

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ:

Chemiczny

KIERUNEK STUDIÓW:

Advanced Nano and Biomaterials - MONABIPHOT

Przyporządkowany do dyscypliny:

D1 inżynieria materiałowa (dyscyplina wiodąca)

D2 nauki chemiczne

POZIOM KSZTAŁCENIA:

studia drugiego stopnia (3-semestralne)

FORMA STUDIÓW:

stacjonarna

PROFIL:

ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:

angielski

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: **2024/2025**

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Efekty przewidziane do realizacji od semestru zimowego roku akademickiego 2024-2025

WYDZIAŁ CHEMICZNY
Kierunek studiów: Advanced Nano and Biomaterials-MONABIPHOT
Poziom studiów: studia drugiego stopnia
Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki inżynieryjno-techniczne Dyscyplina wiodąca: inżynieria materiałowa
Dziedzina nauki: nauki ścisłe i przyrodnicze Dyscyplina: nauki chemiczne

Objaśnienie oznaczeń:

Odniesienie do charakterystyk PRK

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia studiów - 7 poziom PRK

po znaku podkreślenia:

W – wiedza (rozszerzenie: G = głębia i zakres, K = kontekst),

U – umiejętności (rozszerzenie: W = wykorzystanie wiedzy, K = komunikowanie się, O = organizacja pracy, U = uczenie się),

K – kompetencje społeczne (rozszerzenie: K = krytyczna ocena, O = odpowiedzialność, R = rola zawodowa),

INŻ – efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich.

Symbole kierunkowych efektów uczenia się na II stopniu studiów dla kierunku Advanced Nano and Biomaterials-MONABIPHOT

przed znakiem podkreślenia:

K – kierunkowe efekty uczenia się,

2 – drugi stopień studiów

A – profil ogólnoakademicki

an – kod kierunku

po znaku podkreślenia:

W – kategoria wiedzy, **U** – kategoria umiejętności, **K** – kategoria kompetencji społecznych

| Symbol kierunkowych efektów uczenia się | Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Advanced Nano and Biomaterials-MONABIPHOT Po ukończeniu kierunku studiów absolwent: | Odniesienie do charakterystyk PRK | | |
|---|--|--|---|---|
| | | Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U) | Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S) | |
| | | | Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK | Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich |
| WIEDZA (W) | | | | |
| K2Aan_W01 | Ma pogłębioną wiedzę na temat składu, sposobu syntezy oraz charakterystyki nanomateriałów oraz biomateriałów. Ma wiedzę na temat zastosowań nanomateriałów oraz biomateriałów a także wyboru właściwej metody dla scharakteryzowania tego typu materiałów. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W02 | Zna metody wytwarzania i recyklingu materiałów. Rozumie sposób oddziaływania różnych dodatków na właściwości wytwarzanych materiałów. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W03 | Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw fizycznych oddziaływania pola elektrycznego, magnetycznego i fali elektromagnetycznej z ciekłym kryształem. Ma wiedzę w zakresie klasyfikacji ciekłych kryształów pod względem ich budowy, symetrii, czynnika powodującego powstawanie mezofaz i struktur przestrzennych. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W04 | Ma pogłębioną wiedzę o nowoczesnych metodach obrazowania materiałów z wykorzystaniem zróżnicowanych technik mikroskopowych. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W05 | Posiada wiedzę w zakresie doboru oraz dopasowania modelu matematycznego do danych eksperymentalnych. | P7U_W | P7S_WG | |
| K2Aan_W06 | Zna czynniki decydujące o właściwościach mechanicznych i użytkowych głównych materiałów inżynierskich: metali, stopów, polimerów oraz nanomateriałów zna ich strukturę, przykłady zastosowań oraz wpływ dodatków na właściwości tych materiałów. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W07 | Ma wiedzę w zakresie budowy laserów i innych źródeł światła i generacji promieniowania elektromagnetycznego w wybranych zakresach spektralnych. Zna skutki oddziaływania promieniowania EM na materię. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W08 | Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu spektroskopii. Zna źródła światła używane w spektroskopii. Zna nowe trendy w spektroskopii. | P7U_W | P7S_WG | |
| K2Aan_W09 | Zna pojęcia i zasady ochrony własności intelektualnej, ochrony patentowej i prawa autorskiego. | P7U_W | P7S_WK | |
| K2Aan_W10 | Ma wiedzę na temat uprawnionych metod wnioskowania. | P7U_W | P7S_WK | |
| K2Aan_W11 | Zna podstawowe pojęcia dotyczące przedsiębiorczości i funkcjonowania przedsiębiorstwa. Posiada podstawową wiedzę o procesach zarządzania i związanych z nimi strukturami organizacyjnymi. Zna podstawowe elementy organizowania działalności gospodarczej. | P7U_W | P7S_WK | P7S_WK_INŻ |

| | | | | |
|-------------------------|--|-------|----------------------------|------------|
| K2Aan_W12 | Ma wiedzę dotyczącą technologii łączenia materiałów z wykorzystaniem metod fizycznych i chemicznych. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WK_INŻ |
| K2Aan_W13 | Posiada pogłębioną wiedzę w zakresie charakterystyki chemicznej i fizycznej materiałów oraz jej wpływu na ich właściwości użytkowe | P7U_W | P7S_WG | |
| K2Aan_W14 | Rozumie powiązanie technologii otrzymywania materiałów i kompozytów z ich strukturą oraz właściwościami. Zna i rozumie zagrożenia w laboratorium wytwarzania i badań materiałów lub laboratorium chemicznym. | P7U_W | P7S_WG | |
| K2Aan_W15 | Ma wiedzę ogólną w zakresie badań prowadzonych we współczesnej inżynierii materiałowej i nanoinżynierii materiałowej. | P7U_W | P7S_WG | |
| K2Aan_W16 | Wymienia i wyjaśnia zaawansowane procesy w tworzeniu nowych materiałów oraz aktualne trendy w ich rozwoju. | P7U_W | P7S_WG | |
| K2Aan_W17 | Posiada pogłębioną wiedzę w zakresie narzędzi matematycznych i informatycznych pozwalających na zrozumienie, ilościowy opis, modelowanie i projektowanie materiałów lub obiektów inżynierskich lub procesów chemicznych/biotechnologicznych. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| K2Aan_W18 | Dysponuje pogłębioną wiedzą z zakresu nauk ścisłych i przyrodniczych oraz inżynierijno-technicznych pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami niezbędnymi do opisu materiałów, procesów chemicznych lub biotechnologicznych. | P7U_W | P7S_WG | P7S_WG_INŻ |
| UMIEJĘTNOŚCI (U) | | | | |
| K2Aan_U01 | Potrafi ocenić zachowanie nanomateriałów oraz biomateriałów a także polimerów w różnych warunkach. | P7U_U | P7S_UW | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U02 | Potrafi zaprojektować i przeprowadzić eksperymenty dla nanomateriałów, materiałów polimerowych i biomateriałów. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U03 | Potrafi przeprowadzić rozeznanie literaturowe z zakresie konkretnego problemu naukowo-badawczego. Posiada podstawowe umiejętności planowania i przeprowadzania badań naukowych. | P7U_U | P7S_UU P7S_UK | |
| K2Aan_U04 | Potrafi przeprowadzać eksperymenty naukowe, opracowywać i interpretować ich wyniki oraz wiązać je z odpowiednimi teoriami lub hipotezami naukowymi. Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia. Umie stosować zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym. | P7U_U | P7S_UU P7S_UK P7S_UW | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U05 | Potrafi przedstawić cele i wyniki swojej pracy naukowej w formie ustnej prezentacji, posługując się nowoczesnymi technikami informacyjno-komunikacyjnymi. Potrafi przygotować, w języku polskim lub obcym, opracowanie naukowe przedstawiające wyniki własnych badań naukowych. | P7U_U | P7S_UK P7S_UW | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U06 | Dysponuje odpowiednimi dla języka specjalistycznego środkami językowymi i potrafi używać języka specjalistycznego we wszystkich działaniach językowych, aby porozumiewać się w środowisku zawodowym w zakresie studiowanego kierunku studiów, rozumie obcojęzyczne teksty ze swojej specjalności i potrafi je interpretować. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | |
| K2Aan_U07 | Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu A1/A2 i B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | |
| K2Aan_U08 | Potrafi myśleć krytycznie i argumentować swoje stanowisko. | P7U_U | P7S_UK | |

| | | | | |
|----------------------------------|--|-------|------------------|------------|
| K2Aan_U09 | Potrafi zidentyfikować priorytety swojego działania, zarówno indywidualnego jak i podczas współdziałania w grupie. | P7U_U | P7S_UW P7S_UO | |
| K2Aan_U10 | Potrafi samodzielnie planować i realizować ciągłe doksztalcanie się oraz ukierunkowuje innych w tym zakresie | P7U_U | P7S_UU | |
| K2Aan_U11 | Potrafi wyznaczyć właściwości chemiczne, fizykochemiczne i mechaniczne materiałów i nanostruktur | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | |
| K2Aan_U12 | Wykorzystuje technologie informacyjne do rozwiązywania zadań, w tym inżynierskich. Dobiera i stosuje metody/narzędzia matematyczne i informatyczne w planowaniu, projektowaniu, optymalizacji i analizie eksperymentów, obiektów i procesów chemicznych. | P7U_U | P7S_UW | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U13 | Potrafi badać zjawiska fotochemiczne zachodzące w nano i biomateriałach. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U14 | Potrafi przeprowadzić eksperyment badawczy w zakresie ciekłych kryształów. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | |
| K2Aan_U15 | Potrafi samodzielnie opracowywać i prezentować stan wiedzy na podstawie publikacji naukowych. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | |
| K2Aan_U16 | Potrafi samodzielnie wykonać badania materiałowe zaawansowanymi technikami, potrafi analizować i interpretować uzyskane wyniki. | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | P7S_UW_INŻ |
| K2Aan_U17 | Stosuje techniki mikroskopowe do jakościowej i ilościowej interpretacji zjawisk chemicznych, fizycznych i biologicznych | P7U_U | P7S_UW P7S_UK | P7S_UW_INŻ |
| KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K) | | | | |
| K2Aan_K01 | Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści. | P7U_K | P7S_KK | |
| K2Aan_K02 | Rozumie potrzebę przedsiębiorczego myślenia i działania oraz jest świadomy potrzeby działania na rzecz interesu publicznego. | P7U_K | P7S_KO | |
| K2Aan_K03 | Rozumie potrzebę podejmowania inicjatyw, inspirowania i organizowania działalności na rzecz otoczenia społeczno-gospodarczego. | P7U_K | P7S_KO | |
| K2Aan_K04 | Odpowiedzialnie współdziała w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze. | P7U_K | P7S_KR | |
| K2Aan_K05 | Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. | P7U_K | P7S_KR | |
| K2Aan_K06 | Uznaje ważność i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności naukowej i inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, a także związaną z tym odpowiedzialność. | P7U_K | P7S_KK P7S_KO | |
| K2Aan_K07 | Ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej i konieczności podtrzymywania etosu zawodu inżyniera. | P7U_K | P7S_KR | |
| K2Aan_K08 | Jest gotów do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów w zakresie studiowanego kierunku i nauk pokrewnych; uznaje potrzebę zasięgnięcia opinii ekspertów w razie trudności w rozwiązywaniu problemów. | P7U_K | P7S_KK | |

