



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Podstawy nanotechnologii

### Przedmiot

Kierunek studiów

Fizyka Techniczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

5

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

prof. dr hab. Ryszard Czajka

e-mail: ryszard.czajka@put.poznan.pl

tel. 61-665 3234

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej, Instytut Fizyki

ul. Piotrowo 3, 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

### Wymagania wstępne

Wiedza z fizyki doświadczalnej, ponadto znajomość podstawowych zagadnień mechaniki kwantowej, fizyki atomowej, molekularnej i ciała stałego w zakresie treści programowych realizowanych w semestrach 1-4 na kierunku fizyka techniczna. Umiejętność: rozwiązywania elementarnych problemów z fizyki z wykorzystaniem odpowiednich modeli, przeprowadzania standardowych pomiarów fizycznych, dokonywania jakościowej i ilościowej analizy wyników eksperymentalnych, formułowania prostych wniosków na podstawie uzyskanych wyników, pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł. Zrozumienie konieczności poszerzania swoich kompetencji, gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu, wykazywanie odpowiedzialności za pracę własną.



### **Cel przedmiotu**

1. Przekazanie studentom wiedzy o specyficznych właściwościach materiałów w skali nanometrowej i ich wykorzystaniu w nauce, przemyśle i medycynie.
2. Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami i technikami pomiarowymi stosowanymi w nanonauce.
3. Zapoznanie studentów z powszechnymi metodami i technologiami wytwarzania nanostruktur.
4. Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania problemów fizycznych i technicznych związanych z nanonauką i nanotechnologiami, wykonywania eksperymentów oraz interpretacji wyników w oparciu o uzyskaną wiedzę.
5. Kształtowanie u studentów umiejętności pracy zespołowej.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

1. Student rozumie specyfikę skali nanometrowej w stosunku do innych skal wielkości, np. skali makro lub mikrometrowej; zna definicje takich pojęć jak: nanonauka, nanotechnologie, nanomateriały - [K1\_W11, K1\_W12];
2. Student zna podstawowe metody badań materiałów w skali nanometrowej - [K1\_W12, K1\_W13];
3. Student zna podstawowe technologie wytwarzania nanostruktur - [K1\_W12, K1\_W13];
4. Student posiada wiedzę pozwalającą scharakteryzować podstawowe rodzaje nanomateriałów oraz podać przykłady ich zastosowania - [K1\_W11, K1\_W12 K1\_W13].

#### Umiejętności

#### Student potrafi:

1. dokonać porównania i wyboru odpowiedniej metody charakteryzacji materiałów w skali mikro- i nanometrowej - [K1\_U14];
2. przeprowadzić pomiary topografii powierzchni materiałów w skali mikro- i nanometrowej za pomocą skaningowych mikroskopów próbnikowych, zidentyfikować podstawowe czynniki zakłócające pomiar - [K1\_U17];
3. dokonać jakościowej i ilościowej analizy obrazów (map) uzyskanych za pomocą skaningowych mikroskopów próbnikowych, zinterpretować wyniki oraz sformułować wnioski dotyczące przeprowadzonych badań - [K1\_U17];
4. przygotować w języku polskim prezentację na temat związany z nanonauką i nanotechnologiami, w szczególności na temat zastosowań produktów nanotechnologii - [K1\_U03, K1\_U04, K1\_U05];
5. korzystać ze zrozumieniem ze wskazanych źródeł wiedzy oraz pozyskiwać wiedzę z innych źródeł, w tym wykorzystując zasoby Internetu - [K1\_U02].



### Kompetencje społeczne

Student zdobędzie kompetencje pozwalające na:

1. angażowanie się w rozwiązywanie postawionych zadań, samodzielne rozwijanie i poszerzanie swoich kompetencji - [K1\_K01, K1\_K03];
2. wywiązywanie się z obowiązków powierzonych w ramach podziału pracy w zespole, przyjmowanie współodpowiedzialności za efekty pracy zespołu - [K1\_K01];
3. dostrzeganie społecznych i środowiskowych skutków rozwoju nanotechnologii, a także zrozumienie potrzeby rzetelnego informowania o tych zagadnieniach społeczeństwa - [K1\_K06, K1\_K09].

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekt kształcenia (symbol)	Metoda weryfikacji	Kryteria oceny
W01-04, U01, K03	egzamin pisemny / ustny	3: 50.1%–70.0%
		4: 70.1%–90.0%
		5: od 90.1%
U02-03, K01-02	ocena aktywności na ćwiczeniach laboratoryjnych	j.w.
U03-05, K01-02	ocena realizacji ćwiczenia laboratoryjnego – sprawozdanie	j.w.

### Treści programowe

I. WSTĘP: rys historyczny (wykład Feynmana), definicje nanonauki i nanotechnologii, problemy i wyzwania

#### II. PODSTAWOWE METODY BADAŃ W NANOSKALI

1. Skaningowa mikroskopia tunelowa (STM)
2. Mikroskopia sił atomowych (AFM)
3. Mikroskopia elektronowa
4. Mikroskopia i spektroskopia rentgenowska
5. Mikroskopia konfokalna
6. Mikroskopia bliskiego pola

#### III. TECHNOLOGIE WYTWARZANIA NANOSTRUKTUR

1. Technologie wytwarzania nanostruktur „top-down”
2. Technologie wytwarzania nanostruktur „bottom-up”



#### IV. PODSTAWOWE RODZAJE NANOSTRUKTUR I ICH WŁAŚCIWOŚCI

1. Właściwości i klasyfikacja ciał stałych w skali nanometrowej
2. Nanostruktury półprzewodnikowe – kropki, druty i studnie kwantowe
3. Nanomateriały magnetyczne
4. Nanostruktury węglowe –fullereny, nanorurki, grafen i jego pochodne
5. Nanocząstki metali i tlenków

#### V. ZASTOSOWANIA I BEZPIECZEŃSTWO NANOPRODUKTÓW

1. Przykłady zastosowań w elektronice (elektronika molekularna, spintronika), przemyśle maszynowym i pojazdów (samochodowym, lotniczym, kosmicznym), pokryć (farb, lakierów) i środków smarnych, budownictwie, medycynie, stomatologii, kosmetologii, rolnictwie i przemyśle spożywczym i innych
2. Ocena ryzyka nanocząstek
3. Regulacje KE i standardy ISO

#### VI. PODSTAWOWE ZAGADNIENIA NANOTRIBOLOGII

##### **Metody dydaktyczne**

1. Wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, pokazy nanomateriałów i ich właściwości.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: ćwiczenia praktyczne (z obsługi mikroskopów próbnikowych), przeprowadzanie pomiarów, analiza wyników, dyskusja, praca w zespole.

##### **Literatura**

###### Podstawowa

1. STM/AFM mikroskopy ze skanującą sondą (org. A practical guide to scanning probe microscopy, R. Howland, L. Benatar, Park Scientific Instruments, wydaniepolskie, Warszawa 2002
2. Nanotechnologie (org. Nanoscale Science and Technology), red. R. W. Kelsall, I. W. Hamley, M. Geoghegan, PWN, Warszawa 2008
3. Mikroskopia elektronowa, red. A. Barbacki, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2003

###### Uzupełniająca

1. Nanoscience: Nanotechnologies and Nanophysics, C. Dupas, Ph. Houdy, M. Lahmani (Eds), Springer-Verlag, Berlin 2007
2. Spektroskopia ciała stałego, red. M. Drozdowski, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2001



**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	64	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, przygotowanie do egzaminu, wykonanie sprawozdania) <sup>1</sup>	61	2,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności