

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Nanotechnologie i Nanomateriały

Profil: Praktyczny

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: NtiNm

Stopień studiów: I

Specjalności: Inżynieria nanostruktur

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Metody pomiarowe w nanotechnologii
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Characterization techniques for nanotechnology
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF NTINM pIS D5 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	5.00
SEMESTRY	6

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
6	30	15	30	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studenta z zaawansowanymi technikami pomiarowymi do charakteryzacji materiałów w nanoskali w celu określenia ich rozmiaru, mikrostruktury, składu chemicznego i topografii.

Cel 2 Omówienie podstaw fizycznych metod nanocharakteryzacji materiałów w celu pełnego zrozumienia zasady działania każdej z omawianych technik i ustalenia, która z nich jest najlepsza dla określonych potrzeb.

Cel 3 Przedstawienie przykładów zastosowania różnych metod nanocharakteryzacji materiałów.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak wymagań wstępnych

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna różne metody mikroskopowe stosowane do obrazowania obiektów w nanoskali. Zna i omawia podstawy fizyczne związane z tworzeniem obrazu w omawianych typach mikroskopów. Rozpoznaje i opisuje funkcję poszczególnych elementów budowy mikroskopu. Rozumie i wyjaśnia wady i zalety różnych technik mikroskopowych.

EK2 Wiedza Student zna różne techniki spektroskopowe do analizy strukturalnej nanomateriałów. Rozumie i wyjaśnia wady i zalety różnych metod spektroskopowych. Podaje zastosowanie wybranych metod w analizie nanomateriałów.

EK3 Wiedza Student zna metody analizy wielkości nanocząsteczek, rozumie i wyjaśnia ich podstawy teoretyczne.

EK4 Wiedza Student zna podstawy teoretyczne rentgenowskiej analizy strukturalnej. Podaje i omawia źródła promieniowania rentgenowskiego. Wyjaśnia zastosowanie różnych wariantów rentgenowskiej analizy strukturalnej w badaniach nanomateriałów.

EK5 Wiedza Student zna podstawy teoretyczne detekcji opartej na zjawisku powierzchniowego rezonansu plazmonowego. Rozumie i wyjaśnia zastosowanie techniki SPR.

EK6 Umiejętności Student potrafi wymienić i scharakteryzować podstawowe metody pomiarowe stosowane w nanotechnologii. Potrafi wybrać właściwą metodę do charakteryzacji materiałów w celu określenia ich rozmiarów, struktury, składu chemicznego i topografii.

EK7 Umiejętności Student potrafi w stopniu podstawowym samodzielnie zastosować wybraną metodę analizy nanomateriałów. Potrafi samodzielnie dokonać interpretacji otrzymanych wyników.

EK8 Kompetencje społeczne Student posiada umiejętność pracy w grupie realizującej odpowiednie zadanie i umie oszacować czas potrzebny na jego realizację.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Zapoznanie studenta z przygotowaniem materiału badawczego oraz metodologią pomiarów przeprowadzanych różnymi technikami nanocharakteryzacji.	5
C2	Opracowanie i wykonanie projektu badawczego z wykorzystaniem wybranej techniki pomiarowej.	10

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Wprowadzenie do skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Budowa mikroskopu SEM, źródła elektronów. Oddziaływanie wiązki elektronów z materią. Nowe rozwiązania technologiczne stosowane w celu charakteryzacji strukturalnej i morfologicznej nanomateriałów, w tym próbek mokrych. Przykłady zastosowania skaningowej mikroskopii elektronowej do nanofabrykacji i nanomanipulacji.	6
W2	Podstawy teoretyczne mikroskopii sił atomowych (AFM). Rozwój metody AFM na przestrzeni lat. Przedstawienie nowych technik bazujących na pomiarach AFM dostarczających dodatkowych informacji do obrazów topograficznych i umożliwiających badanie chemicznych i fizycznych właściwości materiałów. Różne aspekty związane z nanocharakteryzacją elektryczną przy użyciu mikroskopii sił elektrostatycznych (EFM) i mikroskopii skaningowego potencjału powierzchniowego (SSPM).	6
W3	Techniki spektroskopowe do charakteryzowania nanomateriałów. Omówienie podstaw teoretycznych spektroskopii w zakresie światła widzialnego i ultrafioletu (UV/VIS), spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni (IR), spektroskopii Ramana, powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana (SERS). Omówienie zastosowania wymienionych metod.	6
W4	Laserowy analizator wielkości cząstek. Teoretyczne aspekty techniki dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Charakteryzacja średnicy różnych nanocząsteczek zdyspergowanych w ośrodku dyspersyjnym.	3
W5	Podstawy teoretyczne rentgenowskiej analizy strukturalnej (XRD) oraz małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (SAXS). Źródła promieniowania rentgenowskiego. Identyfikacja fazowa materiałów proszkowych oraz oznaczenie parametrów sieci krystalicznej. Podstawowe pojęcia krystalografii. Zastosowanie metody SAXS do badania układów biologicznych. Omówienie różnych wariantów metody SAXS.	6
W6	Powierzchniowy rezonans plazmonowy (SPR). Podstawy teoretyczne detekcji opartej na zjawisku EPS. Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, współczynnik załamania światła. Propagacja plazmonów powierzchniowych na granicy faz metal-dielektryk. Zastosowania techniki SPR.	3

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Mikroskopia skaningowa w badaniach nanomateriałów.	6
L2	Badania spektroskopowe właściwości nanomateriałów.	6
L3	Rentgenowska analiza strukturalna nanomateriałów.	6
L4	Topografia powierzchni nanomateriałów przy użyciu mikroskopii sił atomowych AFM. Pomiar właściwości elektrycznych i magnetycznych.	6

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L5	Oznaczenie wielkości nanocząsteczek.	6

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Konsultacje

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	75
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	20
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	20
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	145
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

P2 Egzamin pisemny

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania

NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 3.0	Powyżej 55 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 3.5	Powyżej 64 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.0	Powyżej 73 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 4.5	Powyżej 82 % punktów możliwych do uzyskania
NA OCENĘ 5.0	Powyżej 91 % punktów możliwych do uzyskania

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W02 K1_W05 K1_W08	Cel 1	C1 C2 W1 W2 L1	N1 N3	F1 F2 P1 P2
EK2	K1_W02 K1_W04 K1_W05	Cel 1 Cel 2	C1 C2 W3 L2	N1 N3	F1 F2 P1 P2
EK3	K1_W02 K1_W08 K1_W09	Cel 1 Cel 2	C1 C2 W4 L5	N1 N3	F1 F2 P1 P2
EK4	K1_W02 K1_W05 K1_W09	Cel 1 Cel 2	C1 C2 W5 L3	N1 N3	F1 F2 P1 P2
EK5	K1_W02 K1_W05 K1_W08	Cel 1 Cel 2	C1 C2 W6	N1	F1 P1 P2
EK6	K1_W08 K1_U01 K1_U05	Cel 1 Cel 2 Cel 3	W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1	F1 P1 P2
EK7	K1_U03 K1_U05 K1_U08	Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5	N2 N3	F2 P1 P2
EK8	K1_K01 K1_K04	Cel 3	C1 C2	N2 N3	P2

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Andrzej Oleś — *Metody doświadczalne fizyki ciała stałego*, , 1998, PWN
- [2] A. Róz, M. Ferreira, F. de Lima Leite, O. Oliveira, Jr. (EDs) — *Nanocharacterization Techniques*, , 2017, Elsevier

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Katarzyna Suchanek (kontakt: katarzyna.suchanek@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)