

KARTA KURSU (realizowanego w module specjalności)

.....**Fizyka materii**.....
(nazwa specjalności)

Nazwa	Fizyka Nanostruktur i Nanotechnologii		
Nazwa w j. ang.	Physics of Nanostructures and Nanotechnology		
Kod		Punktacja ECTS*	4
Koordinator	dr hab. prof UP Hoa Kim Ngan Nhu-Tarnawska	Zespół dydaktyczny	

Opis kursu (cele kształcenia)

Celem kursu jest zapoznanie uczestników kursu z aktualnymi kierunkami badań fizyki powierzchni materii skondensowanej, układów cienkowarstwowych, nanodrutów i nanorurek oraz nanocząstek. Zapoznanie studentów z metodami doświadczalnymi stosowanymi w ich badaniach, z metodami teoretycznymi opisu procesów fizycznych oraz sposobem ich wykorzystania do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych.

W ramach zajęć studenci zapoznają się z aspektami technicznym prowadzenia pomiarów, aparaturą pomiarową oraz oprogramowaniem służącym do opracowania wyników badań. Przedstawienie współczesnych technik badawczych materiałów przy użyciu mikroskopu skaningowego.

Efekty kształcenia

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
Wiedza	W01 – student ma wiedzę dotyczącą podstawowych kierunków badawczych fizyki powierzchni fazy skondensowanej, układów cienkowarstwowych, nanodrutów i nanorurek oraz nanocząstek.	K_W01, K_W02
	W02 – student zna podstawowe metody eksperymentalne badania powierzchniowych i objętościowych własności fazy skondensowanej. Zna najnowsze osiągnięcia eksperymentalne fizyki powierzchni fazy skondensowanej.	K_W01, K_W03
	W03 – Student zna wybrane metody eksperymentalne badania topologii powierzchni i nanostruktur tworzonych na powierzchni materiałów. Ma wiedzę z podstaw technologii wytwarzania nowoczesnych materiałów: technologii wzrostu cienkich warstw i heterostruktur, w szczególności metody MBE (epitaksja z wiązek molekularnych).	K_W01, K_W03, K_W04
	W04 – student zna podstawowe zastosowania układów heterostruktur. Ma wiedzę z zakresu podstawowych metod teoretycznego opisu własności strukturalnych i elektronowych różnego rodzaju układów powierzchniowych. Ma wiedzę dotyczącą sposobu użycia tych metod w zrozumieniu i interpretacji wyników doświadczalnych.	K_W01, K_W03, K_W06
	W05 – Student ma podstawową wiedzę dotyczącą symulacji procesów powierzchniowych takich jak np. dyfuzja, adsorpcja, dysocjacja oraz formowania się obrazów w Skaningowej Mikroskopii Tunelowej i Mikroskopii Sił Atomowych.	K_W01, K_W03, K_W04, K_W06

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalność)
Umiejętności	<p>U01 – Student umie omówić wybrane zjawiska, eksperymenty, metody badawcze i teorie fizyczne związane z aktualnymi pracami w dziedzinie fizyki powierzchni.</p> <p>U02 – Student umie wybrać odpowiednie techniki doświadczalne do realizacji określonego zadania badawczego.</p> <p>U03 – Student umie wybrać i ocenić metodę do wytwarzania układów cienkowarstwowych i heterostruktur.</p> <p>U04 – Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące symulacji procesów powierzchniowych takich jak np. dyfuzja, adsorpcja, dysocjacja.</p> <p>U05 – Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące wykorzystania poznanych metod teoretycznych do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych.</p>	<p>K_U01, K_U02</p> <p>K_U01, K_U0</p> <p>K_U01, K_U02, K_U06, K_U07</p> <p>K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_U07</p> <p>K_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_U07</p>

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
Kompetencje społeczne	<p>K01 – rozumie rolę współczesnych metod doświadczalnych w rozwoju materiałoznawstwa. Ma świadomość znaczenia podejmowania badań naukowych w dziedzinie fizyki dla rozwoju nauki i rozwoju cywilizacyjnego.</p> <p>K02 – rozumie konieczność stałego śledzenia literatury fachowej.</p> <p>K03 – wykazuje umiejętność rozumienia i stosowania w praktyce zdobytej wiedzy.</p> <p>K04 – korzysta z różnych źródeł informacji w celu podnoszenia poziomu wiedzy i umiejętności, rozumie wagę samokształcenia w podnoszeniu kwalifikacji zawodowych i powodzeniu na rynku pracy.</p> <p>K05 – posiada umiejętność prezentowania oraz uzasadniania i obrony swoich poglądów naukowych.</p>	K_K01 – K05

Organizacja											
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach									
		A		K		L		S		P	E
Liczba godzin	15			15							

Opis metod prowadzenia zajęć

Zajęcia prowadzone są metodą wykładu z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych oraz dyskusji dotyczących omawianych zagadnień.

