

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2024-2028...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2026/2027

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Nanomateriały dla fotowoltaiki
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Inżynierii materiałowej
Kierunek studiów	Nanotechnologia
Poziom studiów	studia pierwszego stopnia
Profil	ogólnoakademicki
Forma studiów	studia stacjonarne
Rok i semestr/y studiów	III rok/ VI semestr
Rodzaj przedmiotu	Ścieżka kształcenia w zakresie: Materiały dla ekoenergetyki
Język wykładowy	Język polski
Koordinator	Dr Grzegorz Wisz
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	Dr Grzegorz Wisz

* -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
VI	15			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)**

Egzamin

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Znajomość podstaw fizyki półprzewodników. Znajomość fizyki technicznej i materiałoznawstwa. Znajomość angielskiego na poziomie podstawowym. Umiejętność czytania ze zrozumieniem tekstu i streszczenie go własnymi słowami.

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

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Uświadomienie studentom konieczności stosowania cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych w różnych obszarach aktywności człowieka
C ₂	Dostarczenie wiedzy z zakresu nowych materiałów i struktur do zastosowań w fotowoltaice
C ₃	Dostarczenie wiedzy z zakresu technologii wytwarzania cienkowarstwowych struktur fotowoltaicznych

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 wybrane zagadnienia z zakresu nanotechnologii, w tym fizycznych i chemicznych metod otrzymywania nanomateriałów do zastosowań w fotowoltaice, jak również posiada wiedzę na temat odpowiednich metod badawczych stosowanych do ich charakteryzacji	K_Wo5
EK_02	Student zna metody oceny własności fizyko-chemicznych i mechanicznych, a także ma wiedzę o materiałach, produktach i procesach stosowanych w przemyśle wytwarzania materiałów lub nanomateriałów dla fotowoltaiki	K_Wo10
EK_03	Student zna zagadnienia dotyczące aspektów prawnych i środowiskowych oraz odpowiedzialności zawodowej w nanotechnologii	K_Wo11
EK_04	Student potrafi dokonać doboru metod, technik i narzędzi oraz metod eksperymentalnych do badań materiałów lub nanomateriałów stosowanych w fotowoltaice	K_Uo7
EK_05	Student potrafi przewidywać i oceniać potencjalne zagrożenia związane z wytwarzaniem nanomateriałów i ich praktycznym zastosowaniem struktur fotowoltaicznych	K_Uo8
EK_06	Student ma umiejętność przekazywania społeczeństwu, w sposób powszechnie zrozumiały,	K_Ko4

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

	informacji o pozytywnych i negatywnych aspektach działalności związanej z Nanotechnologią. Jest gotów do przedsiębiorczego myślenia i działania.	
--	--	--

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

Treści merytoryczne
Odnawialne źródła energii . Techniczne możliwości wykorzystania energii odnawialnej.
Energia promieniowania słonecznego i jej zasoby
Efekt fotowoltaiczny, ogniwa fotowoltaiczne, generacje ogniw i ich sprawności
Cienkowarstwowe ogniwa fotowoltaiczne
Nanomateriały i nanostruktury dla fotowoltaiki
Przegląd technologii wytwarzania struktur cienkowarstwowych dla fotowoltaiki
Ocena sprawności struktury fotowoltaicznej – charakterystyka prądowo-napięciowa

B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

Treści merytoryczne
Analiza możliwości zastosowania cienkowarstwowej struktury fotowoltaicznej w wybranej aplikacji/konstrukcji
Analiza problemu i możliwego rozwiązania na podstawie dostępnej literatury – praca z materiałami źródłowymi
Wskazanie i wybór optymalnego materiału i struktury dla wybranego problemu – wady i zalety materiałów oraz konstrukcji
Analiza dostępnych technologii wytworzenia danego materiału – wady i zalety poszczególnych technologii
Opis technologii oraz wskazanie parametrów technologicznych dla wybranego optymalnego sposobu nanoszenia pokrycia
Opis metod charakteryzacji i oceny parametrów rozważanej struktury

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, możliwość wykorzystania metod kształcenia na odległość

Laboratorium: analiza tekstów z dyskusją, metoda projektów - realizacja etapów projektu badawczego, prezentacja i omówienie aparatury PVD, praca w grupach

ZP: projektowanie wirtualnego procesu wytwarzania cienkowarstwowych nanostruktur fotowoltaicznych

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	odpowiedzi ustne, projekt	LAB. ZP.
EK_02	odpowiedzi ustne, projekt	LAB. ZP.
EK_03	odpowiedzi ustne, projekt	LAB. ZP.
EK_04	odpowiedzi ustne, projekt	LAB. ZP.
EK_05	odpowiedzi ustne, projekt, obserwacja w czasie zajęć	LAB. ZP.
EK_06	odpowiedzi ustne, projekt, obserwacja w czasie zajęć	LAB. ZP.

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia. Weryfikacja osiąganych efektów kształcenia kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów. Weryfikacja efektów kształcenia z wiedzy i umiejętności przekazanej przez nauczyciela odbywać się poprzez indywidualne odpowiedzi, sprawozdania, aktywność na zajęciach i udział w dyskusji. Weryfikacja kompetencji społecznych odbywać się będzie poprzez aktywność na zajęciach i udział w dyskusji.

Laboratorium: po każdej części materiału student prezentuje zrealizowane zadania, które są oceniane przez prowadzącego laboratorium. Projekt – praca zaliczeniowa i prezentacja.

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen cząstkowych, przy czym student musi pozytywnie zaliczyć każdą część materiału

dost. (51 - 60)% pkt,

+dost. (61 - 70)% pkt,

dobry (71 - 80)% pkt,

+dobry (81 - 90)% pkt,

bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

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	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	2
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	53
SUMA GODZIN	100
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	
zasady i formy odbywania praktyk	

7. LITERATURA

Literatura podstawowa: 1. NREL materials science - https://www.nrel.gov/materials-science/index.html 2. Best Research-Cell Efficiency Chart - https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html 3. Ewa Klugmann-Radziemska, Fotowoltaika w teorii i praktyce, Wydawnictwo BTC, 2014
Literatura uzupełniająca: 1. G. Wisz, P. Sawicka-Chudy, M. Sibiński, Z. Starowicz, D. Płoch, A. Góral, M. Bester, M. Cholewa, J. Woźny, A. Sosna-Głębska, <i>Solar cells based on copper oxide and titanium dioxide prepared by reactive direct-current magnetron sputtering</i>, Opto-Electronics Review, 2021, vol. 29, iss. 3, p. 97-104, 2. G. Wisz, P. Sawicka-Chudy, M. Sibiński, D. Płoch, M. Bester, M. Cholewa, J. Woźny, R. Yavorskyi, L. Nykyruy and M. Ruszała. "<i>TiO₂/CuO/Cu₂O Photovoltaic Nanostructures Prepared by DC Reactive Magnetron Sputtering</i>" Nanomaterials, 2022, 12, no. 8: 1328, 3. G. Wisz, P. Sawicka-Chudy, A. Wal, P. Potera, M. Bester, D. Płoch, M. Sibiński, M. Cholewa, M. Ruszała, <i>TiO₂:ZnO/CuO thin film solar cells prepared via reactive direct-current (DC) magnetron sputtering</i>, Applied Materials Today, Volume 29, 2022, 4. G. Wisz, P. Potera, P. Sawicka-Chudy, K. Gwóźdź, <i>Optical Properties of ITO/Glass Substrates Modified by Silver Nanoparticles for PV Applications</i>. Coatings 2023, 13, 61, 5. G. Wisz, P. Sawicka-Chudy, A. Wal, M. Sibinski, P. Potera, R. Yavorskyi, L. Nykyruy, D. Ploch, M. Bester, M. Cholewa and O. M. Chernikova, <i>Structure Defects and Photovoltaic Properties of TiO₂:ZnO/CuO Solar Cells Prepared by Reactive DC Magnetron Sputtering</i>. Appl. Sci. 2023, 13, 3613.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

