

SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2023-2027...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2025/2026

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	Nanomateriały dla fotowoltaiki
Kod przedmiotu*	
nazwa jednostki prowadzącej kierunek	Kolegium Nauk Przyrodniczych
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	Kolegium Nauk Przyrodniczych, 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

