**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowane metody badań materiałów

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Elżbieta Jezierska, profesor uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inzynieria Chemiczna i Procesowa

**Grupa przedmiotów:**

obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

1070-ICIPN-MSP-105

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów 30
2. Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów etc. 4
3. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych etc. 10
4. Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia etc. 16
Sumaryczny nakład pracy studenta 60

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

-

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

-

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

1. Znajomość zagadnień z fizyki ciała stałego i krystalografii
2. Rekomendacja udziału studentów w równolegle prowadzonym wykładzie Krystalografia Stosowana ze względu na lepsze zrozumienie pojęć sieci odwrotnej i metod dyfrakcyjnych oraz czynnika strukturalnego i krystalografii przemian fazowych.
3. Studenci mogą rejestrować obraz i dźwięk podczas zajęć bez prawa rozpowszechniania nagrań.

**Limit liczby studentów:**

-

**Cel przedmiotu:**

1. Przekazanie studentom aktualnej wiedzy w zakresie zaawansowanych metod badania materiałów, możliwości i ograniczeń różnych metod badawczych opartych na wykorzystaniu specjalistycznej aparatury do badań strukturalnych.
2. Zapoznanie studentów z procedurami metod identyfikacji fazowej, zasadami obowiązującymi w badaniach strukturalnych w zakresie rzetelności i wiarygodności wyników badań i opracowania ekspertyz oraz szkodliwości stosowanego promieniowania.
3. Zaznajomienie studentów z konwencjonalnymi i nowoczesnymi metodami badań materiałów oraz tendencjami obserwowanymi w rozwoju poszczególnych technik eksperymentalnych.

**Treści kształcenia:**

Wykład
1. Metody mikroskopowe, dyfrakcyjne i spektroskopowe badania materiałów.
2. Porównanie możliwości mikroskopii optycznej, skaningowej i transmisyjnej mikroskopii elektronowej do wybranych zastosowań.
3. Zastosowanie sieci odwrotnej i konstrukcji sfery Ewalda w metodach dyfrakcyjnych.
4. Dyfrakcja rentgenowska a dyfrakcja elektronów (prawo Bragga, geometryczny warunek dyfrakcji). Porównanie dyfrakcji promieni rentgenowskich, dyfrakcji elektronów i neutronów.
5. Identyfikacja fazowa metodami dyfrakcji rentgenowskiej i dyfrakcji elektronów. Procedura, wyznaczanie stałej kamery TEM
6. SEM- zdolność rozdzielcza, głębia ostrości, powiększenia, EBSD, mapy orientacji. Mikrosonda elektronowa – Mikroanalizator rentgenowski, Spektrometr energodyspersyjny EDS, Spektrometr faloworozdzielczy WDS, mapy rozmieszczenia pierwiastków.
7. Techniki TEM (jasne pole, ciemne pole, słaba wiązka, HRTEM, dyfrakcja elektronów, wielokrotne ciemne pole, zbieżna wiązka elektronów CBED, LACBED). Wysokorozdzielcza transmisyjna mikroskopia elektronowa.
8. Badanie stopnia krystaliczności (monokryształy, polikryształy, materiały nanokrystaliczne, materiały amorficzne). Badania strukturalne materiałów nanokrystalicznych.
9. Badanie koherentnych wydzieleń, bliźniaków, dyslokacji, kontrast dyfrakcyjny TEM, kontrast rozproszeniowy, kontrast fazowy, rozpoznawanie defektów
10. Mikroskop sił atomowych, skaningowy mikroskop tunelowy.
11. Spektroskopia Mössbauera – zastosowanie w badaniach strukturalnych materiałów magnetycznych
12. Mikroskop świetlny z kontrastem Nomarskiego. Badanie materiałów magnetycznych, mikroskopia Lorentza (LTEM)
13. adanie orientacji kryształu, badanie symetrii, badanie tekstury- dyfrakcja elektronów
14. Badania przemiany uporządkowania w stopach. Refleksy nadstrukturalne. Wykorzystanie czynnika strukturalnego do badania przemian strukturalnych.
15. Zastosowanie metod mikroskopowych, dyfrakcyjnych i spektroskopowych do zaawansowanych badań strukturalnych.

**Metody oceny:**

1.egzamin pisemny
2. dyskusja

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. S. Jaźwiński, Instrumentalne metody badań materiałów, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1988.
2. Z. Bojarski, H. Habla, M. Surowiec, Materiały do nauki krystalografii, PWN, Warszawa 1986.
3. Z. Bojarski, H. Habla, M. Surowiec, K. Stróż, Krystalografia, PWN, Warszawa 1996.
4. L.A. Dobrzański, E. Hajduczek, Mikroskopia świetlna i elektronowa, PWN, Warszawa 1987.
5. L.A. Dobrzański, R. Nowosielski, Badania własności fizycznych, WNT, Warszawa 1987 (Metody badań metali i stopów)
6. Z. Bojarski, E. Łągiewka, Rentgenowska analiza strukturalna, PWN, Warszawa 1988
7. P. Wilkes, Fizyka ciała stałego dla metaloznawców, PWN, Warszawa 1979.
8. M. Hetmańczyk, Postępy Nauki o Materiałach i Inżynierii Materiałowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
9. S. Dymek, A. Czyrska- Filemonowicz, Rozwój transmisyjnej mikroskopii elektronowej i jej zastosowanie w badaniach materiałów, Inżynieria Materiałowa, 2002.
10. A. Barbacki, Mikroskopia elektronowa, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003.
11. E. Jezierska, Kompleksowa charakterystyka strukturalna uporządkowanych faz międzymetalicznych – Politechnika Warszawska, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Prace Naukowe, Inżynieria Materiałowa, z. 26, Warszawa 2010.
12. K. Sikorski, Współczesna mikroanaliza rentgenowska, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016.

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Przedmiot jest realizowany w formie wykładu (30 godzin) w semestrze 1.
Obecność na wykładzie jest nieobowiązkowa, lecz z uwagi na oryginalność zakresu tematycznego i autorskie wyniki badań strukturalnych (HRTEM, LACBED) zalecana jest obecność.
Weryfikacja osiągnięcia efektów uczenia się następuje poprzez sprawdzian pisemny – 2 terminy w sesji letniej.
Sprawdzian pisemny obejmuje 5 pytań: 2 pytania na bierne odtworzenie wiedzy (np. opis wybranej metody), 2 pytania na zastosowanie wiedzy w sytuacji typowej (np. porównanie metod) oraz 1 pytanie na zastosowanie wiedzy w sytuacji nietypowej (skojarzenie różnych aspektów do rozwiązania problemu). Przykładowe pytania zaliczeniowe podawane są w trakcie wykładów.
Oceny ze sprawdzianów podawane są w wirtualnym dziekanacie.
Ocena końcowa z przedmiotu Zaawansowane Metody Badań Materiałów jest oceną z egzaminu.
W przypadku poprawiania oceny na kolejnym terminie, oceną końcową jest wyższa z tych ocen.

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Ma pogłębioną wiedzę w zakresie metod mikroskopowych, dyfrakcyjnych i spektroskopowych badania materiałów

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi analizować badania materiałów pod kątem jego możliwości i ograniczeń opartych na wykorzystaniu specjalistycznej aparatury do badań strukturalnych.

Weryfikacja:

egzamin pisemny

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U17, K2\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, III.P7S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka KS1:**

Ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane decyzje w zakresie szkodliwości różnych rodzajów promieniowania do badań strukturalnych.

Weryfikacja:

dyskusja

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KO, P6U\_K