

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2021/2022

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 21/22
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	15	0	60	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 metody eksperymentalne z zakresu fizyki współczesnej, takie jak metoda spin-coating, dip-coating, elipsometria spektroskopowa, metoda PVD.

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 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.

EK5 Umiejętności Student potrafi w stopniu podstawowym samodzielnie zastosować wybraną metodę analizy nanomateriałów. Potrafi samodzielnie dokonać interpretacji otrzymanych wyników.

EK6 Kompetencje społeczne Student posiada umiejętność pracy w grupie realizującej odpowiednie zadanie i umie oszacować czas potrzebny na jego realizację.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM). Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z preparatyką próbek do badań mikroskopowych. Przedstawienie praktycznych aspektów budowy i obsługi skaningowego mikroskopu elektronowego. Obserwacje mikrostruktury nanomateriałów.	10
L2	Spektroskopia Ramana. Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z zasadą działania, budową oraz z praktycznymi zastosowaniami spektroskopii Ramana w badaniach właściwości nanomateriałów.	10
L3	Wytwarzanie warstw metalicznych metodą PVD Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z wytwarzaniem warstw metodami PVD i stosowanymi układami technologicznymi. W ramach ćwiczenia studenci zapoznają się z układem technologicznym do wytwarzania cienkich warstw metalicznych metodą naparowania próżniowego. Wytworzą warstwy metaliczne na podłożach dielektrycznych oraz elektrody metaliczne w strukturach komórek fotowoltaicznych i diod OLED.	10
L4	Oznaczenie wielkości nanocząsteczek. Celem ćwiczenia jest zapoznanie studenta z praktycznymi aspektami techniki dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Charakteryzacja średnicy różnych nanocząsteczek zdyspergowanych w ośrodku dyspersyjnym.	10

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L5	Wytwarzanie warstw polimerów przewodzących. Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z metodami wytwarzania cienkich warstw polimerów przewodzących do zastosowań w przyrządach optoelektronicznych (technika spin-coating, dip-coating). W ramach ćwiczenia wytwarzane są cienkie warstwy polimerów przewodzących z ciekłych roztworów techniką spin-coatingu na podłożach szklanych, szklanych z warstwą ITO i na podłożach krzemowych.	10
L6	Elipsometria spektroskopowa. Celem ćwiczenia jest utrwalenie wiedzy w zakresie właściwości promieniowania optycznego i praktycznego wykorzystania zjawiska polaryzacji światła w przyrządach pomiarowych oraz zapoznanie się z modelami dyspersyjnymi. W ramach ćwiczenia studenci zapoznawani są z budową elipsometru spektroskopowego, z wykorzystaniem którego zarejestrują kąty elipsometryczne dla wykonanych we wcześniejszym ćwiczeniu warstw polimerowych a następnie wykorzystując oprogramowanie COMPLETEASE, zbudują odpowiednie modele elipsometryczne, wyznaczą funkcje dielektryczne a następnie wyznaczą grubości i zespolone współczynniki załamania warstw.	10

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM). Transmisyjna mikroskopia elektronowa (TEM). Nowe rozwiązanie technologiczne stosowane w celu charakteryzacji strukturalnej i morfologicznej nanomateriałów, w tym próbek mokrych. Przykłady zastosowania skaningowej mikroskopii elektronowej do nanofabrykacji i nanomanipulacji.	4
W2	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.	4
W3	Laserowy analizator wielkości cząstek. Teoretyczne aspekty techniki dynamicznego rozpraszania światła (DLS). Charakteryzacja średnicy różnych nanocząsteczek zdyspergowanych w ośrodku dyspersyjnym.	3
W4	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.	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 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	15
Opracowanie wyników	25
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	25
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	150
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5.00

9 SPOSOBY OCENY

Średnia ważona ocen formujących: 0.6 (sprawozdanie) + 0.4 (odpowiedź ustna)

OCENA FORMUJĄCA

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Odpowiedź ustna

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

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

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 K1_W09 K1_W10	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L3 L5 L6 W1	N1 N2	F2 F3 P1
EK2	K1_W04 K1_W05 K1_W08	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 W1	N1 N2	F2 F3 P1
EK3	K1_W02 K1_W05 K1_W08 K1_W09	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L4 W3	N1 N2	F2 F3 P1
EK4	K1_U08 K1_U15 K1_U16	Cel 1 Cel 2 Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N2	F2
EK5	K1_U15 K1_U16	Cel 3	L1 L2 L3 L4	N2	F2
EK6	K1_K01 K1_K04	Cel 3	L1 L2 L3 L4 L5 L6	N2	F2

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)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr Katarzyna Suchanek (kontakt: katarzyna.suchanek@pk.edu.pl)
- 2 dr Monika Pokładko-Kowar (kontakt: mpokladkokowar@pk.edu.pl)
- 3 dr hab. Ewa Gondek (kontakt: egondek@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....

.....