

SYLABUS**DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026- 2030***(skrajne daty)*

Rok akademicki 2028/2029

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Nanotechnologie w optoelektronice i fotowoltaice
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Kierunek studiów	Zarządzanie, materiały i technologie w energetyce
Poziom studiów	Studia I stopnia
Profil	Ogólnoakademicki
Forma studiów	Stacjonarna
Rok i semestr/y studiów	rok III, sem. 6
Rodzaj przedmiotu	przedmiot specjalnościowy - Fotowoltaika i ogniwa cienkowarstwowe
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	dr hab. Piotr Potera, prof. UR
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	dr hab. Piotr Potera, prof. UR, dr Bogumił Cieniek

* -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					15			4

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 - egzamin

Zajęcia projektowe – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

--

Student ma podstawową wiedzę z zakresu fizyki i chemii

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi układami niskowymiarowymi
C2	zapoznanie studentów z wybranymi własnościami fizycznymi nanorurek, nanocząstek oraz kropek kwantowych
C3	Zapoznanie studentów z metodami otrzymywania nanostruktur
C4	Zapoznanie studentów z zastosowaniem nanostruktur w optoelektronice i fotowoltaice
C5	Rozwijanie umiejętności doboru nowoczesnych nanomateriałów do zastosowań w elektronice i optoelektronice.

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 zaawansowanym stopniu zagadnienia z zakresu nanotechnologii, ze szczególnym uwzględnieniem jej zastosowań w zakresie inżynierii materiałowej i energetyki w kontekście jej wykorzystania w optoelektronice i fotowoltaice.	Wo2
EK_02	Student zna w zaawansowanym stopniu zagadnienia z zakresu budowy materii niezbędne do zrozumienia nanomateriałów oraz chemii niezbędne do zrozumienia procesów zachodzących w systemach energetycznych wykorzystujących nanotechnologie	Wo3
EK_03	Student zna w zaawansowanym stopniu zagadnienia z zakresu metod i technik wytwarzania oraz obróbki nanomateriałów, w szczególności nanomateriałów stosowanych w przemyśle energetycznym i optoelektronice.	Wo6
EK_04	Student zna w zaawansowanym stopniu metody analizy właściwości i jakości nanomateriałów, w tym właściwości fizycznych, mechanicznych, elektrycznych i eksploatacyjnych.	Wo7
EK_05	Student zna współczesne rozwiązania w zakresie wytwarzania systemów energetycznych opartych o nanotechnologie, w tym odnawialnych źródeł energii, zaawansowanych nanomateriałów oraz technologii stosowanych w energetyce; w zakresie wytwarzania energii, magazynowania energii, przesyłania energii.	Wo8

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

EK_o6	Student zna dylematy współczesnej cywilizacji w zakresie nowoczesnych nanomateriałów, problemów energetyki i zapewnienia energii, ochrony środowiska.	W14
EK_o7	Student potrafi analizować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy techniczne oraz organizacyjne związane z inżynierią nanomateriałów.	U01
EK_o8	Student potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł, w tym z literatury specjalistycznej i źródeł naukowych oraz baz danych, selekcjonować informacje i dane, interpretować, integrować z posiadaną wiedzą oraz wyciągać wnioski i uzasadniać opinie w zakresie nanotechnologii w optoelektronice i fotowoltaice.	U02
EK_o9	Student potrafi przygotowywać udokumentowane opracowania i prace pisemne z zakresu nanotechnologii w optoelektronice i fotowoltaice, potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego, przedstawić wyniki realizowanego zadania w zakresie nanotechnologii w optoelektronice i fotowoltaice.	U04
EK_o10	Student potrafi właściwie posługiwać się specjalistyczną terminologią naukową i techniczną w zakresie nanotechnologii	U06
EK_o11	Student potrafi dokonać właściwego doboru nanomateriałów do zastosowań w optoelektronice i fotowoltaice. Posługiwać się metodami kontroli jakości, kontroli urządzeń i systemów, przeprowadzić ocenę efektywności energetycznej.	U09
EK_o12	Student potrafi oceniać zagrożenia pojawiające się w sektorze nowoczesnych technologii nanomateriałowych, stosować zasady ergonomii, bezpieczeństwa i higieny pracy, korzystać z norm i standardów.	U13
EK_o13	Student jest przygotowany do przedstawiania konsekwencji wprowadzania nanotechnologii oraz rozwiązań w życiu codziennym i ponoszenia odpowiedzialności za podejmowane decyzje w tym zakresie.	K03

