

1.	Nazwa kierunku	mikro i nanotechnologia
2.	Wydział	Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych
3.	Cykl rozpoczęcia	2019/2020 (semestr zimowy), 2020/2021 (semestr zimowy), 2021/2022 (semestr zimowy), 2022/2023 (semestr zimowy)
4.	Poziom kształcenia	studia pierwszego stopnia (inżynierskie)
5.	Profil kształcenia	ogólnoakademicki
6.	Forma prowadzenia studiów	stacjonarna

Moduł kształcenia: Fizyka i chemia nanomateriałów cz.1 i cz. 2

Kod modułu: 1MN-15

1. Liczba punktów ECTS: 6

2. Zakładane efekty uczenia się modułu			
kod	opis	efekty uczenia się kierunku	stopień realizacji (skala 1-5)
1MN-15-01	Student posiada podstawową i pogłębioną wiedzę w zakresie fizyki i chemii nanomateriałów i ich zastosowania w przemyśle. Student zna podstawowe pojęcia z zakresu struktury ciał stałych, nieorganicznych organicznych i nanomateriałów, ich syntezy oraz metod ich analizy.	KN_K01 KN_U05 KN_W01 KN_W04 KN_W06	5 5 5 5 5
1MN-15-02	Student posiada wiedzę w zakresie fizycznych i chemicznych metod doświadczalnych wykorzystywanych w charakteryzacji nanomateriałów.	KN_K01 KN_U05 KN_W01 KN_W04 KN_W06	5 5 5 5 5
1MN-15-03	Student umie rozpoznać elementy struktury materiałów oraz dokonać ich klasyfikacji.	KN_K01 KN_U05 KN_W01 KN_W04 KN_W06	5 5 5 5 5
1MN-15-04	Student zna i rozumie podstawy teoretyczne różnych metod analitycznych i ich wykorzystanie w interpretacji wyników pomiarowych związanych z badaniami nanomateriałów.	KN_K01 KN_U05 KN_W01	5 5 5

		KN_W04	5
		KN_W06	5
1MN-15-05	Student umie zorganizować i przeprowadzić eksperymenty w procesie projektowania zagadnień dotyczących syntezy oraz charakteryzacji nanomateriałów. Student umie opisać i dokonać wyboru odpowiednich technik otrzymywania nanomateriałów i ich separacji. Student potrafi określić i zinterpretować podstawowe parametry nanomateriałów na podstawie wykonanych pomiarów oraz wyciąga poprawne wnioski z przeprowadzonych ćwiczeń eksperymentalnych i poprawnie opisuje wyniki.	KN_K01	5
		KN_U05	5
		KN_W01	5
		KN_W04	5
		KN_W06	5

3. Opis modułu

Opis	<p>W ramach wykładów przedstawione zostaną następujące zagadnienia:</p> <p>Część I – Fizyka nanomateriałów</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie do fizyki nanostruktur i nanomateriałów <ol style="list-style-type: none"> a. Nanotechnologie i nanomateriały b. Ogólna klasyfikacja nanoukładów c. Metody dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego, elektronów i neutronów d. Dyfrakcja na nieograniczonych przestrzennie obiektach e. Dyfrakcja na obiektach ograniczonych przestrzennie f. Ograniczenia metod dyfrakcyjnych g. Nieuporządkowanie termiczne i statyczne h. Rozpraszanie przez układy strukturalnie nieuporządkowane – funkcja korelacji par atomów – definicje, metody wyznaczania i interpretacja 2. Metody analizy nanostruktur - techniki skanujące <ol style="list-style-type: none"> a. Zjawisko tunelowania w układzie przewodząca igła przewodząca powierzchnia. Standardowy model Tersoffa-Hamanna dla małych i dużych napięć tunelowych b. Podstawy teorii mikroskopii sił atomowych. Stała Hamakerra. c. typy mikroskopów SPM i obszary fizyki chemii biologii, medycyny oraz inżynierii materiałowej w których mikroskopy tego typu znalazły swoje zastosowanie. d. Konstrukcja typowego mikroskopu STM, rozdzielczość, stabilność i ograniczenia w pomiarach prowadzonych techniką STM. e. Podobieństwa i różnice w budowie mikroskopu sił atomowych względem konstrukcji STM. f. Przedstawienie dominującej roli metod mikroskopii sił atomowych we współczesnych badaniach właściwości powierzchni z rozdzielczością atomową. g. Mikroskopia AFM do badań lokalnego przewodnictwa elektrycznego (tzw. metod LC-AFM), wykorzystywana w analizie procesów przełączania rezystywnego w nano-obszarach. 3. Nanoelektronika <ol style="list-style-type: none"> a. Cienkie warstwy b. Struktura atomowa powierzchni, opis, metody badania c. Wybrane metody wytwarzania cienkich warstw, przykłady badań cienkich warstw d. Układy wielowarstwowe e. Struktura elektronowa w materii o zredukowanych wymiarach f. Badania struktury elektronowej g. Specyfika cienkich warstw metalicznych h. Wybrane własności magnetyczne cienkich warstw 4. Kropki kwantowe, nanoprzewodniki, lasery półprzewodnikowe, nanopowierzchnie.
-------------	---

5. W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z zagadnieniami poruszonymi w trakcie wykładu w tym szczególnie zakresu nanoelektroniki oraz wykorzystaniem mikroskopii AFM do badań lokalnego przewodnictwa elektrycznego i przełączania rezystywnego w nano-obszarach. W trakcie zajęć student na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładzie oraz samodzielnej pracy będzie w stanie wyznaczyć charakteryzować wybrane przez prowadzącego nanomateriały.

Część II – Chemia nanomateriałów

1. Rodzaje materiałów węglowych. Klasyfikacja nanomateriałów węglowych (1D, 2D i 3D). Sposoby charakteryzacji. Geometryczne i topologiczne podstawy budowy nanostruktur. Podstawowe własności nanostruktur węglowych
 - a. Fulereny - historia odkrycia, metody syntezy, właściwości chemiczne oraz fizyczne, zastosowanie, orbitale molekularne i klasyfikacja fulerenów, Struktura elektronowa fulerenów
 - b. Nanorurki węglowe - historia odkrycia, metody syntezy, rodzaje niejednorodności, własności elektryczne i magnetyczne nanorurek, Prądy trwałe w nanorurkach i nanotorusach, układy mieszane np. przykład nanorurki zawierające fulereny, nanorurki zawierające nanoczątki, właściwości chemiczne oraz fizyczne, zastosowanie.
 - c. Grafen – historia odkrycia, metody syntezy, właściwości chemiczne oraz fizyczne, zastosowanie.
2. Inne materiały węglowe (nanorogi, nanopianki, nanoślímaki, pęki nanorek, nanoprzewodniki, nanonici, nanocebulki itd.), Sposoby otrzymywania. Zastosowanie.
3. Perspektywy rozwoju badań nad nanomateriałami porowatymi/nieporowatymi.
4. Rodzaje materiałów niewęglowych, ich klasyfikacja i możliwości ich wykorzystania.
 - a. Podstawy chemii metaloorganicznej. Chemia metaloorganiczna na powierzchni.
 - b. Reakcje hydrosililowania, metatezy, sililującego sprzęgania i Heck'a.
 - c. Sposoby charakteryzacji materiałów niewęglowych
 - d. Praktyczne aspekty.
 - e. Perspektywy zastosowań
5. Nanokompozyty i nanotechnologia polimerów
 - a. Blokowe kopolimery.
 - b. Kontrolowana polimeryzacja rodnikowa - (CRP).
 - c. Polimeryzacja z przeniesieniem atomu (ATRP).
 - d. Polimeryzacja w emulsji wodnej.
 - e. Architektura nanomateriałów (polimerów i kompozytów) otrzymywanych metodą CRP.
 - f. Polimery bio- degradable, biokompozyty.
 - g. Wytwarzanie cienkich warstw organicznych - wytwarzanie warstw polimerów i koloidów metodą spin coating, wytwarzanie wielowarstw organicznych
6. Nanokataliza, powłoki fotokatalityczne, ogniwa fotoelektrochemiczne.
 - a. Składniki katalizatora i ich funkcje
 - b. Kataliza na nanocząstkach
 - c. Nanocząstki koloidalne stabilizowane surfaktantami jako prekursorzy nanokatalizatorów.
 - d. Metody preparatyki nanokatalizatorów
 - e. Nośniki tlenkowe i węglowe stosowane w nanokatalizatorach
 - f. Metody charakteryzacji struktury i powierzchni właściwej nanokatalizatorów heterogenicznych
 - g. Nośnikowe nanokatalizatory mono- i bimetaliczne
 - h. Katalizatory nanoporowate
 - i. Wybrane reakcje przebiegające z udziałem nanokatalizatorów i ich mechanizmy.
7. Optoelektronika (fotonika) - chemia w telewizji.
 - a. Systemy plazmowe, ciekłokrystaliczne i oparte na organicznych diodach elektroluminescencyjnych.
 - b. Sterowanie barwą. Organiczne materiały elektroluminescencyjne.

	<p>c. Dendrymery w optoelektronice. d. Ciekłe kryształy w optoelektronice - definicje, struktura chemiczna, zastosowanie e. Metody adresowania wyświetlaczy. f. Modulatory, zawory świetlne, filtry barwy, sprzęgacze laserowe, kryształy fotoniczne. g. Holografia. h. Zastosowanie dyspersji ciekłych kryształów w polimerach. i. Dimery i oligomery ciekłokrystaliczne. j. Polimerowe ciekłe kryształy. 8. Samoorganizujące się nanostrukturalne materiały molekularne oraz urządzenia a. Zasady samoorganizacji b. Wytwarzanie i układanie nanocząstek metodami samoorganizacji - otrzymywanie nanocząstek metodą polimeryzacji micelarnej i pęcherzykowej funkcjonalizowane nanocząstki, nanocząstkowe kryształy koloidalne, samoorganizujące się nanocząsteczki nieorganiczne c. Nanostruktury tworzone zużyciem szablonu - krzemionka mezoporowata, biomineralizacja, odwzorowanie nanostruktur przez samoorganizację kopolimeru blokowego</p> <p>W ramach zajęć laboratoryjnych wykonywane będą ćwiczenia mające na celu zapoznanie studentów z wybranymi technikami syntezy nanomateriałów węglowych z wykorzystaniem różnych technik. Właściwości tak otrzymanych nanomateriałów węglowych będą badane przy wykorzystaniu podstawowych metod analitycznych/instrumentalnych. W ramach laboratorium będzie przeprowadzana funkcjonalizacja nanorurek węglowych. W trakcie zajęć student na podstawie wiedzy uzyskanej na wykładzie oraz samodzielnej pracy będzie w stanie wyznaczyć podstawowe parametry zbadanych nanomateriałów węglowych.</p>
Wymagania wstępne	<p>Podstawowa wiedza z zakresu podstaw fizyki i chemii. Podstawowa wiedza z zakresu fizyki ciała stałego. Podstawowa wiedza z zakresu nanotechnologii. Podstawowa wiedza z zakresu chemicznych i fizycznych metody charakteryzowania materiałów</p>

4. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się modułu			
kod	nazwa (typ)	opis	efekty uczenia się modułu
1MN-15-w1	egzamin	Egzamin ustny lub pisemny sprawdzający stopień opanowania materiału wykładu.	1MN-15-01, 1MN-15-02, 1MN-15-03, 1MN-15-04, 1MN-15-05
1MN-15-w2	zaliczenie	Sprawdzenie umiejętności samodzielnego rozwiązywania zadań.	1MN-15-01, 1MN-15-02, 1MN-15-03, 1MN-15-04, 1MN-15-05

5. Rodzaje prowadzonych zajęć						
kod	rodzaj prowadzonych zajęć			praca własna studenta		sposoby weryfikacji efektów uczenia się
	nazwa	opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)	liczba godzin	opis	liczba godzin	
1MN-15-z1	wykład	Wykład z wykorzystaniem technik audiowizualnych – przyswajanie i pogłębianie wiedzy	30	Praca z podręcznikiem i materiałami z wykładu.	30	1MN-15-w1
1MN-15-z2	konwersatorium	Laboratorium – tematyka badań	30	Rozwiązywanie zadań i problemów	30	1MN-15-w2

		<p>laboratoryjnych ściśle związana jest z zagadnieniami poruszonymi na wykładach. Student, po wcześniejszym przygotowaniu się do zajęć na bazie zalecanej literatury, wykonuje zadania pod kierunkiem prowadzącego. Następnie student analizuje i opracowuje wyniki pomiarów oraz przygotowuje pisemny raport zawierający wstęp teoretyczny, opis metod badawczych oraz opracowanie wyników pomiarów wraz z oszacowaniem odpowiednich wielkości dla badanych nanomateriałów.</p> <p>Praca własna studenta - w oparciu o notatki z wykładów oraz literaturę uzupełniającą student dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy.</p>		dotyczących przedmiotu.		
--	--	--	--	-------------------------	--	--