**Nazwa przedmiotu:**

Laboratorium wytwarzania materiałów nanostrukturalnych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. W. Ziemkowska, prof. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Inżynieria Materiałowa

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe

**Kod przedmiotu:**

LabWMN

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

6

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. godziny kontaktowe 75 h, w tym: a) obecność na laboratorium 75 h, 2. wyszukanie i zapoznanie się z literaturą 25 h 3. opracowanie otrzymanych wyników w formie pisemnego sprawozdania 15 h Razem nakład pracy studenta: 75h+25h+15h=115 h, co odpowiada 6 punktom ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1. obecność na laboratorium 75 h, Razem: 75 h, co odpowiada 4 punktom ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1. laboratorium 75 h, Razem: 75 h, co odpowiada 4 punktom ECTS.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 0h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 45h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

-

**Limit liczby studentów:**

8-12

**Cel przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien: • mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat budowy i metod syntezy nanomateriałów i nanostruktur takich jak organiczne materiały porowate typu MOF i COF, kropki kwantowe, półprzewodniki organiczne, koloidy i nanotlenki metali, nanostrukturalne proszki metaliczne, nanokrystaliczne stopy miękkie magnetycznie i lakiernicze powłoki nanokompozytowe • posiadać praktyczne umiejętności pracy w atmosferze gazu obojętnego, • posiadać praktyczne umiejętności z zakresu syntezy organicznych materiałów porowatych typu MOF i COF, kropek kwantowych, półprzewodników organicznych, koloidów, nanotlenków metali, nanostrukturalnych proszków metalicznych, nanokrystalicznych stopów miękkich magnetycznie i lakierniczych powłok nanokompozytowych jak również zapoznanie się z metodami charakteryzacji ich budowy i właściwości fizyko-chemicznych, • zebrać i opracować w formie pisemnego sprawozdania otrzymane wyniki doświadczalne.

**Treści kształcenia:**

Wykaz ćwiczeń: 1. Otrzymywanie koloidalnych nanokryształów CdSe (prowadzący dr inż. Piotr Bujak). Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami otrzymywania, koloidalnych nanokryształów półprzewodnikowych. W pierwszej części zajęć studenci zostaną zapoznani z podstawami teoretycznymi otrzymywania koloidalnych nanokryształów dwuskładnikowych półprzewodników. Zostaną omówione podstawowe preparatyki (heating-up i hot-injection) otrzymywania koloidalnych nanokryształów, metody kontroli etapu zarodkowania i wzrostu nanokryształów pozwalające na otrzymywanie nanokryształów o różnym kształcie i rozmiarze. W ramach zajęć studenci zostaną zapoznani z podstawowymi pojęciami związanymi z syntezą nanokryształów półprzewodnikowych, prekursor, ligand, rozpuszczalnik. 2. Charakterystyka spektroskopowa i elektrochemiczna małocząsteczkowych i wielkocząsteczkowych półprzewodników organicznych (prowadzący dr inż. Piotr Bujak). Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z metodami eksperymentalnymi określenia podstawowych parametrów małocząsteczkowych i wielkocząsteczkowych półprzewodników organicznych. Na zajęciach studenci poznają metody wyznaczania optycznej przerwy energetycznych, potencjału jonizacji, powinowactwa elektronowego oraz elektrochemicznej przerwy energetycznej. Skupiając się przede wszystkim na tych parametrach w trakcie zajęć zostaną omówione różne przykłady organicznych półprzewodników oraz możliwości zastosowania tego typu materiałów do otrzymywania różnych urządzeń elektronicznych, tranzystorów polowych, ogniw fotowoltaicznych oraz organicznych diod emitujących światło. W części praktycznej zajęć studenci zarejestrują widma UV oraz przeprowadzą podstawowe badania elektrochemiczne polegające na zarejestrowaniu woltamperogramów dla próbek modelowych organicznych półprzewodników. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów studenci określą optyczną przerwę energetyczną, potencjał jonizacji, powinowactwo elektronowe i elektrochemiczną przerwę energetycznych organicznych materiałów. 3. Koloidy (prowadzący dr hab. inż. Kamil Wojciechowski, prof. PW). Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z praktycznymi aspektami chemii koloidów, w szczególności metod ich charakteryzacji i stabilizowania. W trakcie zajęć wykonane zostaną pomiary rozkładu wielkości cząstek i potencjału elektrokinetycznego dla wybranych układów koloidalnych, np. dyspersji polimerowych lub emulsji o różnym stopniu homogeniczności i sposobie stabilizacji układu koloidalnego. 4. Organiczne materiały porowate typu COF (prowadzący prof. dr hab. inż. Sergiusz Luliński). Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z syntezą organicznych materiałów porowatych typu COF (Covalent Organic Frameworks). W trakcie zajęć wykonane zostaną badania właściwości sorpcyjnych wybranego materiału poprzez wyznaczenie izotermy adsorpcji wybranego gazu, np. N2 lub CO2. 5. Synteza ceramicznych nanocząstek metodą zol-żel (prowadzący dr hab. inż. Wanda Ziemkowska, prof. PW, dr inż. Paulina Wiecińska). Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z metodą zol-żel jako najbardziej typową metodą syntezy nanocząstek. W trakcie ćwiczenia zostaną otrzymane nanotlenki glinu, tytanu i nanokrzemionka metodą suchą i mokrą. Następnie nanoproszki zostaną scharakteryzowane w następujący sposób: (1) pomiary gęstości na piknometrze helowym AccuPyc II 1340 (Micromeritics), (2) prasowanie i spiekanie nanoproszków oraz pomiary twardości spieków na twardościomierzu Digital Vickers Hardness Tester HVS-30T oraz mikroskopie świetlnym Nikon Eclipse LV15ON. 6. Synteza i charakterystyka kropek kwantowych ZnO (prowadzący dr inż. Karolina Zelga/mgr inż. Michał Terlecki). Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami syntezy i charakterystyki koloidalnych nanocząstek półprzewodnikowych. W ramach ćwiczenia studenci będą mieli za zadanie otrzymanie i scharakteryzowanie kropek kwantowych ZnO wykorzystując dwie metody syntezy: z prekursora metaloorganicznego i zol-żel. Otrzymane nanomateriały zostaną scharakteryzowane za pomocą proszkowej dyfraktometrii rentgenowskiej (PXRD), dynamicznego rozpraszania światła (DLS) i spektroskopii UV/Vis. Analiza uzyskanych wyników pozwoli na porównanie nanomateriałów otrzymanych za pomocą różnych metod syntezy oraz pozwoli na lepsze zrozumienie wykorzystanych technik analitycznych. 7. Nanostrukturalne proszki metaliczne (prowadzący dr hab. inż. Dariusz Oleszak, dr inż. Bartosz Michalski). Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z metodą mechanicznego mielenia proszków metali w młynku kulowym oraz badanie wybranych właściwości uzyskanych materiałów o nanokrystalicznej strukturze. W ramach ćwiczenia studenci obserwują na mikroskopie świetlnym cząstki proszku przed i po procesie mielenia (zmiana morfologii i wielkości cząstek), wykonują i analizują dyfrakcyjny zapis rentgenowski proszku wyjściowego i po mieleniu, obliczają wielkość nanometrycznych krystalitów, wykonują wypraski z obu rodzajów proszku i mierzą twardość (wpływ nanostruktury na właściwości mechaniczne). 8. Nanokrystaliczne stopy miękkie magnetycznie (prowadzący dr hab. inż. Jarosław Ferenc). Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z metodą wytwarzania stopów o strukturze nanokrystaliczno-amorficznej przez częściową krystalizację szkieł metalicznych na bazie żelaza, oraz z technikami badań struktury i właściwości (w szczególności magnetycznych) tych stopów. W ramach ćwiczenia studenci wykonują obróbkę cieplną amorficznych taśm, badania kalorymetryczne taśm wyjściowych i po obróbce cieplnej, badania dyfrakcyjne taśm po obróbce cieplnej oraz badania wybranych właściwości magnetycznych. Na podstawie analizy wyników badań określają przebieg procesu krystalizacji, strukturę, wielkość ziaren i ich wpływ na właściwości magnetyczne. 9. Lakiernicze powłoki nanokompozytowe charakteryzujące się walorami samosterylizującymi Prowadzący: Prof. dr hab. inż. Andrzej Olszyna, dr inż. Agnieszka Jastrzębska Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z techniką pokrywania materiałów opakowaniowych lakierniczymi powłokami nanokompozytowymi, dzięki którym pokrywane materiały zyskują właściwości biobójcze, oraz zbadanie wybranych właściwości uzyskanych powłok w odniesieniu do parametrów ich wytwarzania. W pierwszej części zajęć (5 h) studenci samodzielnie przeprowadzą syntezę biobójczych nanocząstek kompozytowych uproszczoną metodą zol-żel. Nanocząstki zostaną następnie zhomogenizowane w rozpuszczalniku a tak otrzymany układ nanokoloidalny zostanie scharakteryzowany pod kątem stabilności i wielkości cząstek. W drugiej części zajęć (5 h) przygotowane nanokoloidy zostaną wymieszane z poligraficznym lakierem dyspersyjnym. Powłoki lakiernicze będą nanoszone przez studentów z wykorzystaniem aplikatorów pozwalających na uzyskanie określonej grubości powłoki. Zostaną ponadto omówione parametry procesu wpływające na jakość powłok lakierniczych oraz właściwości biobójcze. W celach porównawczych studenci osadzą również powłoki referencyjne tj. bez dodatku bioaktywnych nanocząstek. Tak wytworzone powłoki studenci poddadzą badaniom mikrobiologicznym z wykorzystaniem prostych testów półilościowych oraz analizie walorów użytkowych. Na podstawie przeprowadzonych badań studenci przygotują raport z przeprowadzonego ćwiczenia. 10. Otrzymywanie zredukowanego tlenku grafenu Prowadzący: dr inż. Marta Mazurkiewicz-Pawlicka, dr Artur Małolepszy Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z metodami otrzymywania zredukowanego tlenku grafenu. W ramach ćwiczenia studenci przeprowadzą szereg reakcji prowadzących do uzyskania nanomateriału węglowego o różnej zawartości tlenowych grup funkcyjnych. Uzyskane materiały zostaną poddane analizie fizykochemicznej w celu określenia ilościowej zawartości tlenowych grup funkcyjnych. Analiza uzyskanych wyników pozwoli na określenie wpływu warunków procesowych na proces redukcji tlenku grafenu. Na podstawie przeprowadzonych badań studenci przygotują raport z przeprowadzonego ćwiczenia. 11. Wytwarzanie kompozytów polimerowych Prowadzący: dr inż. Marta Mazurkiewicz-Pawlicka, dr Artur Małolepszy Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami wytwarzania nanokompozytów polimerowych. W ramach ćwiczenia studenci będą mieli za zadanie przygotowanie nanokompozytów polimerowych z dodatkiem nanomateriałów węglowych (tlenku grafenu, zredukowanego tlenku grafenu) i ocenę jakości wytworzonych kompozytów – rozmieszczenie napełniacza w osnowie przy wykorzystaniu mikroskopu optycznego, badanie składu chemicznego przy użyciu spektroskopii w podczerwieni (FT-IR) oraz badanie stopnia krystaliczności poprzez pomiary różnicowej kalorymetrii skaningowej (DSC) i spektroskopii FT-IR.Na podstawie przeprowadzonych badań studenci przygotują raport z przeprowadzonego ćwiczenia. 12. Badanie usuwania jonów metali ciężkich przy użyciu hydrożeli zawierających tlenek grafenu Prowadzący: dr inż. Marta Mazurkiewicz-Pawlicka, dr Artur Małolepszy Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z metodami otrzymywania hydrożeli, ich modyfikacji przy użyciu tlenku grafenu i badanie zdolności usuwania jonów metali ciężkich z wody. W ramach ćwiczenia studenci będą mieli za zadanie przygotowanie hydrożeli z dodatkiem tlenku grafenu i ocenę ich zdolności usuwania jonów metali ciężkich z wody. Stężenie jonów określone będzie przy użyciu spektroskopii fluorescencji rentgenowskiej (XRF), na podstawie czego wyznaczona będzie kinetyka sorpcji jonów metali ciężkich. Na podstawie przeprowadzonych badań studenci przygotują raport z przeprowadzonego ćwiczenia.

**Metody oceny:**

Zaliczenie sześciu ćwiczeń

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Instrukcje do ćwiczeń

**Witryna www przedmiotu:**

ch.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna zaawansowane techniki syntezy nanomateriałów i nanostruktur, w tym metodę pracy w atmosferze gazu obojętnego (technika Schlenka),

Weryfikacja:

Efekty pracy laboratoryjnej, prowadzenie dziennika laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W08, IM2\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W2:**

Zna metody charakterystyki budowy nanomateriałów i nanostruktur oraz właściwości fizyko-chemicznych otrzymanych materiałów,

Weryfikacja:

rozmowa z prowadzącym, pisemne sprawozdanie

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Posiada umiejętności korzystania z danych literaturowych i internetowych w celu samodzielnego rozwiązywania zadanych problemów

Weryfikacja:

 Rozmowa z prowadzącym

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW

**Charakterystyka U2:**

Potrafi otrzymać, scharakteryzować i zbadać własności nanomateriałów i nanostruktur

Weryfikacja:

Efekty pracy laboratoryjnej, prowadzenie dziennika laboratoryjnego

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, III.P7S\_UW.1.o, III.P7S\_UW.4.o

**Charakterystyka U3:**

Potrafi opracować i przedyskutować sprawozdanie z otrzymanych wyników badań

Weryfikacja:

Pisemne sprawozdanie, rozmowa z prowadzący

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Potrafi pracować samodzielnie nad zadanym zagadnieniem – problemem naukowym oraz podsumować otrzymane wyniki w celu ich zaprezentowania

Weryfikacja:

Pisemne sprawozdanie, rozmowa z prowadzącym

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** IM2\_K06

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KO