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

| | |
|--|-----------------------------------|
| Kierunek studiów: Advanced Nano and Biomaterials - MONABIPHOT | Profil: ogólnoakademicki |
| Poziom studiów: studia drugiego stopnia (3 sem. magisterskie) | Forma studiów: stacjonarna |

1. Opis ogólny

| | |
|---|--|
| <i>1.1 Liczba semestrów</i> 3 | <i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie</i> 90 |
| <i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć</i> 1095 | <i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia)</i> są określone w zarządzeniu: „Warunki i tryb rekrutacji” w Politechnice Wrocławskiej |
| <i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów</i> magister inżynier | <i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwość zatrudnienia</i> <i>Absolwent posiada wiedzę teoretyczną i umiejętności pozwalające na rozwiązywanie zagadnień związanych z projektowaniem i charakteryzacją nowoczesnych materiałów w tym nanomateriałów oraz materiałów oddziałujących ze światłem. Ma pogłębioną wiedzę praktyczną a także teoretyczną z zakresu specjalności, którą reprezentuje. Posiada umiejętność interpretacji i ilościowego opisu podstawowych zjawisk fizykochemicznych, prowadzenia prac laboratoryjnych i badawczych oraz kierowania zespołami ludzkimi i organizacji pracy takich zespołów. Sprawnie posługuje się językiem specjalistycznym z zakresu badań bio i nanomateriałów oraz ciekłych kryształów i polimerów. Jest przygotowany do podjęcia studiów w Szkole Doktorskiej. Absolwent zna podstawy programowania i sprawnie korzysta z Internetu.</i> |

| | |
|--|---|
| <p>1.7 <i>Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p><i>Możliwość ubiegania się o przyjęcie do Szkoły Doktorskiej, studia podyplomowe</i></p> | <p>1.8 <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju</i></p> <p><i>Misja i strategia rozwoju Politechniki Wrocławskiej zostały określone w dokumencie pt. „Strategia Politechniki Wrocławskiej 2023-2030”.</i></p> <p><i>Program studiów II stopnia na kierunku Advanced Nano and Biomaterials - Monabiphot wpisuje się w kluczowe obszary strategii i nadrzędne cele strategiczne zarówno z obszaru kształcenia, jak i badań naukowych i współpracy z otoczeniem. Jest też zgodny z misją „tworzenia i przekazywania wiedzy, odpowiadającej na nowe wyzwania i możliwości pojawiające się przed społeczeństwem, gospodarką i cywilizacją”.</i></p> <p><i>Program studiów wpisuje się w cele strategiczne poprzez: (1) rozwijanie twórczych umiejętności o charakterze pracy naukowej poprzez zwiększony wymiar zajęć związanych z realizacją pracy dyplomowej, (2) duży udział (ponad 50 %) zajęć czynnych, jak laboratoria, ćwiczenia, seminaria i projekty, (3) dbałość o równowagę pomiędzy przekazywaną wiedzą ogólną, a specjalistyczną, (4) dostarczanie studentom wiedzy i umiejętności obejmujących najnowsze osiągnięcia nauki z zakresu innowacyjnych technologii materiałowych, (5) rozwijanie kompetencji społecznych, ze szczególnym naciskiem na rozwój umiejętności pracy zespołowej, (6) rozwijanie zdolności pracy metodą projektową.</i></p> |
|--|---|

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: **W (wiedza) = 18 U (umiejętności) = 17 K (kompetencje) = 8,**
W + U + K = 43

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:
D1 26 (wiodąca)
D2 17

2.3 Dla kierunku przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:
D1 60% punktów ECTS
D2 40 % punktów ECTS

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów - **DN** (*musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2*)
70 pkt ECTS

2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (*musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2*)

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Potrzeby rynku pracy w zakresie **Advanced Nano and Biomaterials - MONABIPHOT** zostały pośrednio przedstawione w niniejszym Programie Studiów w pozycji Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia. Wymienione tam przygotowanie absolwentów odzwierciedlają między innymi następujące efekty uczenia się: (1) Zna metody wytwarzania materiałów metalicznych, polimerowych i biomateriałów. Rozumie sposób oddziaływania różnych dodatków na właściwości wytwarzanych materiałów, (2) Posiada podstawową wiedzę z doboru oraz dopasowania modelu matematycznego do danych eksperymentalnych., (3) Potrafi ocenić zachowanie nanomateriałów oraz biomateriałów a także polimerów w różnych warunkach, (4) Potrafi zaprojektować eksperymenty dla nanomateriałów, materiałów polimerowych i biomateriałów. (5) Potrafi samodzielnie wykonać badania materiałowe zaawansowanymi technikami, potrafi analizować i interpretować uzyskane wyniki. Zakładane efekty uczenia się wpisują się w aktualne potrzeby sektora projektowania, wytwarzania i przetwarzania nowoczesnych materiałów znajdujących zastosowanie w różnych branżach przemysłu. Efekty uczenia się są dopasowane w taki sposób, żeby absolwent kierunku był gotowy do rozpoczęcia pracy także w firmach zajmujących się kontrolą jakości i charakteryzacją wytwarzanych/przetwarzanych materiałów metalicznych, ceramicznych, polimerowych i kompozytowych.

2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia (wpisać sumę punktów ECTS dla przedmiotów/ grup zajęć oznaczonych kodem BU¹, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)

49,15 pkt ECTS

2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych

| | |
|---|----------|
| Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych | 4 |
| Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych | 0 |
| Łączna liczba punktów ECTS | 4 |

2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS przedmiotów/grup zajęć oznaczonych kodem P)

| | |
|---|-----------|
| Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych | 23 |
| Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych | 32 |
| Łączna liczba punktów ECTS | 55 |

2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS przedmiotów/grup zajęć oznaczonych kodem O)

8 punktów ECTS

2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS)

41 punktów ECTS

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Weryfikacja i ocena efektów uczenia się wraz z odniesieniem do przedmiotów lub grup przedmiotów w trakcie całego cyklu kształcenia odbywa się w odniesieniu do informacji zawartych w kartach przedmiotów (sylabusach). Co do zasady prowadzona jest ona za pomocą kartkówek, kolokwium i egzaminów, w trakcie których student ma za zadanie wykazać się odpowiednim poziomem wiedzy. Efekty uczenia się z zakresu umiejętności są weryfikowane w trakcie zajęć praktycznych, a także na podstawie opracowywanych sprawozdań, projektów i prac końcowych.

Student zdobywa wiedzę i umiejętności uczestnicząc w zajęciach teoretycznych i praktycznych, które w znacznym stopniu bazują na wynikach badań naukowych prowadzonych przez nauczycieli akademickich – opiekunów przedmiotów i prowadzących zajęcia ze studentami. Podstawę kształcenia stanowią przedmioty laboratoryjne, seminaryjne i projektowe. Kształcenie na kierunku studiów prowadzone jest zgodnie z zasadą zwiększania stopnia skomplikowania zadań teoretycznych i praktycznych stawianych przed studentami. Do praktyki dydaktycznej wdrażane są nowoczesne metody kształcenia, dzięki czemu rośnie aktywność studentów w trakcie zajęć. Przedmioty teoretyczne o charakterze wykładów i seminariów uzupełniane są o zajęcia projektowe i laboratoryjne, które obejmują m.in.: modelowanie i projektowanie komputerowe, a także prowadzenie badań naukowych. Program uzupełniają przedmioty humanistyczne i lektoraty. Tok kształcenia kończy się egzaminem dyplomowym sprawdzającym wiedzę teoretyczną studenta oraz obroną pracy dyplomowej magisterskiej.

4. Lista bloków zajęć:

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.1.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. pkt. ECTS):*

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólnouczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.1.1.2 Blok *Języki obce (min. pkt ECTS):*

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólnouczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.1.1.3 Blok *Zajęcia sportowe (0 pkt ECTS):*

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólnouczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.1.4 Technologie informacyjne (min. ... pkt ECTS):

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno-uczelniane ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Razem dla bloków kształcenia ogólnego

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|---|---|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| | | | | | | | | | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związanych/-a z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.2.1 Blok *Matematyka*

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|----------|---|---|--|------------------|----------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03ANB-SM2007L | Mathematical methods in planning and analysis of experiment | | | 2 | | | K2Aan_W05 K2Aan_W10 K2Aan_W17 K2Aan_U06 K2Aan_U08 K2Aan_U12 | 30 | 50 | 2 | | 1,4 | T | Z | | | P | PD |
| Razem | | | | | 2 | | | 30 | 50 | 2 | | 1,4 | | | | | 2 | | |

4.1.2.2 Blok *Fizyka*

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|------------------------------------|------------------|------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.1.2.3 Blok *Chemia*

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|------------------|-----------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03ANB-SM2002W | Modern spectroscopy | 2 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W08 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | PD |
| Razem | | | 2 | | | | | | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | | 1 | | | | |

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|----------|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 2 | | 2 | | | 60 | 100 | 4 | 2 | 2,7 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.3 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Form a ² prze dmi otu/ grup y zajęć | Spos ób ³ zali czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-----|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|------------------|------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łąc zna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno -uczel niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03ANB-SM2006W | Liquid crystals for photonics | 2 | | | | | K2Aan_W03 K2Aan_W15 | 30 | 75 | 3 | 3 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 2 | W03ANB-SM2006L | Liquid crystals for photonics. | | | 1 | | | K2Aan_W03 K2Aan_U04 K2Aan_U11 K2Aan_U14 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T | Z | | DN | P | K |
| 3 | W03ANB-SM2005W | Modern polymers | 2 | | | | | K2Aan_W01 K2Aan_W15 K2Aan_W18 | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |
| 4 | W03ANB-SM2004W | Bioorganic chemistry | 2 | | | | | K2Aan_W13 K2Aan_W14 K2Aan_W15 | 30 | 75 | 3 | 3 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 5 | W03ANB-SM2003W | Biophotonics | 1 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W13 | 15 | 50 | 2 | | 0,65 | T/Z | Z | | | | K |
| 6 | W03ANB-SM2003S | Biophotonics. | | | | | 2 | K2Aan_W07 K2Aan_U05 K2Aan_U06 K2Aan_U08 | 30 | 50 | 2 | | 1,4 | T/Z | Z | | | P | K |
| 7 | W03ANB-SM2001W | Fluorescence spectroscopy and bioimaging | 2 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W13 | 30 | 75 | 3 | 3 | 1,3 | T/Z | Z | | DN | | K |
| 8 | W03ANB-SM2001C | Fluorescence spectroscopy and bioimaging. | | 1 | | | | K2Aan_U12 K2Aan_U17 K2Aan_U16 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| 9 | W03ANB-SM2014W | Advanced functional materials | 2 | | | | | K2Aan_W02 K2Aan_W04 K2Aan_W06 K2Aan_W12 K2Aan_W16 K2Aan_W18 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 10 | W03ANB-SM2014S | Advanced functional materials. | | | | | 2 | K2Aan_W12 K2Aan_W15 K2Aan_U05 K2Aan_U06 K2Aan_U08 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,4 | T/Z | Z | | DN | P | K |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|--|--|-----------|--|-----------|--|----------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|--|----------|--|-----------|
| | | | | | | | | K2Aan_U10 K2Aan_U12 K2Aan_U13 K2Aan_U15 K2Aan_U16 K2Aan_U17 | | | | | | | | | | | | |
| Razem | | | | | | | 20 | 2 | 10 | | 6 | 570 | 1125 | 45 | 39 | 25,6 | | 5 | | 21 |

Razem (dla bloków kierunkowych):

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|----------|-----------|---|----------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 20 | 2 | 10 | | 6 | 570 | 1125 | 45 | 39 | 25,6 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2 Lista bloków wybieralnych

4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (min. 5 pkt ECTS):*

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|--|---------------|------------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno-uczelniane ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1. | W03-SM2002BH | Managerial course I | 1 | | | | | K2Aan_K02 K2Aan_K03 K2Aan_K07 | 15 | 60 | 2 | | 0,65 | T/Z | Z | O | | | KO |
| 2. | W03-SM2001BH | Managerial course II | 2 | | | | | K2Aan_W11 K2Aan_K02 K2Aan_K03 K2Aan_K07 | 30 | 90 | 3 | | 1,3 | T/Z | Z | O | | | KO |
| Razem | | | 3 | | | | | | 45 | 150 | 5 | | 1,95 | | | | | | |

4.2.1.2 Blok *Języki obce (min. 3 pkt ECTS):*

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|----------------------------|---|--------------------------|----------|---|---|---|--|---------------|-----------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno-uczelniane ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1. | SJO-SM0003 | Foreign language II | | 3 | | | | K2Aan_U07 K2Aan_U10 K2Aan_K01 K2Aan_K04 | 45 | 60 | 2 | | 1,8 | T/Z | Z | O | | P | KO |
| 2. | SJO-SM0004 | Foreign language I | | 1 | | | | K2Aan_U07 K2Aan_U10 K2Aan_K01 K2Aan_K04 | 15 | 30 | 1 | | 0,6 | T/Z | Z | O | | P | KO |
| Razem | | | | 4 | | | | | 60 | 90 | 3 | | 2,4 | | | | | 3 | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związanych/-a z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|---|---|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 3 | 4 | | | | 105 | 240 | 8 | | 4,35 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

1.2.2.1 Blok *Matematyka* (min... pkt ECTS):

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólnouczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.2.2.2 Blok *Fizyka* (min. pkt ECTS):

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólnouczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.2.2.3 Blok *Chemia* (min.... pkt ECTS):

| Lp. | Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-------|----------------------------|---|--------------------------|---|---|---|---|---------------------------|---------------|------|------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólnouczelniany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| Razem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|---|---|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| | | | | | | | | | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związanych/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.3 Lista bloków kierunkowych

4.2.3.1 Blok Profil dyplomowania (min. 29 pkt ECTS)

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|-----------|---|----------|--|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03W03-SM2053S | Graduation proseminar | | | | | 1 | K2Aan_U08 K2Aan_U15 K2Aan_K01 K2Aan_K07 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| 2 | W03W03-SM2054D | Graduate laboratory I | | | 4 | | | K2Aan_U03 K2Aan_U04 K2Aan_U09 K2Aan_K01 K2Aan_K05 K2Aan_K07 | 60 | 150 | 6 | 6 | 3 | T | Z | | DN | P | K |
| 3 | W03W03-SM2055D | Graduate laboratory II | | | 14 | | | K2Aan_U03 K2Aan_U04 K2Aan_U09 K2Aan_U10 K2Aan_U13 K2Aan_K01 K2Aan_K05 K2Aan_K07 | 210 | 500 | 20 | 20 | 9,5 | T | Z | | DN | P | K |
| 4 | W03W03-SM2056S | Graduation seminar | | | | | 1 | K2Aan_U05 K2Aan_U08 K2Aan_K01 K2Aan_K06 K2Aan_K07 K2Aan_K08 | 15 | 50 | 2 | 2 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| Razem | | | | | 18 | | 2 | | 300 | 725 | 29 | 29 | 13,9 | | | | 29 | | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.3.2 Blok *Przedmioty wybieralne kierunkowe*

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|------------------------------|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno -uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03ANB-SM20BW | Elective course* | 4 | | | | | K2Aan_W16 K2Aan_K08 | 60 | 100 | 4 | | 2,6 | T/Z | Z | | | | K |
| Razem | | | 4 | | | | | | 60 | 100 | 4 | | 2,6 | | | | | | |

Lista kursów wybieralnych Elective course *

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-----|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|------------------------------|------------------|------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno -uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03ANB-SM2101w | Nonlinear optics for Chemists. | 2 | | | | | | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |
| 2 | W03ANB-SM2102w | Biomaterials | 2 | | | | | | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |
| 3 | W03ANB-SM2103w | Metallic materials | 2 | | | | | | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |
| 4 | W03ANB-SM2104w | Basics molecular dynamics | 2 | | | | | | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |

*Lista przedmiotów wybieralnych kierunkowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do przedmiotu „elective course”(2w).

Razem dla bloków kierunkowych:

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|----|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 4 | | 18 | | 2 | 360 | 825 | 33 | 29 | 16,5 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**4.3 Blok praktyk (opinia rady konsultacyjnej wydziału nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...)
nie dotyczy**

4.4 Blok „praca dyplomowa” (o ile jest przewidywana na studiach pierwszego stopnia)

| | | |
|--|---|--|
| Typ pracy dyplomowej | licencyjna / inżynierska / magisterska* | |
| Liczba semestrów pracy dyplomowej | Liczba punktów ECTS | Kod |
| 3 | 29 | W03W03-SM2053S W03W03-SM2054D W03W03-SM2055D W03W03-SM2056S |
| Charakter pracy dyplomowej | | |
| Praca dyplomowa studiów II stopnia (magisterskich) powinna mieć znamiona pracy naukowej, doświadczalnej lub teoretycznej, o charakterze podstawowym lub praktycznym. Praca powinna zaowocować nowymi wynikami oryginalnych badań lub rozwiązań techniczno-technologicznych, a jej prezentacja w formie pisemnego dzieła powinna zawierać uzyskane wyniki oraz pokazać wiedzę i umiejętności autora, w tym między innymi: (1) zdolność do formułowania celów i problemów badawczych; (2) umiejętność korzystania z literatury i innych źródeł wiedzy; (3) umiejętność planowania i przeprowadzania badań i innych działań prowadzących do zrealizowania postawionych celów i problemów; (4) umiejętność poprawnej interpretacji wyników; (5) umiejętność posługiwania się precyzyjnym i jasnym językiem oraz właściwego dobierania materiałów graficznych ilustrujących przedstawiane zagadnienia | | |
| Liczba punktów ECTS BU ¹ | 13,9 | |
| Liczba punktów ECTS DN ⁵ | 29 | |

5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

| Typ zajęć | Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się |
|-----------------|---|
| wykład | np. egzamin, kolokwium |
| ćwiczenia | np. test, kolokwium |
| laboratorium | np. wejściówka, sprawozdanie z laboratorium |
| projekt | np. obrona projektu |
| seminarium | np. udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej |
| praca dyplomowa | przygotowana praca dyplomowa |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

6. Zakres egzaminu dyplomowego

1. Chemia i fizykochemia nano- i bio- materiałów
2. Metody projektowania nano- i bio- materiałów
3. Inżynieria nano- i bio- materiałów -wybrane zagadnienia

7.Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

Każdy przedmiot z planu studiów powinien być zaliczony zgodnie z planem studiów. W przypadku konieczności powtarzania przedmiotu, przedmiot ten powinien być zaliczony w najbliższym semestrze, w których jest oferowany.

***T/Z** Forma „zdalna” dopuszczalna za zgodą Dziekana w wyjątkowych sytuacjach, pod warunkiem, że nie będzie stanowić więcej niż 75% ECTS. Zapis T/Z dotyczy wyłącznie zajęć w takiej formie jak: wykład, ćwiczenia i seminarium.

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

8. Plan studiów (załącznik nr 5)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....
Data

.....
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

PLAN STUDIÓW

| | |
|---|--|
| WYDZIAŁ: | CHEMICZNY |
| KIERUNEK STUDIÓW: | Advanced Nano and Biomaterials - MONABIPHOT |
| POZIOM KSZTAŁCENIA: | studia drugiego stopnia (3sem) |
| FORMA STUDIÓW: | stacjonarna |
| PROFIL: | ogólnoakademicki |
| JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: | angielski |
| OBYWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: | 2024/2025 |

Struktura planu studiów (opcjonalnie)

1) w układzie punktowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

2) w układzie godzinowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

STUDIA II STOPNIA, MAGISTERSKIE (3 sem)

KIERUNEK: Advanced Nano and Biomaterials-MONABIPHOT

| Sem. | I | II | III |
|-------|---|---|--|
| Godz. | 25h / 30ECTS / 3E | 25h / 30ECTS / 3E | 23h / 30ECTS |
| 26 | | | |
| 25 | Fluorescence spectroscopy and bioimaging 2w + 1c (3 + 1 ECTS) | Elective courses 2w (2 ECTS) | |
| 24 | | | |
| 23 | | Laser and microscopic techniques in materials analysis | Elective courses 2w (2 ECTS) |
| 22 | Modern spectroscopy 2w (2 ECTS) E | 2w (2 ECTS) | |
| 21 | | Nonlinear Optics for Chemists 1l (2 ECTS) | Advanced functional materials 6l (6 ECTS) |
| 20 | Biophotonics | Nanoscale physics | |
| 19 | 1w + 2s (2 + 2 ECTS) | 2w + 1l (2+2 ECTS) | |
| 18 | | | |
| 17 | Bioorganic chemistry 2w (3 ECTS) E | Nanomaterials 2w + 1s (2 +1 ECTS) | |
| 16 | | | Graduate laboratory II 14l (20 ECTS) |
| 15 | Modern polymers 2w (2 ECTS) | Organic electronics | |
| 14 | | | |
| 13 | Liquid crystals for photonics 2w + 1l (3 + 1 ECTS) E | 1w + 1s (1+1 ECTS) | |
| 12 | | Advanced research methods in the engineering of materials E | |
| 11 | | 2w + 1c + 1l (2 + 1 + 2 ECTS) | |
| 10 | Mathematical methods in planning and analysis of experiment 2l (2 ECTS) | | |
| 9 | | Advanced functional materials 2w + 2s (2 + 2 ECTS) E | |
| 8 | Managerial course II 2w (3 ECTS) | | Graduate laboratory I 4l (6 ECTS) |
| 7 | | | |
| 6 | Managerial course I 1w (2 ECTS) | | |
| 5 | Foreign language II 3c (2 ECTS) | | |
| 4 | | | Graduation seminar 1s (2 ECTS) |
| 3 | | | |
| 2 | Foreign language I 1c (1 ECTS) | | |
| 1 | Graduation proseminar 1s (1 ECTS) | | |
| Sem. | I | II | III |

1. Zestaw przedmiotów / grup zajęć obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 21

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Form a ² prze- mi- otu/ grup y zajęć | Spos- ób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|----------|----------|----------|---|--|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03ANB-SM2007L | Mathematical methods in planning and analysis of experiment | | | 2 | | | K2Aan_W05 K2Aan_W10 K2Aan_W17 K2Aan_U06 K2Aan_U08 K2Aan_U12 | 30 | 50 | 2 | | 1,4 | T | Z | | | P | PD |
| 2 | W03ANB-SM2006W | Liquid crystals for photonics | 2 | | | | | K2Aan_W03 K2Aan_W15 | 30 | 75 | 3 | 3 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 3 | W03ANB-SM2006L | Liquid crystals for photonics. | | | 1 | | | K2Aan_W03 K2Aan_U04 K2Aan_U11 K2Aan_U14 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T | Z | | DN | P | K |
| 4 | W03ANB-SM2005W | Modern polymers | 2 | | | | | K2Aan_W01 K2Aan_W15 K2Aan_W18 | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |
| 5 | W03ANB-SM2004W | Bioorganic chemistry | 2 | | | | | K2Aan_W13 K2Aan_W14 K2Aan_W15 | 30 | 75 | 3 | 3 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 6 | W03ANB-SM2003W | Biophotonics | 1 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W13 | 15 | 50 | 2 | | 0,65 | T/Z | Z | | | | K |
| 7 | W03ANB-SM2003S | Biophotonics. | | | | 2 | | K2Aan_W07 K2Aan_U05 K2Aan_U06 K2Aan_U08 | 30 | 50 | 2 | | 1,4 | T/Z | Z | | | P | K |
| 8 | W03ANB-SM2002W | Modern spectroscopy | 2 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W08 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | PD |
| 9 | W03ANB-SM2001W | Fluorescence spectroscopy and bioimaging | 2 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W13 | 30 | 75 | 3 | 3 | 1,3 | T/Z | Z | | DN | | K |
| 10 | W03ANB-SM2001C | Fluorescence spectroscopy and bioimaging. | | 1 | | | | K2Aan_U12 K2Aan_U16 K2Aan_U17 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| Razem | | | 11 | 1 | 3 | 2 | | | 255 | 525 | 21 | 13 | 11,35 | | 3 | | | 6 | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

9 punktów ECTS

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|--|-----------------------------|----------|---|---|----------|--|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęc DN ⁵ | zajęc BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1 | W03-SM2002BH | Managerial course I | 1 | | | | | K2Aan_K02 K2Aan_K03 K2Aan_K07 | 15 | 60 | 2 | | 0,65 | T/Z | Z | O | | | KO |
| 2 | W03-SM2001BH | Managerial course II | 2 | | | | | K2Aan_W11 K2Aan_K02 K2Aan_K03 K2Aan_K07 | 30 | 90 | 3 | | 1,3 | T/Z | Z | O | | | KO |
| 3 | SJO-SM0003 | Foreign language II | | 3 | | | | K2Aan_U07 K2Aan_U10 K2Aan_K01 K2Aan_K04 | 45 | 60 | 2 | | 1,8 | T/Z | Z | O | | P | KO |
| 4 | SJO-SM0004 | Foreign language I | | 1 | | | | K2Aan_U07 K2Aan_U10 K2Aan_K01 K2Aan_K04 | 15 | 30 | 1 | | 0,6 | T/Z | Z | O | | P | KO |
| 5 | W03W03-SM2053S | Graduation proseminar | | | | | 1 | K2Aan_U08 K2Aan_U15 K2Aan_K01 K2Aan_K07 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| Razem | | | 3 | 4 | | | 1 | | 120 | 265 | 9 | 1 | 5,05 | | | | | 4 | |

Razem w semestrze

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|----------|----------|---|----------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 14 | 5 | 3 | | 3 | 375 | 790 | 30 | 14 | 16,4 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Semestr 2

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe

liczba punktów ECTS 22

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedmiotu/ grupy zajęć | Sposób ³ zaliczenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|-----|--------------------------------|---|-----------------------------|---|---|---|---|--|------------------|------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno-uczelniane ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1. | W03ANB-SM2014W | Advanced functional materials | 2 | | | | | K2Aan_W02 K2Aan_W04 K2Aan_W06 K2Aan_W12 K2Aan_W16 K2Aan_W18 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 2. | W03ANB-SM2014S | Advanced functional materials. | | | | | 2 | K2Aan_W12 K2Aan_W15 K2Aan_U05 K2Aan_U06 K2Aan_U08 K2Aan_K07 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,4 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| 3. | W03ANB-SM2013W | Advanced research methods in the engineering of materials | 2 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W14 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 4. | W03ANB-SM2013C | Advanced research methods in the engineering of materials | | 1 | | | | K2Aan_W14 K2Aan_U02 K2Aan_U11 K2Aan_K08 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| 5. | W03ANB-SM2013L | Advanced research methods in the engineering of materials | | | 1 | | | K2Aan_W14 K2Aan_U02 K2Aan_U13 K2Aan_U16 K2Aan_K08 | 15 | 50 | 2 | 2 | 0,7 | T | Z | | DN | P | K |
| 6. | W03ANB-SM2012W | Organic electronics | 1 | | | | | K2Aan_W07 K2Aan_W13 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,65 | T/Z | Z | | DN | | K |
| 7. | W03ANB-SM2012S | Organic electronics. | | | | | 1 | K2Aan_W13 K2Aan_W15 K2Aan_U05 K2Aan_U06 K2Aan_U08 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| 8. | W03ANB-SM2011W | Nanomaterials | 2 | | | | | K2Aan_W06 K2Aan_W13 | 30 | 50 | 2 | 2 | 1,3 | T/Z | E | | DN | | K |
| 9. | W03ANB-SM2011S | Nanomaterials. | | | | | 1 | K2Aan_W13 K2Aan_W15 | 15 | 25 | 1 | 1 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem w semestrze:

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|---|---|---|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 13 | 1 | 7 | | 4 | 375 | 750 | 30 | 28 | 17,05 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Semestr 3

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 6

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|----------|---|---|---|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ₆ | rodzaj ⁷ |
| 1. | W03ANB-SM2014L | Advanced functional materials.. | | | 6 | | | K2Aan_W04 K2Aan_W12 K2Aan_U01 K2Aan_U04 K2Aan_U09 K2Aan_U10 K2Aan_U12 K2Aan_U13 K2Aan_U15 K2Aan_U16 K2Aan_U17 | 90 | 150 | 6 | 6 | 4,2 | T | Z | | DN | P | K |
| Razem | | | | | 6 | | | | 90 | 150 | 6 | 6 | 4,2 | | | | | 6 | |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

24 punkty ECTS

| Lp. | Kod przedmiotu/ grupy zajęć | Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK) | Tygodniowa liczba godzin | | | | | Symbol efektu uczenia się | Liczba godzin | | Liczba pkt. ECTS | | | Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć | Spo- sób ³ zali- czenia | Przedmioty/grupa zajęć | | | |
|--------------|--------------------------------|---|-----------------------------|---|-----------|---|----------|--|------------------|------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|---|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| | | | w | ć | l | p | s | | ZZU | CNPS | łącna | zajęć DN ⁵ | zajęć BU ¹ | | | ogólno- uczel- niany ⁴ | zw. z dział. nauk ⁵ | o char. prakt. ⁶ | rodzaj ⁷ |
| 1. | W03ANB-SM20BW | Elective course* | 2 | | | | | K2Aan_W16 K2Aan_K08 | 30 | 50 | 2 | | 1,3 | T/Z | Z | | | | K |
| 2. | W03W03-SM2055D | Graduate laboratory II | | | 14 | | | K2Aan_U03 K2Aan_U04 K2Aan_U09 K2Aan_U10 K2Aan_U13 K2Aan_K01 K2Aan_K05 K2Aan_K07 | 210 | 500 | 20 | 20 | 9,5 | T | Z | | DN | P | K |
| 3. | W03W03-SM2056S | Graduation seminar | | | | | 1 | K2Aan_U05 K2Aan_U08 K2Aan_K01 K2Aan_K06 K2Aan_K07 K2Aan_K08 | 15 | 50 | 2 | 2 | 0,7 | T/Z | Z | | DN | P | K |
| Razem | | | 2 | | 14 | | 1 | | 255 | 600 | 24 | 22 | 11,5 | | | | | 22 | |

Razem w semestrze:

| Łączna liczba godzin | | | | | Łączna liczba godzin ZZU | Łączna liczba godzin CNPS | Łączna liczba punktów ECTS | Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵ | Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹ |
|----------------------|---|----|---|---|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| w | ć | l | p | s | | | | | |
| 2 | | 20 | | 1 | 345 | 750 | 30 | 28 | 15,7 |

***Lista przedmiotów wybieralnych kierunkowych/specjalnościowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do przedmiotu „elective course”(2w).**

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

| Kod przedmiotu/grupy zajęć | Nazwy przedmiotów/ grup zajęć kończących się egzaminem | Semestr |
|----------------------------|---|---------|
| W03ANB-SM2006W | Liquid crystals for photonics | 1 |
| W03ANB-SM2004W | Bioorganic chemistry | |
| W03ANB-SM2002W | Modern spectroscopy | |
| W03ANB-SM2014W | Advanced functional materials | 2 |
| W03ANB-SM2013W | Advanced research methods in the engineering of materials | |
| W03ANB-SM2006W | Nanomaterials | |

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

| Semestr | Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze |
|---------|--|
| 1 | 15 |
| 2 | 15 |
| 3 | 0 |

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

Samorząd studencki aprobuje Plan studiów II stopnia na kierunku **Advanced Nano and Biomaterials - MONABIPHOT**

.....
Data

.....
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną działal. naukową – DN

⁶ Przedmiot / grupa zajęć o charakterze praktycznym – P. W grupie zajęć w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

KARTY PRZEDMIOTÓW

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|--|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Zaawansowane Materiały Funkcjonalne Nazwa przedmiotu w języku angielskim Advanced Functional Materials Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT Specjalność (jeśli dotyczy):</p> <p>Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski* Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM2014W, W03ANB-SM2014L, W03ANB-SM2014S Grupa kursów NIE</p> |
|--|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|----------|-----------|---------------------|---------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 90 | | 30 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | 150 | | 50 |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | egzamin | | zaliczenie na ocenę | | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 6 | | 2 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 6 | | 2 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | 4,2 | | 1,4 |