W ramach zajęć studenci będą mieli możliwość zapoznania się z pracą w laboratorium skaningowej mikroskopii tunelowej oraz mikroskopii sił atomowych w Laboratorium Nanostruktur UP.

Formy sprawdzania efektów kształcenia

	E – learning	Gry dydaktyczne	Ćwiczenia w szkole	Zajęcia terenowe	Praca laboratoryjna	Projekt indywidualny	Projekt grupowy	Udział w dyskusji	Referat	Praca pisemna (esej)	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Inne
W01						x		x	x		x		
W02						x		x	x		x		
W03						x		x	x		x		
W04						x		x	x		x		
W05						x		x	x		x		
U01						x		x	x		x		
U02						x		x	x		x		
U03						x		x	x		x		
U04						x		x	x		x		
U05						x		x	x		x		
K01						x		x	x		x		
K02						x		x	x		x		
K03						x		x	x		x		
K04						x		x	x		x		
K05						x		x	x		x		

Kryteria oceny

BARDZO DOBRY

Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.

DOBRY

Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.

DOSTATECZNY

Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W05 i U01- U05 oraz kompetencje K01-K05. Stosuje je w procesie nauczania według szczegółowej instrukcji nauczyciela akademickiego.

NIEDOSTATECZNY

Student w dużym stopniu nie posiada wiedzy wymienionej w punktach W01-W05, nie osiągnął większości umiejętności i kompetencji.

Uwagi

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Krystalografia powierzchni.
2. Technika ultra wysokiej próżni (UHV).
3. Wzrost warstw. Techniki chemiczne (CVD, PECVD) i fizyczne (epitaksja z wiązki molekularnej (MBE), rozpylanie katodowego).
4. Metody charakteryzowania i obrazowania nanomateriałów i nanostruktur.
5. Oddziaływanie elektronów z materią. Wysokorozdzielcze techniki obrazowania: skaningowy mikroskop Elektronowy (SEM), (Skaningowy) Elektronowy Mikroskop Transmisyjny (TEM, STEM), Dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów (LEED), Dyfrakcja obiciowa wysokoenergetycznych elektronów (RHEED).
6. Oddziaływanie jonów z powierzchnią. Dyfrakcja jonów niskoenergetycznych (LEID). Rozpraszanie jonów niskoenergetycznych (LEIS). Rozpraszanie atomów helu (HAS). Rozpraszanie wstecznie Rutherforda (RBS).
7. Zjawiska emisji termicznej i polowej. Działo elektronowe (LEG i FEG). Polowa Mikroskopia Jonowa (FIM).
8. Zjawisko tunelowania. Skaningowy mikroskop tunelowy (STM).
9. Oddziaływania między atomami. Mikroskopia sił atomowych (AFM, FFM, MFM).
10. Manipulowanie atomami i „pisanie atomami” (pisanie w skali nanometrycznej).

Wykaz literatury podstawowej

1. A. Oleś. Metody doświadczalne fizyki ciała stałego. (Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. 1999).
2. D.P. Woodruff, T.A. Delchar, Modern techniques of surface science (Cambridge University Press. 1990).
3. The UK Surface Analysis Forum. Introductions to Many Surface Science Techniques.
<http://www.uksaf.org/tech/list.html>
4. Ed Regis, Nanotechnologia. Narodziny nowej nauki, czyli świat cząsteczka po cząsteczce, Warszawa, 2001.
5. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, Wydawnictwo Naukowe PWN 2008.

Wykaz literatury uzupełniającej

1. C. Kittel. Wstęp do fizyki ciała stałego. (Wydawnictwo Naukowe PWN. 2012).
2. M. Nowicki. Efekty dyfrakcyjne elektronów pierwotnych i wtórnych w badaniach strukturalnych (Wrocław. 2003).
3. H. Ibach. Physics of Surface and Interfaces (Springer. 2006).
4. H. Lüth. Solid Surfaces, Interfaces and Thin Films (Springer. 2001).

Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

Ilość godzin w kontakcie z prowadzącymi	Wykład	15
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	15
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	20
Ilość godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	10
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	20
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	10
	Przygotowanie do egzaminu	20
Ogółem bilans czasu pracy		110
Ilość punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika		4