

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Fizyka Techniczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: FT

Stopień studiów: II

Specjalności: Nowoczesne materiały i nanotechnologie

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Nanoinżynieria cienkich warstw i powierzchni
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF FT oIIS F5 19/20
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty wybieralne
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	2

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
2	15	15	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Opanowanie wiedzy z zakresu nanotechnologii. Podstawy technik nanoszenia nanoukładów oraz technik diagnostycznych do badania nanoukładów. Opanowanie umiejętności wykonywania prostych obliczeń parametrów stosowanych podczas przygotowywania nanoukładów i analizy danych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Wymagana znajomość podstaw fizyki ciała stałego.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Wiedza z zakresu fizyki powierzchni, fizyki technicznej dotyczącej metod próżniowych i litograficznych.

EK2 Umiejętności Rozumienie zasad działania przyrządów i aparatury wykorzystującej próżnię. Umiejętność oszacowania parametrów technologicznych dla urządzeń próżniowych.

EK3 Kompetencje społeczne Umiejętność pracy w zespołach projektowych.

EK4 Umiejętności Umiejętność prezentacji informacji.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

SEMINARIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
S1	Prezentacje studentów.	15

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	1.Wprowadzenie. Definicje nanotechnologia, nanoskala, jednostki. Cztery przyczyny dla których nanomateriały różnią się od makromateriałów. Rodzaje nanostruktur. Sposoby wytwarzania top-down, bottom-up. Prawa skalowania. Własności fizyczne nanomateriałów.	2
W2	2.Sposoby otrzymywania nanoukładów - fizyczne metody depozycji. Wprowadzenie - próżnia, jednostki ciśnienia. Pompy i próżniowe przyrządy pomiarowe. Przygotowanie podłoża.	2
W3	3.Fizyczne sposoby otrzymywania nanoukładów parowanie, rozpylanie, wiązki molekularne, wiązki jonowe, metody plazmowe. Istotne czynniki i parametry procesu naparowania. Źródła par grzanie oporowe. Wyrzutnia elektronowa. Zasada działania monitora kwarcowego do pomiaru grubości. Optyczny monitor grubości cienkich warstw. Systemy rozpylenia. Wsadowa linia technologiczna do jonowego rozpylania. Podstawy fizyki plazmy. Wyrzutnie/działa jonowe.	2
W4	4.Fizyczne sposoby otrzymywania nanoukładów. Metody epitaksjalne. Epitaksja z fazy ciekłej, z par, z wiązek molekularnych. Czynniki wpływające na typ wzrostu warstwy epitaksjalnej.	1
W5	5.Chemiczne sposoby otrzymywania nanoukładów. Metody chemicznego osadzania nanoukładów z fazy lotnej.	1

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W6	6.Powierzchnia jako czynnik determinujący własności fizyczne układów niskowymiarowych. Spektroskopowe metody badania własności powierzchni. Struktura krystalograficzna powierzchni. Metody badania powierzchni. Spektroskopia elektronów Auger (AES). Dyfrakcja elektronów niskoenergetycznych (LEED). Reflektometria i dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego (XRR, XRD).	2
W7	7.Mikroskopowe metody badania własności powierzchni (STM, AFM, SEM, TEM).	1
W8	9.Własności elektryczne, optyczne i mechaniczne cienkich warstw.	1
W9	10.Rodzaje litografii. Litografia optyczna (fotolitografia). Interferencyjna litografia laserowa. Litografia elektronowa (elektronolitografia). Litografia rentgenowska (rentgenolitografia). Litografia jonowa (jonolitografia). Metoda mikrodruku.	2
W10	12.Zastosowanie nanostruktur w spintronice, efekt gigantycznego magnetooporu, zawory spinowe, nanostruktury o prostopadłej anizotropii magnetycznej. Zastosowanie nanostruktur w medycynie, biosensory, syntetyczny diament jako materiał biozgodny i biokompatybilny.	1

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Ćwiczenia rachunkowe - obliczenia krystalograficzne nanostruktur	2
C2	Ćwiczenia rachunkowe - obliczenia parametrów procesów technologicznych w próżni	2
C3	Ćwiczenia rachunkowe - analiza danych dyfrakcyjnych i mikroskopowych	4
C4	Ćwiczenia laboratoryjne - depozycja układów cienkowarstwowych	4
C5	Ćwiczenia laboratoryjne - obrazowanie mikroskopowe powierzchni układów cienkowarstwowych	3

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Praca w grupach

N5 Prezentacje multimedialne

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	45
Konsultacje przedmiotowe	10
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	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	90
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

F2 Ćwiczenie praktyczne

F3 Projekt indywidualny

F4 Zadanie tablicowe

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Poniżej 55 pkt.
NA OCENĘ 3.0	55-64 pkt.
NA OCENĘ 3.5	64-74 pkt.
NA OCENĘ 4.0	75-85 pkt.

NA OCENĘ 4.5	85-89 pkt.
NA OCENĘ 5.0	min. 90 pkt.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Poniżej 55 pkt.
NA OCENĘ 3.0	55-64 pkt.
NA OCENĘ 3.5	64-74 pkt.
NA OCENĘ 4.0	75-85 pkt.
NA OCENĘ 4.5	85-89 pkt.
NA OCENĘ 5.0	min. 90 pkt.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Poniżej 55 pkt.
NA OCENĘ 3.0	55-64 pkt.
NA OCENĘ 3.5	64-74 pkt.
NA OCENĘ 4.0	75-85 pkt.
NA OCENĘ 4.5	85-89 pkt.
NA OCENĘ 5.0	min. 90 pkt.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Poniżej 55 pkt.
NA OCENĘ 3.0	55-64 pkt.
NA OCENĘ 3.5	64-74 pkt.
NA OCENĘ 4.0	75-85 pkt.
NA OCENĘ 4.5	85-89 pkt.
NA OCENĘ 5.0	min. 90 pkt.

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_W01b K_W03 K_W04b	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W7 W8 W9 W10	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK2	K_U05b K_U06b K_U07b	Cel 1	S1 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 C1 C2 C3 C4 C5	N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK3	K_K01 K_K03	Cel 1	S1 C1 C2 C3 C4 C5	N1 N2 N3 N4 N5	F1 F2 F3 F4 P1
EK4	K_U04b	Cel 1	S1	N5	F1 F2 F3 F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Hari Singh Nalwa — *Handbook of Nanostructured Materials and Nanotechnology*, New York, 2000, Academic Press

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. Marta Wolny-Marszałek (kontakt: Marta.Marszalek@ifj.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 Dr hab. Marta Wolny-Marszałek (kontakt: Marta.Marszalek@ifj.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....