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Podział nanomateriałów, właściwości, przykłady układów o obniżonej wymiarowości: 2D, 1D, 0D
Wybrane klasyczne techniki wytwarzania materiałów objętościowych (metoda Czochralskiego, Bridgmana-Stockbargera). Przegląd wybranych metod otrzymywania nanostruktur: techniki "topdown" (fotolitografia, litografia wiązką elektronową, wysokoenergetyczne mielenie) oraz "bottom-up": metody osadzania fizycznego (MBE, PLD, rozpylania) oraz metody osadzania chemicznego (CVD, MOCVD). Warstwy epitaksjalne i ich zastosowania.

Nanocząstki metali . Otrzymywanie nanocząstek srebra (chemiczna redukcja, metoda mikroemulsyjna, redukcja: fotochemiczna, ultradźwiękami oraz promieniowaniem gamma). Mechanizm bakteriobójczego działania nanocząstek.
Podstawowe problemy optoelektroniki
Nanomateriały stosowane w optoelektronice.
Efekt fotowoltaiczny, ogniwa fotowoltaiczne, generacje ogniw i ich sprawności. Ocena sprawności struktury fotowoltaicznej – charakterystyka prądowo-napięciowa
Nanomateriały stosowane w fotowoltaice

B. Problematyka projektu

Treści merytoryczne
Analiza możliwości zastosowania cienkowarstwowej struktury w wybranej aplikacji/konstrukcji fotowoltaicznej z wykorzystaniem różnych metod badawczych np. spektroskopii optycznej, spektroskopii EPR oraz XRD
Analiza możliwości zastosowania cienkowarstwowej struktury w wybranej aplikacji/konstrukcji optoelektronicznej z wykorzystaniem różnych metod badawczych np. spektroskopii optycznej, spektroskopii EPR oraz XRD

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją multimedialną,

Zajęcia projektowe: metoda projektów (projekt praktyczny), praca w grupach

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	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_02	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_03	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_04	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_05	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_06	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_07	projekt, obserwacja w trakcie zajęć	cw
Ek_08	projekt, obserwacja w trakcie zajęć	cw
Ek_09	projekt, obserwacja w trakcie zajęć	cw
Ek_10	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_11	projekt, obserwacja w trakcie zajęć	cw
Ek_12	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw
Ek_13	Egzamin, projekt, obserwacja w trakcie zajęć	w, cw

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest osiągnięcie wszystkich założonych efektów uczenia się.

Wykład: zaliczenie pisemnego egzaminu końcowego

Ćwiczenia (Zajęcia projektowe): zaliczenie z oceną.

O ocenie pozytywnej z przedmiotu (egzamin, ćwiczenia) decyduje liczba uzyskanych punktów (z egzaminu, z projektu): dst>55%, dst plus >65 %, db >75%, db plus >85%, bdb >95%.

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	30
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	6
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	65
SUMA GODZIN	101
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	4

** 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. Nanotechnologia w praktyce, red. Kamila Żelechowska, PWN, Warszawa 2016
2. Nanotechnologie, red. Mark Geoghegan, Hamley Ian W., Kelsall Robert W. PWN, Warszawa 2012
3. Świat nanocząstek, red. Anna Świdorska-Środa, Witold Łojkowski,

Małgorzata Lewandowska, Krzysztof J. Kurzydłowski – Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2016

4. R.W.Kelsall, I.W. Hamley, M. Geoghegan, Nanotechnologie, tlm.pol. pod red. K. Kurzydłowskiego, PWN, 2008

5. K. Kurzydłowski, Nanomateriały inżynierskie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2015.

Literatura uzupełniająca:

1. aktualne publikacje naukowe w tematyce przedmiotu w języku polskim i angielskim

2. J. Szuber, Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologii półprzewodnikowej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2002

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej