

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2020/2021

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: I

Specjalności: Nowoczesne materiały i nanotechnologie

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Materiały i nanotechnologie I
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Materials and nanotechnologies I
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FT oIS D5 20/21
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	5

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
5	30	0	15	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Zapoznanie studenta z budową i klasyfikacją nanomateriałów oraz z ich podstawowymi właściwościami fizykochemicznymi.

**Cel 2** Zapoznanie studenta z nauką i technologią wytwarzania materiałów nanostrukturalnych. Zapoznanie studenta z fizycznymi i chemicznymi metodami syntezy.

**Cel 3** Zapoznanie studenta z metodami charakterystyki strukturalnej i morfologicznej materiałów nanostrukturalnych.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Brak wymagań wstępnych

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Student zna ogólną charakterystykę nanotechnologii. Zna podstawowe właściwości fizykochemiczne materiałów nanostrukturalnych. Rozumie i potrafi wyjaśnić jak zmieniają się właściwości materiałów wraz ze zmianą ich rozmiarów do nanoskali.

**EK2 Wiedza** Student zna i potrafi omówić różne podejścia syntezy nanomateriałów. Rozpoznaje różnice pomiędzy metodami fizycznymi i chemicznymi syntezy materiałów nanostrukturalnych. Zna zastosowanie nanomateriałów w systemach magnetycznych, optoelektrycznych, medycznych.

**EK3 Wiedza** Student zna podstawowe techniki charakterystyki strukturalnej i morfologicznej materiałów nanostrukturalnych.

**EK4 Umiejętności** Student potrafi scharakteryzować podstawowe nanomateriały i nanostruktury: nanocząsteczki, nanorurki, nanodruty i nanokompozyty. Potrafi projektować proste układy w nanoskali i przewidywać ich właściwości elektryczne, optyczne i biologiczne. Potrafi wybrać odpowiednią, dla określonych potrzeb, metodę syntezy układów nanometrycznych. Potrafi podać zagrożenia wynikające z stosowania materiałów w nanoskali.

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

**EK6 Kompetencje społeczne** Student potrafi w popularny sposób przedstawić najnowsze osiągnięcia nanotechnologii. Potrafi aktywnie korzystać z angielskiej literatury naukowej. Ma umiejętność pracy w grupie realizującej odpowiednie zadanie i umie oszacować czas potrzebny na jego realizację. Zna podstawowe zasady ochrony własności intelektualnej.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Zapoznanie studenta z przygotowaniem materiału badawczego oraz metodologia pomiarów przeprowadzanych różnymi technikami mikroskopowymi.	6
L2	Zapoznanie studenta z działaniem wybranego oprogramowania do komputerowego przetwarzania i analizy obrazu mikroskopowego.	6
L3	Opracowanie i wykonanie projektu badawczego z wykorzystaniem wybranej techniki mikroskopowej i metody komputerowej analizy obrazu.	3

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Wprowadzenie do nanotechnologii. Geneza rozwoju nanotechnologii. Podstawowe pojęcia i definicje. Klasyfikacja i właściwości (mechaniczne, elektryczne, magnetyczne, optyczne) materiałów nanostrukturalnych. Wykorzystanie technologiczne nanomateriałów.	4
<b>W2</b>	Metody fizyczne otrzymywania nanomateriałów. Metody mechaniczne: mechanosynteza i reaktywne wytłaczanie. Techniki laserowe w nanotechnologii. Właściwości światła laserowego. Litografia interferencyjna. Ablacja laserowa. Ablacja laserowa w cieczy. Naświetlanie laserowe w cieczy. Osadzanie nanostruktur laserem impulsowym. Fizyczne osadzanie z fazy gazowej, pyroliza.	4
<b>W3</b>	Metody fizyczne otrzymywania nanomateriałów (cd). Stan wysokiego rozrzedzenia gazu. Epitaksja z wiązek molekularnych. Rozpylanie jonowe: rozpylanie stałoprądowe (DC), rozpylanie zmiennoprądowe (RF), rozpylanie magnetronowe. Implantacja jonowa. Techniki litograficzne: litografia optyczna, elektronowa, jonowa.	4
<b>W4</b>	Metody chemiczne otrzymywania nanomateriałów. Zarodkowanie i wzrost z fazy ciekłej. Zarodkowanie heterogeniczne i homogeniczne. Roztwory koloidalne. Synteza hydrotermalna. Metoda zol-żel. Metody elektrochemicznego utleniania. Monowarstwy Langmuira i filmy Langmuira-Blodgetta.	6
<b>W5</b>	Metody mikroskopowe wizualizacji obiektów w nanoskali. Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM). Nowe rozwiązania technologiczne stosowane w celu charakteryzacji strukturalnej i morfologicznej nanomateriałów, w tym próbek mokrych. Przykłady zastosowania skaningowej mikroskopii elektronowej do nanofabrykacji i nanomanipulacji.	4
<b>W6</b>	Metody mikroskopowe z użyciem sondy skanującej. Podstawowe tryby pracy. Mikroskopia sił atomowych (AFM). Skaningowy mikroskop tunelowy (STM). Mikroskop sił magnetycznych (MFM). Manipulowanie materiałami na poziomie atomowym.	4
<b>W7</b>	Analiza strukturalna materiałów nanostrukturalnych. Omówienie podstaw teoretycznych spektroskopii w zakresie światła widzialnego i ultrafioletu (UV/VIS), spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni (IR), spektroskopii Ramana, powierzchniowo wzmocnionej spektroskopii Ramana (SERS). Podstawy teoretyczne rentgenowskiej analizy strukturalnej (XRD) oraz małokątowego rozpraszania promieniowania rentgenowskiego (SAXS).	4

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Prezentacje multimedialne

**N3** Ćwiczenia laboratoryjne

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	0
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	15
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>90</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

P2 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	K_W02 K_W05 K_W18	Cel 1	W1	N1 N2	P1 P2
EK2	K_W05 K_W06 K_W07 K_W18	Cel 2	W2 W3 W4	N1 N2	P1 P2
EK3	K_W02 K_W05 K_W08b K_W18	Cel 3	L1 W5 W6 W7	N1 N2 N3	P1 P2
EK4	K_W18 K_U02 K_U03 K_U06 b	Cel 1 Cel 2	L1 W1 W2 W3 W4	N1 N2 N3	P1 P2
EK5	K_W08b K_W18 K_U08 b K_U09 b K_U11	Cel 3	L2 L3	N3	F1 P2
EK6	K_W12 K_W18 K_U04 b K_K01 K_K03	Cel 2 Cel 3	L3	N3	F1 P2

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Andrzej Oles — *Metody doświadczalne fizyki ciała stałego*, , 1998, PWN
- [2 ] Sulabha K. Kulkarni (Ed.) — *Nanotechnology: Principles and Practices*, , 2015, Springer
- [3 ] D. Brandon, W. D. Kaplan — *Microstructural Characterization of Materials*, , 2008, John Wiley & Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)