

SYLABUS
DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026/27-2029/2030
(skrajne daty)
Rok akademicki 2028/29

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Elementy nanotechnologii
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Instytut Nauk Fizycznych
Kierunek studiów	Systemy diagnostyczne w medycynie
Poziom studiów	Studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok III, semestr 6
Rodzaj przedmiotu	kierunkowy
Język wykładowy	polski
Koordynator	dr hab. Małgorzata Sznajder, prof. UR
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
6	15								1

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, optyki oraz z elementów fizyki kwantowej i budowy materii. 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 warstw epitaksjalnych, nanorurek, nanocząstek oraz kropek kwantowych,
C4	poznanie zastosowań nanoobjektów w obrazowaniu, diagnostyce i detekcji substancji.

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	student zna elementy matematyki stosowanej dla ilościowego opisu, zrozumienia oraz modelowania problemów w zakresie technik wytwarzania obiektów w skali nano. Zna podstawy atomistycznego modelowania wzrostu warstw epitaksjalnych. Zna rodzaje i zastosowania wybranych nanoobjektów w detekcji substancji, znacznikowaniu i diagnostyce	K_Wo1
EK_02	student zna i rozumie wybrane metody obliczeniowe (obliczenia <i>ab initio</i>) stosowane do rozwiązywania zagadnień związanych z modelowaniem wzrostu układów o obniżonej wymiarowości oraz przykłady praktycznej implementacji takich metod z wykorzystaniem pakietu programowego Siesta	K_Wo5
EK_03	student zna i rozumie dylematy związane z zawodem właściwym dla absolwenta kierunku SDM (np. świadomość wpływu zaawansowanych technologii na ludzkie życie i zdrowie, odpowiedzialności za poprawną kalibrację sprzętu, wybór dokładniejszych systemów diagnostycznych w miejsce tańszych zamienników) oraz fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji (np. zagrożenia wynikające z użytkowania i stosowania nanoobjektów, cyberbezpieczeństwo)	K_Wo8
EK_04	student zna i rozumie uwarunkowania ekonomiczne, prawne i etyczne związane z działalnością zawodową inżyniera systemów diagnostycznych (np. konieczność serwisowania aparatury, stosowania bezpieczniejszych systemów, paszportyzacji i przeglądów) oraz podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego. Rozumie konieczność poprawnego	K_Wo9

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

	cytowania źródeł literaturowych	
EK_05	student potrafi analizować problemy związane z wyborem odpowiedniej metody wytwarzania konkretnych obiektów 2D, 1D i oD, jej wpływu na morfologię i własności tych obiektów oraz znajdować ich rozwiązania prowadzące do uzyskania żądanych własności nanoobjektów w oparciu o poznane metody syntezy	K_U01
EK_06	student potrafi dokonywać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych dla stworzenia układów 2D, 1D lub oD i oceniać te rozwiązania pod kątem wydajności, powtarzalności i możliwości kontroli kształtu nanoobjektów oraz wymaganych nakładów energii i wpływu na środowisko	K_U07
EK_07	student jest gotów do rozumienia społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności w zakresie nanotechnologii oraz związanej z tym odpowiedzialności na zdrowie ludzi, a także do wypełniania zobowiązań społecznych jako inżynier	K_K03

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. Przykłady układów o obniżonej wymiarowości: 2D, 1D, oD. Kierunki rozwoju rynku nanotechnologicznego. Technologie konwergencyjne.
2. Wybrane klasyczne techniki wytwarzania materiałów objętościowych: metoda Czochralskiego wzrostu monokryształów, metoda Bridgmanna-Stockbargera.
3. Techniki "top-down": techniki litograficzne w skali mikro i nano (litografia optyczna, UV, wiązką jonową). Techniki "bottom-up": metody osadzania fizycznego (MBE, PLD, rozpylania) oraz metody osadzania chemicznego (CVD, MOCVD, OMBE); warstwy epitaksjalne i ich zastosowania w inżynierii biomedycznej. Technika Langmuira-Blodgetta dla warstw biologicznych, zastosowania warstw L-B. Sztuczne liposomy jako nośniki leków. Metody strącaniowe (zol-żel). Przykłady zastosowań warstw SiO ₂ . Grafen – otrzymywanie, własności i zastosowania w medycynie.
4. Samoorganizujący się wzrost nanodrutów – katalityczny wzrost VLS. Nanodruły Si, ZnTe, TiO ₂ i ich funkcjonalizacja. Nanodruły i czipy komórkowe dla detekcji cząstek biologicznych, chemicznych oraz wirusów. Idea tranzystora FET w oparciu o nanodruły Si/Ge. Nanorurki węglowe, związek przewodnictwa elektrycznego z geometrią nanorurki. Funkcjonalizacja nanorurek węglowych dla celów diagnostyki i transportu leków. Zastosowania w medycynie i elektronice molekularnej.
5. Nanocząstki metali. Metoda redukcji. Otrzymywanie nanocząstek srebra (chemiczna redukcja, metoda mikroemulsyjna, redukcja: fotochemiczna, ultradźwiękami, metody biologiczne). Mechanizm powierzchniowego rezonansu plazmonowego i spektroskopia UV-Vis. Mechanizm bakteriobójczego działania nanocząstek srebra. Nanocząstki złota, funkcjonalizacja, zjawisko hipertermii i zastosowanie nanocząstek w terapii celowanej i diagnostyce medycznej. Nanocząstki magnetyczne i ich zastosowania biomedyczne. Nanocząstki TiO ₂ i ich zastosowania katalityczne. Zagrożenia zdrowotne związane

z narażeniem działaniem TiO_2 .
6. Kropki kwantowe. Tryby wzrostu Stranskii-Krastanov, Volmer-Weber. Koloidalne kropki kwantowe. Mechanizm rekombinacji nośników ładunku w materiale półprzewodnikowym. Związek długości emitowanej fali promieniowania z rozmiarem nanoobiektu. Zastosowanie kropek kwantowych w elementach wytwarzających światło (diody LED). Kropki kwantowe w medycynie i biologii – diagnostyka, znacznikowanie, obrazowanie i leczenie.
7. Podstawy matematyczne atomistycznego modelowania wzrostu cienkich warstw. Idea obliczeń z pierwszych zasad (<i>ab initio</i>) i ich implementacja w programie Siesta.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład z prezentacją multimedialną, dyskusja.

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	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, referat	w.
EK_07	Obserwacja w trakcie zajęć, dyskusja	w.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie bez oceny. Obecność na zajęciach jest obowiązkowa. Warunkiem uzyskania zaliczenia jest sporządzenie 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	15
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	1
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	14
SUMA GODZIN	30
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	1

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

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	n.d.
zasady i formy odbywania praktyk	n.d.

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

1. Wybrane techniki wytwarzania nanomateriałów, Agnieszka Kopia, Wydawnictwo AGH, Kraków, 2021
2. Nanotechnologia w praktyce, red. Kamila Żelechowska, PWN, Warszawa 2016
3. Świat nanocząstek, red. Anna Świdorska-Środa, Witold Łojkowski, Małgorzata Lewandowska, Krzysztof J. Kurzydłowski, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2016
4. Nanotechnologia w medycynie i kosmetologii, red. A. Zieliński, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2018
5. Podstawy nanomateriałów i nanotechnologii, Marek Wojnicki, Wydawnictwo AGH, Kraków, 2026

Literatura uzupełniająca:

1. Nanotechnologie, red. Mark Geoghegan, Hamley Ian W., Kelsall Robert W. PWN, Warszawa 2012
2. Zasada ostrożności w administracyjnoprawnych regulacjach dotyczących nanomateriałów, Marcin Jurewicz, Elipsa Dom Wydawniczy, Warszawa, 2019
3. Amina SJ, Guo B. A Review on the Synthesis and Functionalization of Gold Nanoparticles as a Drug Delivery Vehicle. *Int J Nanomedicine*. 2020 Dec 7;15:9823-9857. doi: 10.2147/IJN.S279094. PMID: 33324054; PMCID: PMC7732174.
4. Díaz-González, M., de la Escosura-Muñiz, A., Fernandez-Argüelles, M.T. et al. Quantum Dot Bioconjugates for Diagnostic Applications. *Top Curr Chem (Z)* 378, 35 (2020). <https://doi.org/10.1007/s41061-020-0296-6>
5. S. Rathinavel, K. Priyadharshini, Dhananjaya Panda, A review on carbon nanotube: An overview of synthesis, properties, functionalization, characterization, and the application, *Materials Science and Engineering: B*, Volume 268, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.mseb.2021.115095>.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej