

KARTA KURSU (realizowanego w specjalności)

Fizyka

Studia II stopnia

2020/2021

Nazwa	Nanotechnologia i nanomateriały
Nazwa w j. ang.	<i>Nanotechnology</i> and Nanomaterials

Koordinator	Prof. Hoa Kim Ngan Nhu-Tarnawska	Zespół dydaktyczny
Punktacja ECTS*	5	

Opis kursu (cele kształcenia)

Celem kursu jest zapoznanie uczestników kursu z podstawowymi technikami stosowanymi w tworzeniu materiałów w skali nanometrycznej (nanotechnologia; nanomateriały) oraz z metodami doświadczalnymi stosowanymi w badaniach nanomateriałów. Przedstawione zostaną efekty jakie napotykamy przechodząc z materiałów litych – trójwymiarowych do dwuwymiarowych (cienkich warstw), jednowymiarowych (nanodrutów i nanorurek) i zerowymiarowych (nanocząstek).

Zapoznanie studentów metodami teoretycznymi opisu procesów powierzchniowych (takich jak np. adsorpcja, agregacja, dyfuzja) oraz sposobem ich wykorzystania do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych.

Przedstawienie współczesnych technik badawczych materiałów przy użyciu mikroskopu skaningowego. Zostaną przedstawione teoretyczne podstawy zjawiska tunelowania i oddziaływania między atomami.

W ramach zajęć studenci zapoznają się z aspektami technicznym prowadzenia pomiarów, aparaturą pomiarową oraz oprogramowaniem służącym do opracowania wyników badań.

Efekty uczenia się

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
Wiedza	W01–student posiada wiedzę z zakresu technik wytwarzania mikro- i nano-urządzeń, np. technologii wzrostu cienkich warstw i hetero struktur (m.in. metody MBE (epitaksja z wiązek molekularnych)).	W03, W04
	W02–student posiada wiedzę na temat technik obrazowania układów w skali nanometrycznej, np. metody badania topologii powierzchni i nanostruktur tworzonych na powierzchni materiałów.	W03, W04
	W03–student ma wiedzę z zakresu podstawowych własności fizykochemicznych nanomateriałów.	W03, W04, W07
	W04–student posiada wiedzę o możliwościach zastosowania nanotechnologii i nanomateriałów w diagnostyce medycznej, terapii i przeciwdziałaniu zakażeniom.	W04, W06, W09
	W05–student zna podstawowe zastosowaniach układów heterostruktur. Ma wiedzę z zakresu podstawowych metod teoretycznego opisu własności strukturalnych i elektronowych układów heterostruktur. Ma wiedzę dotyczącą sposobu użycia tych metod w zrozumieniu i interpretacji wyników doświadczalnych.	W03, W09
	W06–student ma podstawową wiedzę dotyczącą symulacji procesów powierzchniowych oraz formowania się obrazów np. w skaningowej mikroskopii tunelowej i mikroskopii sił atomowych.	W02, W03, W04, W06

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalność)
Umiejętności	U01–Student potrafi wybrać właściwą techniką do wytwarzania/fabrykacji nanomateriałów.	U01, U02
	U02–Student umie wybrać i ocenić metodę do wytwarzania układów cienkowarstwowych i hetero struktur, oraz metodę obrazowania określenia struktury tych układów.	U01, U03, U06
	U03–Student potrafi wymienić podstawowe własności fizykochemiczne nanomateriałów.	U02, U02, U05
	U04–Student umie wybrać odpowiednie techniki doświadczalne do realizacji określonego zadania badawczego.	U01, U02, U05, U06, U07
	U05–Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące symulacji procesów fizycznych i analizy danych, np. program Nanosurf, SIMNRA.	U01, U02, U05, U06
	U06–Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące wykorzystania poznanych metod teoretycznych do zrozumienia i prawidłowej interpretacji wyników doświadczalnych.	U01, U02, U05, U06

Kompetencje społeczne	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
	<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 rolę jaką odgrywa we współczesnym świecie nauka i technika w skali nanometrycznej (nanonauka i nanotechnologia).</p> <p>K03–ma świadomość zakresu zastosowania nanotechnologii oraz korzyści i zagrożeń wynikających z jej stosowania. Ma świadomość konieczności ciągłego poszerzania wiedzy z zakresu nanotechnologii.</p> <p>K04–rozumie konieczność stałego śledzenia literatury fachowej.</p> <p>K05–wykazuje umiejętność rozumienia i stosowania w praktyce zdobytej wiedzy.</p> <p>K06–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>K04</p> <p>K04</p> <p>K04, K05</p> <p>K04</p> <p>K04, K05, K06</p> <p>K01, K05</p>

Organizacja														
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach												
		A		K		L		S		P		E		
Liczba godzin	45													

Opis metod prowadzenia zajęć

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

W ramach zajęć zostaną zaprezentowane pracownie fizyki eksperymentalnej, w szczególności Laboratorium Nanostruktur UP. Studenci będą mieli możliwość zapoznania się z pracą w laboratorium skaningowej mikroskopii tunelowej oraz mikroskopii sił atomowych pod kątem zastosowań wyżej wymienionych technik w nanotechnologii.

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		
W06						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		
U06						x		x	x		x		
K01						x		x	x				
K02						x		x	x				
K03						x		x	x				
K04						x		x	x				
K05						x		x	x				
K06						x		x	x				

Kryteria oceny	<p>BARDZO DOBRY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W06 i U01- U06 oraz kompetencje K01-K06 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.</p> <p>DOBRY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W06 i U01- U06 oraz kompetencje K01-K06. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.</p> <p>DOSTATECZNY Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W06 i U01- U06 oraz kompetencje K01-K06. Stosuje je w procesie nauczania według szczegółowej instrukcji nauczyciela akademickiego.</p> <p>NIEDOSTATECZNY Student w dużym stopniu nie posiada wiedzy wymienionej w punktach W01-W06, nie osiągnął większości umiejętności i kompetencji.</p>
----------------	---

Uwagi	
-------	--

Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Historia nauki w skali nanometrycznej (Nanonauka).
2. Nanomateriały – podstawowe pojęcia i definicje.
3. Nanotechnologie – klasyfikacja obszarów badawczych i aplikacyjnych.
4. Techniki produkcji/wytwarzania urządzeń, materiałów i układów w skali nanometrycznych (nanourządzeń, nanomateriałów, nanostruktur).
5. Struktura i właściwości fizykochemiczne nanomateriałów.
6. Metody charakteryzowania i obrazowania nanomateriałów i nanostruktur.

7. Nanostruktury w przyrodzie.
8. Zastosowania nanotechnologii i nanomateriałów.
9. Oddziaływanie elektronów z materią. Wysokorozdzielcze techniki obrazowania: skaningowy mikroskop Elektronowy (SEM), (Skaningowy) Elektronowy Mikroskop Transmisyjny (TEM, STEM).
10. Spektroskopia elektronów Augera (AES). Spektroskopia strat energii elektronów (EELS), Dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów (LEED). Dyfrakcja obiciowa wysokoenergetycznych elektronów (RHEED).
11. Oddziaływanie jonów z powierzchnią. Dyfrakcja jonów niskoenergetycznych (LEID). Rozpraszanie jonów niskoenergetycznych (LEIS). Rozpraszanie atomów helu (HAS). Rozpraszanie wstecznie Rutherforda (RBS).
12. Zjawiska emisji termicznej i polowej. Działo elektronowe (LEG i FEG). Polowa Mikroskopia Jonowa (FIM).
13. Zjawisko tunelowania. Skaningowy mikroskop tunelowy (STM).
14. Oddziaływania między atomami. Mikroskopia sił atomowych (AFM, FFM, MFM).
15. Wzrost warstw. Techniki chemiczne (CVD, PECVD) i fizyczne (epitaksja z wiązki molekularnej (MBE), rozpylanie katodowego).
16. Manipulowanie atomami i „pisanie atomami” (pisanie w skali nanometrycznej).

Wykaz literatury podstawowej

1. B. Dręczewski, A. Herman, Nanotechnologia: Stan obecny i perspektywy, Gdańsk 1997.
2. Ed Regis, Nanotechnologia. Narodziny nowej nauki, czyli świat cząsteczka po cząsteczce, Warszawa, 2001.
3. R.W. Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, Wydawnictwo Naukowe PWN 2008.
4. K. Kurzydłowski, M. Lewandowska, Nanomateriały inżynierskie, konstrukcyjne i funkcjonalne, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2010
5. A. Oleś. Metody doświadczalne fizyki ciała stałego. (Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. 1999).
6. D.P. Woodruff, T.A. Delchar, Modern techniques of surface science (Cambridge University Press. 1990).
7. The UK Surface Analysis Forum. Introductions to Many Surface Science Techniques.
<http://www.uksaf.org/tech/list.html>

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	45
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	10
Ilość godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi	Lektura w ramach przygotowania do zajęć	30
	Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu	20
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	15
	Przygotowanie do egzaminu	30
Ogółem bilans czasu pracy		150
Ilość punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika (1 ECTS = 30 h)		5