

**SYLABUS**  
**dotyczy cyklu kształcenia 2023/2024–2026/2027**  
*(skrajne daty)*  
 Rok akademicki 2023/24

**1. Podstawowe informacje o przedmiocie**

Nazwa przedmiotu	<b>Wybrane zastosowania nanotechnologii</b>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Kierunek studiów	Optometria
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia, inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	niestacjonarne
Rok i semestr/y studiów	rok I, semestr 2
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy do wyboru
Język wykładowy	polski
Koordinator	<b>dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR</b>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR

\* –opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

**1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS**

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
2	18								2

**1.2. Sposób realizacji zajęć**

zajęcia w formie tradycyjnej

zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

**1.3. Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)**

Wykład – zaliczenie bez oceny

**2. Wymagania wstępne**

Student ma wiedzę z podstaw fizyki, biofizyki i chemii w zakresie opisanym w sylabusach przedmiotów modułu podstawowego siatki studiów I stopnia. Posiada umiejętność wyszukiwania i analizy fachowej literatury, dyskutuje na tematy z zakresu problematyki wybranej specjalności, wyraża własne opinie, pracuje samodzielnie.

### 3. Cele, efekty uczenia się , treści programowe i stosowane metody dydaktyczne

#### 3.1. Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi układami o obniżonej wymiarowości,
C2	poznanie wybranych technik "top-down" oraz "bottom-up" dla wytwarzania układów w skali nano,
C3	zapoznanie z wybranymi własnościami fizycznymi nanorurek, nanocząstek oraz kropek kwantowych,
C4	poznanie sposobów funkcjonalizacji obiektów nanowymiarowych,
C5	poznanie zastosowań nanoobjektów w obrazowaniu, diagnostyce, terapii i detekcji substancji.
C6	Przygotowanie studenta do badań naukowych z zakresu wybranych zagadnień z nanotechnologii

#### 3.2. Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych
EK_01	Student zna i rozumie zjawisko samoorganizacji na przykładzie wzrostu nanodrutów, układu nanocząstek, rozumie źródło nowych właściwości układu nanowymiarowego, zna i rozumie istotę procesów bottom-up i top-down. Zna własności wybranych nanoobjektów. Student zna także metodologię badań naukowych w zakresie wybranych zagadnień nanotechnologii.	K_Wo2
EK_02	Student zna i rozumie sposoby funkcjonalizacji nanodrutów, nanorurek i nanocząstek służące zmianie rozpuszczalności, osiągnięciu zamierzonych właściwości przewodnictwa elektrycznego, właściwości fizykochemicznych i transportowych.	K_Wo2
EK_03	Student zna i rozumie uwarunkowania ekonomiczne związane z działalnością zawodową oraz podstawowe pojęcia i zasady z zakresu prawa autorskiego.	K_Wo7
EK_04	Student potrafi zanalizować i rozwiązywać problem dotyczący związku między długością emitowanej fali świetlnej a rozmiarem nanoobjektu w oparciu o model trójwymiarowej studni kwantowej.	K_Uo1
EK_05	Student potrafi przygotować pisemny referat w języku polskim lub angielskim, dotyczący zagadnień nanotechnologii, z wykorzystaniem aktualnych źródeł literaturowych.	K_Uo8
EK_06	Student jest gotów wypełniać zobowiązania społeczne związane ze zdobytą wiedzą i umiejętnościami w zakresie nanomateriałów oraz podejmować działania na rzecz popularyzacji wiedzy zdobytej w trakcie studiów.	K_Ko3

### 3.3. Treści programowe

#### A. Problematyka wykładu

##### Treści merytoryczne

1. Nanotechnologia jako interdyscyplinarna dziedzina nauki, jej miejsce i rola we współczesnej nauce. Koncepcja miniaturyzacji R. Feynmana. Podział nanomateriałów, właściwości, przykłady układów o obniżonej wymiarowości: 2D, 1D, 0D.
2. Podstawowe wiązania chemiczne. Wybrane klasyczne techniki wytwarzania materiałów objętościowych: metoda Czochralskiego wzrostu monokryształów i metoda Bridgman-Stockbargera. Przegląd wybranych metod otrzymywania nanostruktur: techniki "top-down": fotolitografia, litografia wiązką elektronową, wysokoenergetyczne mielenie. Techniki "bottom-up": metody osadzania fizycznego (MBE, PLD, rozpylania) oraz metody osadzania chemicznego (CVD, MOCVD). Warstwy epitaksjalne i ich zastosowania. Metoda OMBD. Warstwy monomolekularne. Technika Langmuira-Blodgetta dla warstw biologicznych, przykłady warstwy LB w organizmach żywych. Metody strąceniowe (zol-żel), metody elektrochemiczne, redukcja w roztworze, metoda hydrotermalna. Przykłady zastosowań warstw epitaksjalnych (stenty, implanty ortopedyczne, dreny, soczewki kontaktowe).
3. Samoorganizujący się wzrost nanodrutów – katalityczny wzrost VLS. Nanodruły ZnTe, TiO<sub>2</sub>, Si p-typu. Sfunkcjonalizowane nanodruły jako czujniki biologiczne, chemiczne i detektory cząstek biologicznych, chemicznych oraz wirusów. Nanorurki węglowe (SW-CNT i MW-CNT), Funkcjonalizacja. Sfunkcjonalizowane nanorurki węglowe jako nośniki leków oraz jako czujniki chemiczne i biochemiczne.
4. Nanocząstki metali (Ag, Au, Cu, Pt). Otrzymywanie nanocząstek srebra (chemiczna redukcja, metoda mikroemulsyjna, redukcja: fotochemiczna, ultradźwiękami oraz promieniowaniem gamma). Mechanizm bakteriobójczego działania nanocząstek. Zastosowanie nanocząstek srebra i złota w procedurach medycznych (wykorzystanie zjawiska hipertermii, aktywności antybakteryjnej i właściwości grzybobójczych). Nanocząstki jako nośniki RNA, DNA, leków; nanocząstki w diagnostyce medycznej, w obrazowaniu w podczerwieni, obrazowaniu ramanowskim, jako kontrast w tomografii komputerowej – przykłady. Nanocząstki półprzewodnikowe TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZrO (produkcja w procesie chlorowym, siarczanowym i Bechera). Właściwości fotokatalityczne, bakteriobójcze, blokowanie promieniowania UV – zastosowania. Magnetyczne nanocząstki żelaza (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – zastosowania biomedyczne. Nanocząstki ze związków organicznych (polimerowe, liposomy, dendrymery) jako nośniki leków.
5. Kropki kwantowe. Tryby wzrostu Stranskii-Krastanov, Volmer-Weber. Koloidalne kropki kwantowe. Zastosowanie kropek kwantowych w elementach wytwarzających światło. Sfunkcjonalizowane kropki kwantowe (CdSe, ZnS) w medycynie i biologii – diagnostyka, znacznikowanie, obrazowanie i leczenie.
6. Transport obiektów nanoskalowych w organizmie. Nanoukłady w medycynie. "Lab on a Chip". Wpływ nanotechnologii na zdrowie.

### 3.4. Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną.

#### 4. METODY I KRYTERIA OCENY

##### 4.1. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w., ćw., ...)
EK_01	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja, referat	w
EK_02	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja, referat	w
EK_03	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja, referat	w
EK_04	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja, referat	w
EK_05	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja, referat	w
EK_06	obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja	w

##### 4.2. Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie bez oceny. Warunkiem uzyskania zaliczenia jest obecność na wykładach i przedstawienie pisemnego referatu na temat związany z omawianymi zagadnieniami.

#### 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	18
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, napisanie referatu)	30
SUMA GODZIN	50
<b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>	<b>2</b>

\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25–30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.

#### 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	Nie dotyczy
zasady i formy odbywania praktyk	Nie dotyczy

#### 7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Nanotechnologie, red. Mark Geoghegan, Hamley Ian W., Kelsall Robert W. PWN, Warszawa 2012.
2. Nanotechnologia w praktyce, red. Kamila Żelechowska, PWN, Warszawa 2016 (dostępny też e-book).
3. Nanotechnologia w chemii i medycynie, Kamila Żelechowska, WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ, Gdańsk 2014 (dostęp online).

4. Świat nanocząstek, red. Anna Świdowska-Środa, Witold Łojkowski, Małgorzata Lewandowska, Krzysztof J. Kurzydłowski – Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016 (dostępny też e-book).

Literatura uzupełniająca:

1. Advanced Micro & Nanosystems, Volume 8: Carbon Nanotube Devices, ed. C. Hierold, Wiley, 2008.
2. NANOTECHNOLOGY IN BIOLOGY AND MEDICINE, Methods, Devices, and Applications, ed. Tuan Vo-Dinh, Taylor & Francis Group 2007.
3. Quantum Dots, Applications in Biology, ed. M.P. Bruchez, Ch. Z. Hotz, Humana Press Inc. 2007.
4. W. Hallstrom et al., Nano Lett., 2010, 10 (3), pp 782–787.
5. F. Patolsky and Ch. M. Lieber, Materials Today, Volume 8, Issue 5, May 2005, Pages 20–28.
6. S. Iijima, Nature 354, 56 (1991).
7. Angewandte Chemie, Volume 44, Issue 39, October 7, 2005, Pages 6358–6362.
8. Chemical Physics Letters 478 (2009) 200–205.
9. Angew. Chem. Int. Ed. 2004, 43, 2113–2117.
10. Nanotoday, 34 JUNE 2007 | VOLUME 2 | NUMBER 3, 34–43.
11. Chem. Soc. Rev., 2012, 41, 4306–4334.
12. M.L. Curri et al. / Materials Science and Engineering C 23 (2003) 285–289.
13. Journal of Nanomaterials, vol. 2012, article ID: 964381, 36 pages.
14. Biological Trace Element Research (2020) 193: 118–129.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej