

SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2025/26-2028/2029***(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	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Systemy diagnostyczne w medycynie
Poziom studiów	Studia pierwszego stopnia, inż.
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	Rok III, semestr VI
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 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

C ₁	Zapoznanie studentów z podstawowymi układami o obniżonej wymiarowości,
C ₂	poznanie wybranych technik "top-down" oraz "bottom-up" dla wytwarzania układów w skali nano,
C ₃	zapoznanie z wybranymi własnościami fizycznymi nanorurek, nanocząstek oraz kropek kwantowych,
C ₄	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 w zakresie niezbędnym dla ilościowego opisu, zrozumienia oraz modelowania problemów w zakresie metod i technik wytwarzania obiektów w skali nano. Zna zastosowanie tych obiektów w detekcji substancji, znacznikowaniu i diagnozowaniu	K_Wo1
EK_02	student zna i rozumie metody obliczeniowe stosowane do rozwiązywania zagadnień związanych z modelowaniem wzrostu układów o obniżonej wymiarowości oraz przykłady praktycznej implementacji takich metod z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi informatycznych	K_Wo5
EK_03	student zna i rozumie dylematy związane z zawodem właściwym dla absolwenta kierunku SDM oraz fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji	K_Wo8
EK_04	student zna i rozumie uwarunkowania ekonomiczne, prawne i etyczne związane z działalnością zawodową oraz podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego	K_Wo9
EK_05	student potrafi analizować problemy oraz znajdować ich rozwiązania w oparciu o poznane twierdzenia i metody	K_Uo1
EK_06	student potrafi dokonywać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych dla stworzenia układu 2D, 1D lub 0D i oceniać te rozwiązania	K_Uo7
EK_07	student jest gotów do rozumienia społecznych aspektów praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związanej z tym odpowiedzialności a także do wypełniania zobowiązań społecznych	K_Ko3

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

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, 0D.
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. Technika Langmuira-Blodgetta dla warstw biologicznych. Metody strąceniowe (zol-żel), metody elektrochemiczne, metoda hydrotermalna.
4. Samoorganizujący się wzrost nanodrutów – katalityczny wzrost VLS. Nanodruły ZnTe, TiO ₂ . Nanorurki węglowe i ich możliwości dla diagnozowania nowotworów. Nanodruły i czipy komórkowe dla detekcji cząstek biologicznych, chemicznych oraz wirusów. Idea tranzystora FET w oparciu o nanodruły Si/Ge. Funkcjonalizacja nanorurek węglowych.
5. Nanocząstki metali. Metoda redukcji. Otrzymywanie nanocząstek srebra (chemiczna redukcja, metoda mikroemulsyjna, redukcja: fotochemiczna, ultradźwiękami oraz promieniowaniem gamma). Nanocząstki TiO ₂ (produkcja w procesie chlorowym, siarczanowym i Bechera). Mechanizm bakteriobójczego działania nanocząstek. Zastosowanie nanocząstek srebra i złota w procedurach medycznych.
6. Kropki kwantowe. Tryby wzrostu Stranskii-Krastanov, Volmer-Weber. Koloidalne kropki kwantowe. Zastosowanie kropek kwantowych w elementach wytwarzających światło (diody LED). Kropki kwantowe w medycynie i biologii – diagnostyka, znacznikowanie, obrazowanie i leczenie.
7. Transport obiektów nanoskalowych w organizmie.

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

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie bez oceny. 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. Nanotechnologie, red. Mark Geoghegan, Hamley Ian W., Kelsall Robert W. PWN, Warszawa 2012
2. Nanotechnologia w praktyce, red. Kamila Żelechowska, PWN, Warszawa 2016
3. Świat nanocząstek, red. Anna Świdorska-Środa, Witold Łojkowski, Małgorzata Lewandowska, Krzysztof J. Kurzydłowski – Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016

Literatura uzupełniająca:

1. *Advanced Micro & Nanosystems, Volume 8: Carbon Nanotube Devices*, ed. C. Hierold, Wiley, 2008
2. *Nanoscale Science and Technology*, eds. Robert W. Kelsall, Ian W. Hamley, Mark Geoghegan, Wiley, 2005
3. *QUANTUM DOTS: RESEARCH, TECHNOLOGY AND APPLICATIONS*, ED. RANDOLF W. KNOSS, Nova Science Publishers, Inc. New York, 2009
4. *NANOSILICON*, ed. VIJAY KUMAR, Elsevier, 2007
5. *NANOTECHNOLOGY IN BIOLOGY AND MEDICINE, Methods, Devices, and Applications*, ed. Tuan Vo-Dinh, Taylor & Francis Group 2007
6. *Quantum Dots, Applications in Biology*, ed. M.P. Bruchez, Ch. Z. Hotz, Humana Press Inc. 2007

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej