



Mikro- i nanoroboty

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Przedmioty innowacyjne		Cykl dydaktyczny 2026/2027				
Specjalność Wszystkie			Kod przedmiotu UBPOPIS.A200000.12905.26			
Jednostka organizacyjna Uczelniana Baza Przedmiotów Obieralnych				Języki wykładowe polski		
Poziom kształcenia Uczelniana baza przedmiotów obieralnych					Obligatoryjność Do wyboru	
Forma studiów Stacjonarne						Blok zajęciowy Przedmioty ogólne
Profil studiów Ogólnoakademicki						

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie studentom wiedzy z zakresu historii rozwoju mikro i nanorobotyki oraz tego typu układów istniejących w przyrodzie.
C2	Zapoznanie studentów z technologiami wytwarzania nanostruktur i nanoukładów.
C3	Przeprowadzenie dyskusji dotyczącej właściwości materiałów funkcjonalnych wykorzystywanych przy konstruowaniu nano- i mikroukładów.
C4	Analiza możliwości aplikacyjnych nanoukładów w obszarach takich jak: medycyna, energetyka oraz inżynieria środowiska.
C5	Dostarczenie studentom zrozumienia mechanizmów i zjawisk związanych z kolektywnym ruchem nanoukładów.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	podstawowe technologie służące do wytwarzania i metody charakterystyki materiałów w nanoskali		Wykonanie ćwiczeń, Prezentacja
W2	właściwości funkcjonalne materiałów, z których zbudowane są komponenty nanoukładów		Wykonanie ćwiczeń, Prezentacja
W3	mechanizmy działania nanorobotów oraz obszary ich zastosowań		Wykonanie ćwiczeń, Prezentacja
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	organizować otrzymane treści w formie mapy myśli		Wykonanie ćwiczeń
U2	projektować proste nanoukłady, z określeniem metod służących ich wytwarzania i opracowywać plany badawcze dotyczące charakterystyki właściwości fizykochemicznych i funkcjonalnych		Wykonanie ćwiczeń
U3	wskazać obszary w których mikrorobotyka i nanorobotyka się rozwija wraz z przykładami konkretnych zastosowań		Wykonanie ćwiczeń, Studium przypadków
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	aktywnej pracy w zespole zgodnie z metodologią Design Thinking		Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu
K2	porzedstawiania opinii i argumentów, przeprowadzania dyskusji w grupie zgodnie z formułą debaty oksfordzkiej		Udział w dyskusji, Zaangażowanie w pracę zespołu

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

W trakcie trwania zajęć zostaną omówione następujące zagadnienia: 1. Istniejące mikroukłady w przyrodzie oraz historia mikro i nanorobotyki 2. Podstawowe metody służące do wytwarzania mikro i nanostruktur (wytwarzanie nanocząstek oraz cienkich warstw technikami ALD, CVD i PVD otrzymywanie trójwymiarowych nanostruktur za pomocą litografii optycznej/elektronowej/ionowej) 3. Właściwości funkcjonalne materiałów wykorzystywane do zasilania i sterowania nanoukładami (magnetyczne, fotokatalityczne, optyczne) 4. Zastosowanie mikro i nanourządzeń w energetyce, inżynierii środowiska, biotechnologii i medycynie. 5. Aktywna materia, kolektywny ruch mikro i nanoukładów.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	15
Ćwiczenia audytoryjne	15
Przygotowanie do zajęć	30
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 90
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 30

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	Wykład złożony jest z następujących modułów: 1. Mikro i nanourządzenia istniejące w przyrodzie oraz historia mikro i nanorobotyki. 2. Technologie wytwarzania materiałów w nanoskali 3. Analiza właściwości funkcjonalnych komponentów z których zbudowane są mikro i nano-roboty (magnetycznych, fotokatalitycznych, optycznych, etc.) 4. Projektowanie nanoukładów 5. Zastosowania mikro i nanomotorów w obszarach takich jak enegytyka, inżynieria środowiska, medycyna i biotechnologia.	W1, W2, W3	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
2.	Ćwiczenia audytoryjne obejmują: 1. Tworzenie map myśli obejmujących zagadnienia poruszane podczas wykładu na podstawie studium przypadku w oparciu o metodologię zadawania pytań. Klasyfikacja technologii służących do wytwarzania nanostruktur top-down, bottom-up - określanie zalet i ograniczeń poszczególnych technik pod kątem możliwości skalowania, komercjalizacji, wpływu na środowisko, etc. 2. Projektowanie prostych nanoukładów w oparciu o metodologię design thinking Poznanie narzędzi służących do projektowania wykorzystywanych w metodologii design thinking (definiowanie, ideacja, prototypowanie) 3. Dyskusję dotyczącą zagadnień poruszanych w trakcie wykładu w formie debaty okfordzkiej (formułowanie tezy, przedstawianie argumentów, prezentacja danych naukowych)	U1, U2, U3, K1, K2	Ćwiczenia audytoryjne

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Dyskusja, Studium przypadku (ang. case study), Praca grupowa, Design thinking, Debata oksfordzka, Elementy myślenia wizualnego np. mapa myśli (mind mapping), mapa koncepcyjna (concept mapping), postery i plakaty, notatki graficzne (sketchnoting), Pytania sokratejskie, Praca z materiałem źródłowym, Metoda zespołowa (ang. Team Based Learning)

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Studium przypadków , Prezentacja	Warunkiem zaliczenia wykładu jest uzyskanie pozytywnej oceny z przygotowanej i wygłoszonej prezentacji.
Ćwiczenia audytoryjne	Udział w dyskusji, Wykonanie ćwiczeń, Zaangażowanie w pracę zespołu	Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie min. połowy punktów przypisanych każdej kolejnej formie weryfikacji efektów uczenia się.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunkiem zaliczenia wykładu jest przygotowanie i wygłoszenie prezentacji na zadany temat obejmujący zagadnienia poruszane na wykładzie.

Warunkiem zaliczenia ćwiczeń jest uzyskanie min. 50 % punktów z sumarycznej liczby punktów przypisanych poszczególnym aktywnościom. W przypadku otrzymania oceny niedostatecznej, będzie możliwość jej poprawienia w dwóch kolejnych terminach w formie kolokwium zaliczeniowego. Przy czym maksymalna ocena w pierwszym terminie to 4.0, a w drugim terminie to 3.0.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa z wykładu= ocena z samodzielnie przygotowanej i przedstawionej prezentacji dotyczącej zagadnień poruszanych w trakcie wykładu

Ocena z ćwiczeń = procent sumarycznej liczby punktów uzyskanych z poszczególnych efektów uczenia się (wykonania

ćwiczeń, aktywności na zajęciach, przygotowania materiałów i zaangażowania się w dyskusję) przeskalowanej według tabeli 91 – 100% bardzo dobry (5.0), (skrót słowny: bdb); 81 – 90% plus dobry (4.5), (skrót słowny: +db); 71 – 80% dobry (4.0), (skrót słowny: db); 61 – 70% plus dostateczny (3.5), (skrót słowny: +dst); 51 – 60% dostateczny (3.0), (skrót słowny: dst); poniżej 50% niedostateczny (2.0), (skrót słowny: ndst)

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Możliwość wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach zostanie ustalona indywidualnie w zależności od materiału przerabianego w trakcie zajęć na których student był nieobecny. Na tej podstawie zostaną przydzielone zadania do samodzielnej pracy.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Brak wymagań wstępnych. Przedmiot dedykowany jest studentom wszystkich wydziałów AGH, którzy są zainteresowani rozwojem gałęzi nanotechnologii, dotyczącej mikro i nanorobotyki.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. Dopuszczalne są max. dwie nieusprawiedliwione nieobecności.

Literatura

Obowiązkowa

1. Smart Materials for Microrobots, Fernando Soto, Emil Karshalev, Fangyu Zhang, Berta Esteban Fernandez de Avila, Amir Nourhani, and Joseph Wang, <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.0c00999>
2. Soft Micro- and Nanorobotics, Chengzhi Hu, Salvador Pané, and Bradley J. Nelson, <https://doi.org/10.1146/annurev-control-060117-104947>

Dodatkowa

1. Multistimuli-responsive microrobots: A comprehensive review, Zameer Hussain Shah, Bingzhi Wu, Sambaeta Das, <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.1027415>

Badania i publikacje

Publikacje

1. Aleksandra Szkudlarek, Katarzyna E Hnida-Gut, Kamila Kollbek, Mateusz M Marzec, Krzysztof Pitala, Marcin Sikora Cobalt-platinum nanomotors for local gas generation, DOI: 10.1088/1361-6528/ab53bd