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ogólna wiedza z matematyki, fizyki i chemii

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Rozszerzenie wiedzy na temat materiałów stosowanych w nowoczesnej inżynierii materiałowej.
 C2 Nabycie doświadczenia w samodzielnym opracowywaniu i prezentowaniu stanu wiedzy na podstawie publikacji naukowych
 C3 Poznanie metod pomiarowych zaawansowanych materiałów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Ma wiedzę ogólną w zakresie badań prowadzonych we współczesnej inżynierii materiałowej
- PEU_W02 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów fotorefrakcyjnych
- PEU_W03 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów fotochromowych
- PEU_W04 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów termo-, elektro- i solwatochromowych
- PEU_W05 Ma wiedzę na temat wytwarzania, właściwości i badań półprzewodników organicznych i nieorganicznych
- PEU_W06 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań związków na bazie węgla
- PEU_W07 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów do gromadzenia energii
- PEU_W08 Ma wiedzę na temat wytwarzania i badań światłowodów i kryształów fotonicznych
- PEU_W09 Ma wiedzę na temat nowoczesnych materiałów stosowanych w medycynie
- PEU_W10 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań metamateriałów
- PEU_W11 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów magnetycznych i ferroelektrycznych
- PEU_W12 Ma wiedzę na temat właściwości i badań nadprzewodników
- PEU_W13 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów porowatych
- PEU_W14 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań materiałów ceramicznych
- PEU_W15 Ma wiedzę na temat syntezy, właściwości i badań barwników luminescencyjnych

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Potrafi samodzielnie opracowywać i prezentować stan wiedzy na podstawie publikacji naukowych
- PEU_U02 Potrafi samodzielnie wykonać badania materiałowe zaawansowanymi technikami
- PEU_U03 Potrafi analizować i interpretować uzyskane wyniki

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Student potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
- PEU_K02 student jest gotowy do krytycznej oceny swojej wiedzy i otrzymanych treści

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Współczesna inżynieria materiałowa | 2 |
| Wy2 | Materiały fotorefrakcyjne | 2 |
| Wy3 | Materiały fotochromowe | 2 |
| Wy4 | Materiały termo-, elektro- i solwatochromowe | 2 |
| Wy5 | Półprzewodniki organiczne i nieorganiczne | 2 |
| Wy6 | Materiały węglowe | 2 |
| Wy7 | Materiały do gromadzenia energii | 2 |
| Wy8 | Światłowody i kryształy fotoniczne | 2 |

| | | |
|------|--|-----------|
| Wy9 | Materiały w medycynie | 2 |
| Wy10 | Metamateriały | 2 |
| Wy11 | Materiały magnetyczne i ferroelektryczne | 2 |
| Wy12 | Nadprzewodniki | 2 |
| Wy13 | Materiały porowate | 2 |
| Wy14 | Materiały ceramiczne | 2 |
| Wy15 | Barwniki luminescencyjne | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
|--------------------------------|-------------|----------------------|
| Ćw1 | | |
| Ćw2 | | |
| Ćw3 | | |
| Ćw4 | | |
| .. | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| La1 | Szkolenie BHP. Sposób prowadzenia laboratorium. Rozmieszczenie stanowisk wraz z ich omówieniem. Wymagania dotyczące zaliczenia kursu. | 6 |
| La2 | Właściwości luminescencyjne barwników organicznych | 6 |
| La3 | Metody wyznaczania grubości nanowarstw | 6 |
| La4 | Nanomateriały-efekty rozmiarowe | 6 |
| La5 | OFET – wytwarzanie i charakterystyka | 6 |
| La6 | OLED – wytwarzanie i charakterystyka | 6 |
| La7 | Charakterystyka ciekłych kryształów | 6 |
| La8 | Pomiar właściwości fototropowych ciekłych kryształów | 6 |
| La9 | Dwuwymiarowa analiza termooptyczna | 6 |
| La10 | Wydajność kwantowa metoda porównawczą | 6 |
| La11 | Fotochemiczna synteza zawiesin nanostrukturalnego srebra | 6 |
| La12 | Chemiczna synteza zawiesin nanostrukturalnego złota | 6 |
| La13 | Wytwarzanie nanowarstw | 6 |
| La14 | Powtórzenie materiału | 6 |
| La15 | Powtórzenie materiału, sprawdzenie wiedzy i zaliczenie kursu | 6 |
| | Suma godzin | 90 |

| Forma zajęć - projekt | | Liczba godzin |
|------------------------------|-------------|----------------------|
| Pr1 | | |
| Pr2 | | |
| Pr3 | | |
| Pr4 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|---------------------------------|--|----------------------|
| Se1 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy1 | 2 |
| Se2 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy2 | 2 |
| Se3 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy3 | 2 |
| Se4 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy4 | 2 |

| | | |
|------|---|----|
| Se5 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy5 | 2 |
| Se6 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy6 | 2 |
| Se7 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy7 | 2 |
| Se8 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy8 | 2 |
| Se9 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy9 | 2 |
| Se10 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy10 | 2 |
| Se11 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy11 | 2 |
| Se12 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy12 | 2 |
| Se13 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy13 | 2 |
| Se14 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy14 | 2 |
| Se15 | Prezentacje studentów dotyczące tematu Wy15 | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją multimedialną oraz wykład z wykorzystaniem tablicy
 N2. Wykonywanie zadań w laboratorium
 N3. Dyskusja problemowa
 N4. Testy sprawdzające (krótkie prace pisemne) – stosowane na zajęciach laboratoryjnych
 N5. Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--|---|
| F1 (laboratorium) | PEU_U02 | kartkówki |
| F2 (laboratorium) | PEU_U03 | sprawozdania |
| P (wykład) | PEU_W01 - PEU_W015 | egzamin końcowy |
| P (seminarium) | PEU_U01 PEU_U03, PEU_K01- PEU_K02 | ocena prezentacji multimedialnej |
| P (laboratorium) = (F1+F2)/2 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Artykuły oryginalne z Web of Science
 [2] Źródła internetowe

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Wewnętrzne instrukcje do poszczególnych zajęć laboratoryjnych

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię,
nazwisko, adres e-mail)**

Prof. dr hab. inż. Jarosław Myśliwiec, jaroslaw.mysliwiec@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim <i>Zaawansowane metody badawcze w inżynierii materiałów</i></p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Advanced research methods in the engineering of materials</i></p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT w</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):</p> <p>Poziom studiów: <i>II stopień</i></p> <p>Forma studiów: <i>stacjonarna</i></p> <p>Rodzaj przedmiotu: <i>obowiązkowy</i></p> <p>Język wykładowy: <i>angielski</i></p> <p>Cykl kształcenia od: <i>2024/2025</i></p> <p>Kod przedmiotu W03ANB-SM2013W, W03ANB-SM2013C, W03ANB-SM2013L</p> <p>Grupa kursów FAK/NIE*</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|---------------------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | 15 | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | 25 | 25 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Egzamin | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | 1 | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 1 | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | 0,65 | 0,7 | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|---|
| <p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawowa wiedza o budowie atomu i wiązaniach chemicznych. 2. Podstawowa wiedza o strukturze popularnych materiałów inżynierskich. 3. Podstawy elektrochemii, pojęcie potencjału elektrochemicznego, zjawisko korozji elektrochemicznej. 4. Podstawy mikroskopii optycznej i oceny morfologii powierzchni. |
|---|

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zrozumienie znaczenia powierzchni ciała stałego w nanotechnologii.
- C2. Zapoznanie studentów z nowoczesnymi i zaawansowanymi technikami badań powierzchni, morfologii i struktury materiałów inżynierskich.
- C3. Umiejętność doboru odpowiedniej metody określania: składu powierzchniowego, topografii powierzchni, przyczepności i twardości do badanego materiału.
- C4. Zrozumienie oddziaływań powierzchni materiału ze środowiskiem korozyjnym.
- C5. Umiejętność zastosowania norm przy wykonywaniu pomiarów oraz ich statystycznego opracowania.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Student posiada elementarną wiedzę teoretyczną o metodach XPS/AES oraz aparaturze pracującej w ultra wysokiej próżni.
- PEU_W02 Student ma podstawową wiedzę o możliwościach badawczych oznaczania składu chemicznego powierzchni metodą XPS oraz AES.
- PEU_W03 Student ma podstawową wiedzę o mikroskopii elektronowej (SEM) oraz mikroanalizie rentgenowskiej (EDS), a także o systemie orientacji i detekcji faz na podstawie dyfrakcji elektronów wstecznie rozproszonych (EBSD).
- PEU_W04 Student ma podstawową wiedzę o sposobie wyznaczania właściwości mechanicznych materiałów na podstawie przeprowadzonych pomiarów mikrotwardości oraz przyczepności, a także o sposobie wyznaczania parametrów geometrycznych powierzchni.
- PEU_W05 Student ma podstawową wiedzę o rodzajach korozji elektrochemicznej i laboratoryjnych technikach badania odporności na korozję materiałów. Student ma podstawową wiedzę o elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej (EIS).
- PEU_W06 Student zna podstawy spektroskopii impedancyjnej do określania właściwości materiałowych materiałów dielektrycznych.
- PEU_W07 Student zna podstawy analizy strukturalnej metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRD) w analizie metali i ich stopów i materiałów ceramicznych.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Student potrafi scharakteryzować jakościowo i ilościowo badaną powierzchnię ciała stałego.
- PEU_U02 Student potrafi wykonać podstawowe operacje na widmach XPS i skorzystać z internetowych baz danych XPS oraz AES w celu jakościowej interpretacji widm XPS, AES.
- PEU_U03 Student potrafi dobrać odpowiednie do badanego materiału parametry pracy mikroskopu skaningowego (SEM), mikroanalizy (EDS) oraz skorzystać z baz danych EDS i EBSD.
- PEU_U04 Student potrafi wykonać pomiar polaryzacyjny stałoprądowy i umie wyznaczyć podstawowe wielkości elektryczne charakteryzujące proces korozji.
- PEU_U05 Student potrafi wykonać pomiar techniką EIS, zanalizować i zinterpretować najprostsze widmo impedancyjne, zaproponować elektryczny obwód zastępczy.
- PEU_U06 Student potrafi wyznaczyć podstawowe właściwości materiału dielektrycznego stosując spektroskopię impedancyjną.
- PEU_U07 Student potrafi zinterpretować dyfraktogram XRD.
- PEU_U08 Student w oparciu o dostępne normy potrafi zinterpretować charakter uszkodzeń materiału powłoki w trakcie pomiarów przyczepności metodą *scratch-test*.
- PEU_U09 Student potrafi zarejestrować profil powierzchni badanego materiału i wyznaczyć na jego podstawie najważniejsze parametry geometryczne badanej powierzchni.
- PEU_U10 Student potrafi zmierzyć grubość powłoki/cienkiej warstwy i zinterpretować zależność zagłębienia od przyłożonej siły w trakcie pomiaru mikrotwardości.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student jest gotów zastosować uzyskaną wiedzę do rozwiązania problemów badawczych.
PEU_K02 Student rozumie potrzebę skorzystania z wiedzy eksperta przy interpretacji uzyskanych wyników badań.

