**Nazwa przedmiotu:**

Transmisyjna mikroskopia elektronowa/ Transmission Electron Microscopy

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Elżbieta Jezierska, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Materiałowa

**Grupa przedmiotów:**

Obieralne

**Kod przedmiotu:**

TRMIEL

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

60 godz, w tym obecność na wykładach - 15 godz, udział w ćwiczeniach - 15 godz. oraz samodzielna praca studenta - 30 godz. (utrwalenie materiału wykładowego, przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego)

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

1

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 15h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Znajomość zagadnień z Metod Badania Materiałów i Krystalografii Stosowanej

**Limit liczby studentów:**

brak limitu

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z aktualnymi możliwościami transmisyjnych mikroskopów elektronowych do zaawansowanych badań strukturalnych.

**Treści kształcenia:**

Eksperyment rozproszeniowy na transmisyjnym mikroskopie elektronowym.
Techniki TEM (jasne pole, ciemne pole, słaba wiązka, HRTEM, dyfrakcja elektronów, wielokrotne ciemne pole, zbieżna wiązka elektronów CBED, LACBED.
Preparatyka próbek do badań TEM.
Dyfrakcja elektronów (prawo Bragga, geometryczny warunek dyfrakcji, sieć odwrotna, sfera Ewalda, efekty kształtu).
Metody badań strukturalnych na przykładzie materiałów nanokrystalicznych w TEM.
Spektrometr energodyspersyjny EDS. Badanie składu chemicznego cienkich folii w TEM.
Badanie stopnia krystaliczności (monokryształy, polikryształy, materiały nanokrystaliczne, materiały amorficzne).
Badanie koherentnych wydzieleń, bliźniaków, dyslokacji, kontrast dyfrakcyjny TEM, kontrast rozproszeniowy, kontrast fazowy.
Określanie natury defektów strukturalnych. Rozpoznawanie domen antyfazowych.
Badanie materiałów magnetycznych w TEM.
Wyznaczanie stałej kamery TEM, identyfikacja fazowa metodą TEM-procedura
Badanie orientacji kryształu, badanie symetrii, badanie tekstury- dyfrakcja elektronów
Badania TEM na przekrojach poprzecznych materiałów warstwowych.
Aktualne możliwości transmisyjnych mikroskopów elektronowych. Nowoczesne techniki badawcze.
Wysokorozdzielcza transmisyjna mikroskopia elektronowa HRTEM.

**Metody oceny:**

Kolokwium zaliczeniowe na zakończenie wykładu oraz ocena aktywności na zajęciach

**Egzamin:**

nie

**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.

**Witryna www przedmiotu:**

brak witryny

**Uwagi:**

Dobór materiałów ilustracyjnych i omawianych technik badawczych dostosowany do potrzeb studentów w zależności od tematyki prac dyplomowych. Wybrane zagadnienia demonstrowane za pomocą transmisyjnego mikroskopu elektronowego

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka TEM\_W1:**

Posiada wiedzę na temat zaawansowanych strukturalnych metod badania materiałów w transmisyjnej mikroskopii elektronowej

Weryfikacja:

Pozytywna ocena z kolokwium zaliczeniowego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W04, IM2\_W06, IM2\_W08, IM2\_W11

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

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka TEM\_U1:**

Potrafi dobrać odpowiednią metodę transmisyjnej mikroskopii elektronowej do charakterystyki różnych typów materiałów

Weryfikacja:

Pozytywna ocena z kolokwium zaliczeniowego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U21, IM2\_U01, IM2\_U10, IM2\_U13, IM2\_U18

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.2.o, III.P7S\_UW.4.o, III.P7S\_UW.3.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka TEM\_K1:**

Potrafi zainspirować innych do większego zaangażowania w zdobywaniu wiedzy

Weryfikacja:

Aktywność na wykładach, poruszanie intrygujących problemów oraz propagowanie nowych źródeł informacji

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK, I.P7S\_KO