

**KARTA KURSU**  
**Studia II stopnia**

Nazwa	Wybrane Zagadnienia Nanotechnologii		
Nazwa w j. ang.	Selected Topics in Nanotechnology		
Kod		Punktacja ECTS*	5
Koordinator	dr hab. prof UP Hoa Kim Ngan Nhu-Tarnawska	Zespół dydaktyczny	

Opis kursu (cele kształcenia)

Celem kursu jest zapoznanie uczestników kursu z podstawowymi technikami stosowanymi w tworzeniu materiałów w skali nanometrycznej (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).  
Przedstawienie współczesnych technik badawczych materiałów przy użyciu mikroskopu skaningowego. Szczegółowo zostanie omówione zastosowanie skaningowego mikroskopu tunelowego (STM), mikroskopu sił atomowych (AFM). Zostaną przedstawione teoretyczne podstawy zjawiska tunelowania i oddziaływania między atomami.

Efekty kształcenia

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności
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).	K_W01-W02
	W02 Student posiada wiedzę na temat technik obrazowania układów w skali nanometrycznej, np. metody badania topologii powierzchni i nanostruktur tworzonych na powierzchni materiałów. Student ma wiedzę z zakresu podstawowych własności fizykochemicznych nanomateriałów.	K_W03-05
	W03 Student posiada wiedzę o możliwościach zastosowania nanotechnologii i nanomateriałów w diagnostyce medycznej, terapii i przeciwdziałaniu zakażeniom.	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 układów heterostruktur. Ma wiedzę dotyczącą sposobu użycia tych metod w zrozumieniu i interpretacji wyników doświadczalnych.	K_W01, K_W03
	W05 Student ma podstawową wiedzę dotyczącą symulacji procesów powierzchniowych oraz formowania się obrazów np. w skaningowej mikroskopii tunelowej i mikroskopii sił atomowych.	K_W01, K_W03, K_W04, K_W06
Umiejętności	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności

	<p>U01 Student potrafi wybrać właściwą techniką do wytwarzania/fabrykacji nanomateriałów.</p> <p>U02 Student umie wybrać i ocenić metodę do wytwarzania układów cienkowarstwowych i hetero struktur, oraz metodę obrazowania określenia struktury tych układów.</p> <p>U03 Student potrafi wymienić podstawowe własności fizykochemiczne nanomateriałów.</p> <p>U04 Student umie wybrać odpowiednie techniki doświadczalne do realizacji określonego zadania badawczego. Student posiada podstawowe umiejętności dotyczące symulacji procesów fizycznych.</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, K_U07.</p> <p>K_U01, K_U02, K_U07</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, K_U11</p>
--	--	---

	Efekt kształcenia dla kursu	Odniesienie do efektów dla specjalności
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 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. Wykazuje umiejętność rozumienia i stosowania w praktyce zdobytej wiedzy.</p> <p>K05 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>	K_K01 – K05

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

#### 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		x		
W02	x					x		x	x		x		
W03	x					x		x	x		x		
W04	x					x		x	x		x		
W05	x					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	<p><b>BARDZO DOBRY</b> 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><b>DOBRY</b> 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><b>DOSTATECZNY</b> 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><b>NIEDOSTATECZNY</b> 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. Technika ultra wysokiej próżni (UHV).
3. Nanotechnologie – klasyfikacja obszarów badawczych i aplikacyjnych.
4. Techniki produkcji/wytwarzania urządzeń, materiałów i układów w skali nanometrycznych (nanourządzeń, nanomateriałów, nanostruktur)
5. Metody charakteryzowania i obrazowania nanomateriałów i nanostruktur.
6. Skaningowy mikroskop tunelowy (STM).
7. Mikroskopia sił atomowych (AFM, FFM, MFM).
8. Manipulowanie atomami i „pisanie atomami” (pisanie w skali nanometrycznej).
9. Zastosowania nanotechnologii i nanomatieriałów.

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