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
| Wy1 | XPS, AES – pojęcia podstawowe: powierzchnia, notacja spektroskopowa i rentgenowska. Proces fotoelektryczny – emisja pierwotna i wtórna. | 2 |
| Wy2 | Rentgenowska spektroskopia fotoelektronów (XPS/ESCA). „Głębokość” w analizach XPS/AES. Widmo i jego składowe. Etapy procesu analitycznego. Spektroskopia elektronów Augera (AES). Podstawowe instrumentarium (UHV, analizator energii, źródło fotonów, działło jonowe, manipulator). | 2 |
| Wy3 | Praktyczne zastosowania spektroskopii elektronów w inżynierii materiałów. Przykłady widm (XPS/AES) i ich interpretacji: w mikroelektronice, ceramice, katalizie, materiałach półprzewodnikowych i polimerowych, metalurgii, korozji materiałów. | 2 |
| Wy4 | Podstawowe techniki polaryzacyjne badania odporności na korozję materiałów. Układy pomiarowe. Interpretacja charakterystyk prądowo-napięciowych. | 2 |
| Wy5 | Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna (EIS). Impedancja i sposoby jej przedstawiania, podstawowe pojęcia, dostępne techniki pomiarowe, widma i ich analiza, elektryczne modele zastępcze w badaniu procesów korozji. | 2 |
| Wy6 | Metody profilometryczne wyznaczania topografii powierzchni powłok i cienkich warstw. | 2 |
| Wy7 | Wyznaczanie grubości powłok i cienkich warstw. Dostępne nieniszczące techniki pomiarowe. | 2 |
| Wy8 | Wyznaczanie mikrotwardości powłok i cienkich warstw. | 2 |
| Wy9 | Wyznaczanie przyczepności powłok i cienkich warstw. | 2 |
| Wy10 | Spektroskopia impedancyjna materiałów dielektrycznych. | 2 |
| Wy11 | Podstawy mikroskopii elektronowej (SEM) oraz mikroanalizy rentgenowskiej (EDS). Podstawowe instrumentarium (detektory elektronów i promieniowania rentgenowskiego, układ próżniowy, preparaty stosowane w mikroskopii elektronowej). | 2 |
| Wy12 | Zastosowanie SEM, EDS oraz EBSD w inżynierii materiałowej. Przykłady zdjęć SEM, widm i składu chemicznego EDS oraz map orientacji krystalograficznej (EBSD). Podstawy interpretacji widm. | 2 |
| Wy13 | Zastosowanie technik SEM/PFIB oraz TEM w analizie struktury powłok i cienkich warstw. Preparatyka próbek. Współczesne możliwości analityczne. | 2 |
| Wy14 | Badania strukturalne metali i ich stopów oraz materiałów ceramicznych metodą dyfrakcji promieniowania rentgenowskiego (XRD). | 2 |
| Wy15 | Analiza związków organicznych z wykorzystaniem chromatografii gazowej i spektrometrii mas (GC-MS). | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|
| Ćw1 | Zajęcia wstępne | 1 |

| | | |
|-----|---|----|
| Ćw2 | | 2 |
| Ćw3 | Interpretacja widm impedancji korodującego metalu z wykorzystaniem dostępnych fizycznych modeli procesu korozji. Obliczanie wartości elementów elektrycznego obwodu zastępczego nieliniową metodą najmniejszych kwadratów. | 2 |
| Ćw4 | Zapoznanie z oprogramowaniem do interpretacji widm XPS i AES na podstawie rzeczywistych widm doświadczalnych. Widma elektronów: interpretacje jakościowe i ilościowe. Akwizycja widm nisko- i wysokorozdzielczych. | 2 |
| Ćw5 | Identyfikacja składowych widm. Obliczenia ilościowe składu pierwiastkowego powierzchni. Eliminacja ubocznych składników widma, metody wyznaczania linii tła. Kalibracja widm. Dekonwolucja prostych widm XPS, identyfikacja wiązań i związków chemicznych. Korzystanie z baz widm (XPS, AES). | 2 |
| Ćw6 | Obliczanie średniej drogi swobodnej elektronów (IMFP) na podstawie dostępnych modeli. Obliczanie grubości warstw pasywnych/tlenkowych na podstawie wybranych modeli. | 2 |
| Ćw7 | Wyznaczanie właściwości dielektrycznych metodą spektroskopii impedancyjnej. Analiza i interpretacja widm impedancji. | 2 |
| Ćw8 | Analiza GC-MS. Analiza i interpretacja chromatogramów wybranych substancji organicznych. | 2 |
| | Suma godzin | 15 |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| La1 | Zajęcia wstępne. BHP pracy w laboratorium. | 1 |
| La2 | Wyznaczanie szybkości korozji metodami liniowego oporu polaryzacji oraz krzywych polaryzacyjnych. | 2 |
| La3 | Metoda EIS w badaniach procesów korozji wybranych metali i stopów. | 2 |
| La4 | Pomiary chropowatości powierzchni metodą profilometrii stykowej. Rejestracja profili i wyznaczanie podstawowych parametrów geometrycznych powierzchni w oparciu o normę. | 2 |
| La5 | Pomiary grubości powłok metodami indukcji magnetycznej i prądów wirowych. | 2 |
| La6 | Badanie przyczepności powłok metalowych metodą <i>scratch-test</i> . Mikroskopowa ocena toru zarysowania w oparciu o normę. Pomiary mikrotwardości powłok i cienkich warstw. Metoda Oliver'a i Pharr'a. Statystyczne opracowanie wyników. | 2 |
| La7 | Analizy morfologii powierzchni materiału za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Obrazowanie w trybie elektronów wtórnych i wstecznie rozproszonych. | 2 |
| La8 | Analiza ilościowa w oparciu o mikroanalizę rentgenowską (EDS), a także analiza map orientacji krystalograficznej materiałów ceramicznych, metali i półprzewodników. | 2 |
| | Suma godzin | 15 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|
| N1. Prezentacja multimedialna – wykład tematyczny. |
| N2. Wykonanie ćwiczeń praktycznych w laboratorium. |
| N3. Pokaz/demonstracja. |
| N4. Komputer. |
| N5. Wykorzystanie dostępnej literatury naukowej (<i>Web of Science, Scopus</i>), bazy danych NIST. |
| N6. Wykorzystanie programów SpecLab, XPSPeak, Quases, oprogramowania Gamry, SAI, CSM, Bruker, FEI, TEAM. |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|---|---|
| P (wykład) | PEU_W01- PEU_W07 | Kolokwium końcowe |
| F1 (laboratorium) | PEU_W01- PEU_W07, PEU_U01- PEU_U10, PEU_K01 -K02 | Ocena ze sprawozdania |
| F2 (laboratorium) | PEU_W01- PEU_W07, PEU_U01- PEU_U10, PEU_K01-K02 | Ocena z kartkówki |
| F1 = P1 (ćwiczenia) | PEU_W01- PEU_W07, PEU_U01- PEU_U10, PEU_K01-K02 | Ocena z kartkówki |
| P (laboratorium) = średnia arytmetyczna ocen formujących F1 i F2 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] XPSPeak41 Manual
- [2] An Introducing to Surface Analysis by XPS and AES; J.F. Watts, J.Wolstenholme, John Wiley&Sons Ltd., 2003
- [3] Electrochemical Impedance Spectroscopy; Mark E. Orazem, Bernard Tribollet, John Wiley & Sons Ltd., 2011.
- [4] Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis 4th ed., Goldstein, J.I., Newbury, D.E., Michael, J.R., Ritchie, N.W.M., Scott, J.H.J., Joy, D.C., 2018.
- [5] K. Nitsch, Zastosowanie spektroskopii impedancyjnej w badaniach materiałów elektronicznych, Oficyna Wydawnicza PWr, 1999.
- [6] B. D. Cullity and S. R. Stock, Elements of X-ray Diffraction, Pearson, 2001.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] <http://www.casaxps.com/ebooks/ebooks.htm>
- [2] Oliver W.C., Pharr G.M. „An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments”. Journal of Materials Research. Vol. 7, No. 6 (1992): pp. 1564÷1583.
- [3] <https://www.gamry.com/application-notes/EIS/basics-of-electrochemical-impedance-spectroscopy/>
- [4] <https://www.bruker.com/products/surface-and-dimensional-analysis/stylus-profilometers/dektak-xt/learn-more.html/>
- [5] <https://blog.phenom-world.com/>
- [6] <https://www.ameteksi.com/products/materials-testing-systems/1296a-dielectric-interface>
- [7] <https://www.fei.com/products/sem/quanta-sem/>

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT
(imię, nazwisko, adres e-mail)**

dr hab. inż. Juliusz Winiarski, juliusz.winiarski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Chemia bioorganiczna Nazwa przedmiotu w języku angielskim Bioorganic Chemistry Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: I/ II stopień / jednolite studia magisterskie* Forma studiów: stacjonarna / niestacjonarna* Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany * Język wykładowy: polski/angielski* Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM2004W Grupa kursów NIE</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 75 | | | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Egzamin | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | X | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | | | |

*niepotrzebne skreślić

| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH | |
|--|---|
| 1. | Znajomość podstaw chemii organicznej i biochemii |
| 2. | Znajomość podstaw metod chromatograficznych i spektroskopowych |
| 3. | Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem technik laboratoryjnych chemii organicznej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia |
| 4. | Znajomość języka angielskiego |

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z zagadnieniami chemii bioorganicznej
- C2. Zapoznanie studentów z zagadnieniami mimetyków procesów biochemicznych
- C3. Zapoznanie studentów z zagadnieniami receptorów molekularnych
- C4. Zapoznanie studentów z budową, właściwościami oraz wykorzystaniem poszczególnych grup związków wykorzystywanych w chemii bioorganicznej
- C5. Zapoznanie studentów z praktycznymi możliwościami wykorzystania poszczególnych grup związków jako mimetyków enzymatycznych oraz receptorów molekularnych
- C6. Zapoznanie studentów z metodami otrzymywania receptorów makrocyclicznych
- C7. Zapoznanie studentów z literaturą naukową oraz przykładami literaturowymi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – wie co to jest co to jest chemia bioorganiczna i zna zakres jej stosowalności
- PEU_W02 – zna właściwości poszczególnych grup związków mających zastosowanie w chemii bioorganicznej
- PEU_W03 – zna zastosowanie omawianych, poszczególnych grup związków w chemii bioorganicznej
- PEU_W04 – zna podstawowe metody otrzymywania związków makrocząsteczkowych
- PEU_W05 – zna rodzaje oddziaływań międzycząsteczkowych oraz wie jakie związki biorą udział w tworzeniu poszczególnych oddziaływań
- PEU_W06 – wie co to jest chemia supramolekularna, zna różne typy i potrafi podać przykłady zastosowania kompleksów supramolekularnych

