

SYLABUS
DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2023-2027
(skrajne daty)
Rok akademicki 2024/2025

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Rentgenowskie metody analizy
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, 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 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_Wo9 K_W10
EK_03	Student potrafi zaplanować pomiar oraz 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_Uo5 K_Uo7
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_Ko1 K_U15

¹ 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
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. 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 prostopadłości 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 jak 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, geometrii 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 krystalografii. 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. Oppen, 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