

## KARTA KURSU (realizowanego w specjalności)

### Fizyka materii

Studia II stopnia  
2020/2021

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

Koordynator	Prof. Hoa Kim Ngan Nhu-Tarnawska	Zespół dydaktyczny
Punktacja ECTS*	3	

#### 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.

## Efekty kształcenia

	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 (m.in. metody rozpylania jonów) oraz wiedzę o możliwościach zastosowania nanotechnologii i nanomateriałów	W01, W03
	W02 – Student posiada wiedzę na temat technik obrazowania układów w skali nanometrycznej, np. badania topologii powierzchni metodą skaningowej mikroskopii tunelowej (STM) i mikroskopii sił atomowych (AFM).	W03, W04
	W03 – Student ma podstawową wiedzę dotyczącą symulacji procesów powierzchniowych oraz formowania się obrazów np. w STM i AFM.	W02 W03, W04, W07

	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 oraz metodę obrazowania określenia struktury tych układów.	U01, U02, U05.
	U02 – Student umie wybrać odpowiednie techniki doświadczalne do realizacji określonego zadania badawczego.	U01, U07
	U03 – Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące symulacji procesów fizycznych i interpretacji wyników doświadczalnych.	U01, U02, U03

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności (określonych w karcie programu studiów dla modułu specjalnościowego)
Kompetencje społeczne	K01 – rozumie rolę współczesnych metod doświadczalnych w rozwoju materiałoznawstwa. Ma świadomość znaczenia podejmowania badań naukowych w dziedzinie fizyki dla rozwoju nauki i rozwoju cywilizacyjnego.	K03
	K02 – rozumie rolę jaką odgrywa we współczesnym świecie nauka i technika w skali nanometrycznej (nanonauka i nanotechnologia).	K03, K04, K07
	K03 – korzysta z różnych źródeł informacji w celu podnoszenia poziomu wiedzy i umiejętności, rozumie wagę samokształcenia w podnoszeniu kwalifikacji zawodowych i powodzeniu na rynku pracy.	K01, K04, K06, K07

Organizacja												
Forma zajęć	Wykład (W)	Ćwiczenia w grupach										
		A		K		L		S		P		E
Liczba godzin	30											

#### Opis metod prowadzenia zajęć

Zajęcia prowadzone są metodą wykładu z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych oraz dyskusji dotyczących omawianych zagadnień.  
 Studenci będą mieli możliwość zapoznania się z pracą w laboratorium STM i AFM.

#### 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		
U01						x		x	x		x		
U02						x		x	x		x		
U03						x		x	x		x		
K01						x		x	x				
K02						x		x	x				
K03						x		x	x				

Kryteria oceny	<p><b>BARDZO DOBRY</b>            Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W03 i U01- U03 oraz kompetencje K01-K03 i wykazuje samodzielność, operatywność i twórcze podejście w ich stosowaniu w procesie edukacyjnym.</p> <p><b>DOBRY</b>            Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W03 i U01- U03 oraz kompetencje K01-K03. Wykorzystuje je w procesie edukacyjnym według wskazówek nauczyciela akademickiego.</p> <p><b>DOSTATECZNY</b>            Student posiada wiedzę i umiejętności wymienione w punktach W01-W03 i U01- U03 oraz kompetencje K01-K03. Stosuje je w procesie nauczania według szczegółowej instrukcji nauczyciela akademickiego.</p> <p><b>NIEDOSTATECZNY</b>            Student w dużym stopniu nie posiada wiedzy wymienionej w punktach W01-W03, nie osiągnął większości umiejętności i kompetencji.</p>
----------------	---

Uwagi	
-------	--

## Treści merytoryczne (wykaz tematów)

1. Nanotechnologia i Nanomateriały – podstawowe pojęcia.
2. Techniki wytwarzania mikro- i nano-urządzeń i cienkich warstw, np. epitaksja z wiązki molekularnej (MBE), rozpylanie katodowego).
3. Metody charakteryzowania i obrazowania nanomateriałów i nanostruktur.
4. Zastosowania nanotechnologii i nanomateriałów.
5. Skaningowy mikroskop Elektronowy (SEM). Dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów (LEED). Rozpraszanie wstecznie Rutherforda (RBS).
6. Skaningowy mikroskop tunelowy (STM). Mikroskopia sił atomowych (AFM, FFM). , MFM).
7. Manipulowanie atomami.

## 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	30
	Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)	10
	Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym	10
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	10
	Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)	10
	Przygotowanie do egzaminu	10
Ogółem bilans czasu pracy		90
Ilość punktów ECTS w zależności od przyjętego przelicznika (1 ECTS = 30 h)		3