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Prezentacja ogólnej charakterystyki przedmiotu | 2 |
| Wy2 | Mimetyki peptydów i białek | 2 |
| Wy3 | Mimetyki kwasów nukleinowych DNA i RNA | 2 |
| Wy4 | Struktura, właściwości i zastosowanie cyklodekstryn | 2 |
| Wy5 | Struktura, właściwości i zastosowanie dendrymerów | 2 |
| Wy6 | Budowa, właściwości i zastosowanie kaliksarenów | 2 |
| Wy7 | Budowa, właściwości i zastosowanie cyklofanów | 2 |
| Wy8 | Struktura, właściwości i zastosowanie eterów koronowych i poliamin cyklicznych | 2 |
| Wy9 | Mimetyki enzymów – druk molekularny polimerów | 2 |
| Wy10 | Kataliza micelarna, liposomy, mimetyki kwasów tłuszczowych | 2 |
| Wy11 | Budowa, właściwości i zastosowanie porfiryn | 2 |
| Wy12 | Węglowodany i ich pochodne | 2 |
| Wy13 | Receptory dla związków posiadających grupy diolowe | 2 |
| Wy14 | Zastosowanie alotropowych ugrupowań węgla w chemii bioorganicznej | 2 |
| Wy15 | Struktura, właściwości i zastosowanie rotaksanów i katenanów | 2 |

| | |
|-------------|-----------|
| Suma godzin | 30 |
|-------------|-----------|

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|
| N1. Wykład informacyjno-problemowy z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej N2. Konsultacje N3. Praca własna studenta |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| Wykład | | |
| P | PEU_W01 - PEU_W06 | Egzamin w formie ustnej - prezentacja |
| Laboratorium | | |
| F1 | | |
| F2 | | |
| P | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Jerry L. Atwood, Comprehensive Supramolecular Chemistry, Elsevier LTD 2017 [2] Marcel Van de Voorde, Nanoscience and Nanotechnology, De Gruyter 2018 [3] Czasopisma naukowe |
| <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> Aktualne książki z zakresu chemii bioorganicznej, nanotechnologii i chemii supramolekularnej |
| NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail) |
| Piotr Młynarz, piotr.mlynarz@pwr.wroc.pl |

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Biofotonika</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Biophotonics</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: angielski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03ANB-SM2003W, W03ANB-SM2003S</p> <p>Grupa kursów NIE</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|----------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | | 30 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | | 30 |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Z | | | | Z |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | 2 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 2 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65 | | | | 1,4 |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Chemia ogólna 2. Podstawy fizyki 3. Podstawy biologii na poziomie szkoły średniej |

| |
|---|
| CELE PRZEDMIOTU |
| C1 Uzyskanie dodatkowej wiedzy z zakresu syntezy, charakteryzacji i zastosowania materiałów dla biofotoniki |
| C2 Wiedza na temat nowoczesnej biofotoniki |

| | |
|----|---|
| C3 | Uzyskanie dodatkowej wiedzy na temat materiałów wykorzystywanych w biofotonicie |
| C4 | Zapoznanie studenta z nowoczesną biofotonicą |
| C5 | Wiedza na temat rozwoju i ograniczeń biofotoniki |

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu biofotoniki

PEU_W02 – Zna nowe metody syntezy materiałów dla biofotoniki

PEU_W03- Zna nowoczesne metody charakteryzacji materiałów dla biofotoniki

PEU_W04- Zna podstawowe metody funkcjonalizacji materiałów dla biofotoniki

PEU_W05- Rozumie oraz potrafi wytłumaczyć opisy w biofotonicie

PEU_W06- Zna i rozumie wybrane zastosowania materiałów dla biofotoniki

PEU_W07- Zna i rozumie perspektywy i zagrożenia związane z syntezą i zastosowaniem materiałów dla biofotoniki

PEU_W08 – Zna nowoczesne metody fototerapii dynamicznej

PEU_W09 – Ma znajomość toksyczności nanobiomateriałów

PEU_W10- Zna zastosowania DNA w biofotonicie

PEU_W11 – Zna nowe metody biosyntezy nanomateriałów

PEU_W12 – Zna popularne biopolimery i ich zastosowanie

PEU_W13 – Posiada wiedzę na temat biokryształów fotonicznych

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – Potrafi nazwać i zdefiniować biofotonicę. Zna najnowszą literaturę dotyczącą biofotoniki. Wyszukuje informacje z zakresu biofotoniki z dostępnych źródeł.

PEU_U02 - Zna współczesne metody obrazowania

PEU_U03- Potrafi nazwać i zdefiniować zaawansowany sprzęt wykorzystywany w biofotonicie

PEU_U04- Ma umiejętności językowe z zakresu biofotoniki.

PEU_U05- Potrafi nazwać i zdefiniować materiały biofotoniczne.

PEU_U06- Ma umiejętności językowe z zakresu biofotoniki.

PEU_U07- potrafi dokonać krytycznej analizy persPEUtyw zastosowania biofotoniki

PEU_U08- Potrafi nazwać i zdefiniować nowe biomateriały

PEU_U09- Zna najnowszą literaturę dotyczącą biofotoniki

PEU_U10 – Zna różnorodne zastosowania terapii fotodynamicznej

PEU_U11 – Potrafi podać przykład bioczuJNIKA

PEU_U12 – Zna materiały biopochodne dla fotoniki i inżynierii materiałowej

PEU_U13- Umie zdefiniować biokryształy fotoniczne

PEU_U14 – Zna technikę drukowania 3-D dla biomateriałów

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1 | Fundamentals of light-matter interactions. | 2 |
| Wy2 | Principles of Lasers, Current Laser Technology and Nonlinear Optics | 2 |
| Wy3 | Bioimaging – principles, techniques and applications | 2 |
| Wy4 | Principles of biosensors | 2 |
| Wy5 | Plasmonic nanoparticles for cancer detection and treatment | 2 |
| Wy6 | Light activated therapy – photodynamic therapy | 2 |
| Wy7 | Photonics biocrystals | 2 |
| Wy8 | Biocompatible materials for photonics – 3-D printing of new biomaterials. | 1 |
| | Suma godzin | 15 |

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|---------------------------------|---|----------------------|
| Forma zajęć – seminarium | | Liczba godzin |
| Sem1 | Bioimaging | 2 |
| Sem2 | Bioimaging in therapies | 2 |
| Sem3 | Biosensors | 2 |
| Sem4 | Biosensors in practice | 2 |
| Sem5 | Plasmonic nanoparticles for cancer detection and treatment | 4 |
| Sem6 | Photodynamic therapy | 2 |
| Sem7 | Antibacterial photodynamic therapy | 2 |
| Sem8 | Photonics crystals in nature | 4 |
| Sem9 | Advances in 3-D printing for medicine | 4 |
| Sem10 | Biomaterials for photonics | 4 |
| Sem11 | Nonlinear bioimaging | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | |
|--|---|
| N1 | Wykłady multimedialne |
| N2 | Seminaria warsztatowe |
| N3 | Praca własna – przygotowanie prezentacji/referatu |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA | | |
|---|--|--|
| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer przedmiotowego efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
| F1 (wykład) | PEU-W1 do W13 | Prezentacja / wykład |

| | | |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------|
| F1 = P1 (seminarium) | PEU-W1 do W13, PEU-U1 do U14 | Prezentacja |
| P (Prezentacja/referat) | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] M. Jürgen, T. Mayerhöfer, and J Popp Handbook of biophotonics, Wiley 2013

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Paras N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, 2004
- [2] Paras N. Prasad, Introduction to Biophotonics, 2004
- [3] Challa Kumar, Nanomaterials for Medical Diagnosis and Therapy, Wiley, 2007
- [4] Yoon Yeo, Nanoparticulate drug delivery systems : strategies, technologies, and applications, Wiley, 2013

**NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię,
nazwisko, adres e-mail)**

Dr hab. inż. Katarzyna Matczyszyn, katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Spektroskopia fluorescencyjna i bioobrazowanie Nazwa przedmiotu w języku angielskim Fluorescence spectroscopy and bioimaging Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials - MONABIPHOT Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM2001W, W03ANB-SM2001C Grupa kursów NIE</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | 15 | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 75 | 25 | | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | 1 | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 1 | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | 0,7 | | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| <p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> Ogólna wiedza nt. biochemii i chemii Podstawowe umiejętności w zakresie projektowania i analizy eksperymentów, wykonywania obliczeń |
|--|

| |
|------------------------|
| CELE PRZEDMIOTU |
|------------------------|

C1 Zapewnienie zrozumienia podstawowych zasad i wybranych tematów chemii biologicznej oraz ich podstaw eksperymentalnych

C2 Umożliwienie studentom zdobycia wiedzy i zrozumienia wybranych aspektów spektroskopii fluorescencyjnej, spektrometrii mas i bioobrazowania w kontekście wizualizacji białek. Będzie to realizowane poprzez cykle wykładów, ćwiczeń oraz pokazów w laboratorium

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 student zna podstawy biologii chemicznej, biologii nowotworów oraz rolę enzymów w zdrowiu i chorobie

PEU_W02 student zna nowoczesne technologie wizualizacji białek w próbkach biologicznych ze szczególnym uwzględnieniem detekcji enzymów z wykorzystaniem sond chemicznych i przeciwciał

PEU_W03 student zna i rozumie zasady działania spektrofluorometrycznych czytników płytek, spektrometrów masowych, mikroskopii konfokalnej i cytometrii masowej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi zastosować zasady różnych technik biochemicznych do wizualizacji białek w próbkach biologicznych z wykorzystaniem spektrofluorymetru, LC-MS, mikroskopii fluorescencyjnej, systemu bioobrazowania w podczerwieni i cytometrii masowej

PEU_U02 potrafi analizować i krytycznie oceniać wyniki uzyskane przy zastosowaniu ww. technik i systemów

