zaliczył laboratoria/projekty, a każdy z weryfikowanych efektów został osiągnięty na poziomie co najmniej 3,0;
8. Student otrzymuje ocenę dobry gdy zaliczył laboratoria/projekty, a średnia zaliczenia każdego z weryfikowanych efektów wyniesie co najmniej 3,75. Student otrzymuje ocenę bardzo dobry gdy zaliczył laboratoria/projekty, 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 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
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

* 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). 6. B.D Cullity, Elements of x-ray diffraction, third edition, Pearson Education Limited 2014 (udostępnia prowadzący) 7. M. Ermrich, D. Oppel, Xrd for the analyst, Panalytical GMBH, 2011 (udostępnia prowadzący)
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