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie do chemii biologicznej | 2 |
| Wy2 | Podstawy biologii molekularnej oraz biologii komórki | 2 |
| Wy3 | Wprowadzenie do proteomiki | 2 |
| Wy4 | Techniki biochemiczne w naukach o życiu | 2 |
| Wy5 | Techniki proteomiczne w naukach o życiu | 2 |
| Wy6 | Choroby cywilizacyjne: biologia nowotworów | 2 |
| Wy7 | Choroby cywilizacyjne: cukrzyca | 2 |
| Wy8 | Proteomiczne techniki wizualizacji aktywności enzymatycznej | 2 |
| Wy9 | Fluorescencyjne techniki wizualizacji aktywności enzymatycznej | 2 |

| | | |
|------|--|-----------|
| Wy10 | Mikroskopia fluorescencyjna w analizie białek | 2 |
| Wy11 | Cytometria przepływowa w diagnostyce chorób | 2 |
| Wy12 | Wprowadzenie do cytometrii masowej | 2 |
| Wy13 | Wprowadzenie do obrazowej cytometrii masowej | 2 |
| Wy14 | Zastosowanie cytometrii masowej do wieloparametrycznej analizy | 2 |
| Wy15 | Egzamin | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
|--------------------------------|--|----------------------|
| Ćw1 | Wprowadzenie do kinetyki reakcji enzymatycznych (metody i obliczenia) | 2 |
| Ćw2 | Wprowadzenie do proteomikę (metody i obliczenia) | 2 |
| Ćw3 | Metody spektrometrii mass w badaniu hydrolizy enzymatycznej | 2 |
| Ćw4 | Detekcja aktywności enzymów za pomocą sond chemicznych oraz metod proteomicznych | 2 |
| Ćw5 | Detekcja aktywności enzymów za pomocą technik fluorescencyjnych (sondy chemiczne i przeciwciała) | 2 |
| Ćw6 | Aplikacja spektrometrii masowej w proteomice klinicznej | 2 |
| Ćw7 | Aplikacja cytometrii masowej w proteomice klinicznej | 2 |
| Ćw8 | Podsumowanie, zaliczenie przedmiotu, konsultacje | 1 |
| | Suma godzin | 15 |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|-----------------------------------|-------------|----------------------|
| La1 | | |
| La2 | | |
| La3 | | |
| La4 | | |
| La5 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - projekt | | Liczba godzin |
|------------------------------|-------------|----------------------|
| Pr1 | | |
| Pr2 | | |
| Pr3 | | |
| Pr4 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|---------------------------------|-------------|----------------------|
| Se1 | | |
| Se2 | | |
| Se3 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | |
|--|--|
| N1. Prezentacja pptx. | |
| N2. Literatura naukowa | |

N3. Dane do obliczeń I analizy wygenerowane z czytników fluorescencji, spektrofluorometrów, cytometrów przepływowego i masowego, mikroskopu konfokalnego, spektrometru masowego.

N4. Inne narzędzia: pokaz w laboratorium, wykład specjalnego gościa, symulacje online, analizy kazuistyczne, projekty grupowe.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|--|
| P (wykład) | PEU_W01-W03 | Kolokwium |
| F1 (ćwiczenia) | PEU_U01-U02 | Aktywność studentów podczas zajęć |
| F2 (ćwiczenia) | PEU_U01-U02 | Jakość prezentacji studentów, obliczeń, etc. |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] **Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology**, by Keith Wilson and John Walker, *Cambridge University Press*
- [2] **Principles of Fluorescence Spectroscopy**, by Joseph R. Lakowicz, *Springer*
- [3] **Proteomics: Principles, Techniques, and Analysis** Syrawood Publishin House, Peter Wyatt
- [4] **High-Dimensional Single Cell Analysis: Mass Cytometry, Multi-parametric Flow Cytometry and Bioinformatic Techniques**, by Harris G. Fienberg and Garry P. Nolan, *Springer*

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] **Biochemistry: The Chemical Reactions of Living Cells**, by David Metzler, *Elsevier*
- [2] **Introduction to Cancer Biology** by Robin Hesketh, *Cambridge University Press*
- [3] **Handbook of Proteolytic Enzymes**, by Neil D. Rawlings and Guy S. Salvesen, *Elsevier*

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Marcin Poręba, marcin.poreba@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|--|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Laserowe i mikroskopowe techniki w badaniach materiałów</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Laser and microscopy techniques in materials analysis</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: angielski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03ANB-SM2008W</p> <p>Grupa kursów NIE</p> |
|--|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU) | 1,3 | | | | |

*niepotrzebne usunąć

| |
|---|
| <p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</p> |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy fizyki 2. Podstawy spektroskopii 3. Podstawy chemii |

| |
|--|
| 4. Podstawy biologii na poziomie szkoły średniej |
|--|

| CELE PRZEDMIOTU | |
|-----------------|--|
| C1 | Wiedza na temat podstawowych zagadnień z zakresu mikroskopii |
| C2 | Zapoznanie studenta z nowoczesnymi technikami mikroskopowymi |
| C3 | Nauczenie wyboru odpowiednich technik mikroskopowych do badania określonych materiałów |

| PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA |
|--|
| <p>Z zakresu wiedzy: Osoba, która zaliczyła przedmiot: PEU_W01 – Zna podstawy mikroskopii optycznej PEU_W02 – Zna metody mikroskopii fluorescencyjnej PEU_W03- Zna metody mikroskopii czasów życia fluorescencji PEU_W04- Zna metody mikroskopii wielofotonowej PEU_W05- Zna podstawy mikroskopii elektronowej PEU_W06- Zna techniki mikroskopii ze skanującą sondą (AFM, STM) PEU_W07- Zna techniki mikroskopii bliskiego pola PEU_W08 – Zna najnowsze metody mikroskopowe obrazowania poniżej limitu dyfrakcji</p> |

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|----------------------|--|---------------|
| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
| Wy1 | Podstawy mikroskopii optycznej (podstawowe elementy mikroskopu, pojęcie rozdzielczości mikroskopu, mikroskopia jasnego pola, ciemnego pola, polaryzacyjna itd.) | 2 |
| Wy2 | Podstawowe pojęcia mikroskopii fluorescencyjnej i konfokalnej (mikroskopia fluorescencyjna, autofluorescencja, znaczniki fluorescencyjne, mikroskopia konfokalna) | 2 |
| Wy3 | Metody mikroskopii fluorescencyjnej i mikroskopia czasów życia (techniki FRAP, FRET, TIRF, FLIM) | 2 |
| Wy4 | Mikroskopia wielofotonowa (wielofotonowa fluorescencja, generacja drugiej i trzeciej harmonicznej (SHG, THG), mikroskopia CARS) | 2 |
| Wy5 | Mikroskopia elektronowa (skaningowa mikroskopia elektronowa SEM, transmisyjna mikroskopia elektronowa TEM) | 2 |
| Wy6 | Mikroskopia sił atomowych i inne techniki mikroskopowe ze skanującą sondą (mikroskop sił atomowych AFM, skaningowy mikroskop tunelowy STM) | 2 |
| Wy7 | Mikroskopia bliskiego pola (metody skaningowej mikroskopii bliskiego pola NSOM) | 2 |
| Wy8 | Mikroskopia elektronowa w praktyce | 2 |

| | | |
|------|--|-----------|
| Wy9 | Mikrosopia skaningowa w praktyce | 2 |
| Wy10 | Metody superrozdzielczej mikroskopii (techniki STED, GSD, mikroskopia statystyczna STORM, PALM) | 2 |
| Wy11 | Mikroskopia sił atomowych w praktyce | 2 |
| Wy12 | Praktyczne przykłady zastosowań mikroskopii i technik laserowych | 2 |
| Wy13 | Praktyczne przykłady zastosowań mikroskopii i technik laserowych | 2 |
| Wy14 | Praktyczne przykłady zastosowań mikroskopii i technik laserowych | 2 |
| Wy15 | Zaliczenie | 1 |
| | Suma godzin | 30 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | |
|--|--|
| N1 | Wykłady multimedialne |
| N2 | Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie referatu |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA | | |
|--|---|---|
| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer przedmiotowego efektu kształcenia | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia |
| F1 | PEU_W01-08 | Kolokwium |
| F2 | PEU_W01-08 | Referat |
| $P=(F1+F2)/2$ | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> |
| [1] Peter W. Hawkes, John C. H. Spence “Handbook of Microscopy” Springer, 2019 |
| [2] A. Barbacki i in. „Mikroskopia elektronowa” Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2007 |
| [3] M. Kopaczyńska „Mikroskopia sił atomowych (AFM) - biomedyczne zastosowanie pomiarów w nanoskali” Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010 |
| [4] http://www.microscopyu.com/ |
| [5] http://zeiss-campus.magnet.fsu.edu/ |
| <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> |
| 1. M. Sauer, J. Hofkens, J. Enderlein “Handbook of fluorescence spectroscopy and imaging: from single molecules to ensembles.” Wiley 2011 |
| 2. H. Tanke, B. Herman, “Fluorescence Microscopy” Taylor & Francis Group, 2006 |
| 3. B. R. Masters, P. T. C. So “Handbook of Biomedical Nonlinear Optical Microscopy” Oxford University Press 2008 |
| 4. P. Eaton, P. West “Atomic force microscopy”, Oxford University Press, 2011 |
| 5. C. J. Chen “Introduction to scanning tunneling microscopy” Oxford University Press 2008 |
| 6. L. Novotny, B. Hecht “Principles of Nano-Optics” Cambridge University Press 2012 |

OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Katarzyna Matczyszyn katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl, Andrzej Żak
Andrzej.zak@pwr.edu.pl Joanna Olesiak-Banska joanna.olesiak-banska@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|--|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY |
| KARTA PRZEDMIOTU |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim Ciekłe kryształy dla fotoniki |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim Liquid crystals for photonics |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT |
| Specjalność (jeśli dotyczy): |
| Poziom studiów: II stopień |
| Forma studiów: stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy |
| Język wykładowy: angielski |
| Cykl kształcenia od: 2024/2025 |
| Kod przedmiotu W03ANB-SM2006W, W03ANB-SM2006L |
| Grupa kursów NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|----------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 75 | | 25 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | egzamin | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 3 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | 0,7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Fizyka ogólna,
2. Chemia ogólna

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studenta z ogólną wiedzą o chemicznej strukturze, oddziaływaniach i fizyce ciekłych kryształów.

C2 Zapoznanie studenta z wiedzą z zakresu właściwości fizykochemicznych mezofaz: nematyków, smektyków oraz chiralnych nematyków włączając ferroelektryczne ciekłe kryształy.
 C3 Zapoznanie studenta z głęboką wiedzą na temat optyki ciekłych kryształów.
 C4 Zapoznanie studenta z wiedzą o zastosowaniach ciekłych kryształów w dziedzinie wyświetlaczy ciekłokrystalicznych, filtrów i przestrzennych modulatorów światła.
 C5 Zapoznanie studentów z nowoczesnymi urządzeniami z zakresu fotoniki a bazujących na ciekłych kryształach.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student ma pogłębioną wiedzę w zakresie klasyfikacji ciekłych kryształów w kontekście ich struktury chemicznej, symetrii, pochodzenia mezofaz i samoorganizacji.

PEU_W02 Student rozumie wyjątkowość stanu ciekłokrystalicznego i konsekwencje fizyczne tego stanu.

PEU_W03 Student rozumie optyczne i dielektryczne właściwości ciekłych kryształów

PEU_W04 Student zna i rozpoznaje rozmaite grupy ciekłych kryształów stosowanych do rozmaitych funkcji takich jak wyświetlanie, przetwarzanie i magazynowanie informacji

PEU_W05 Student zna i rozumie zaawansowane technologie wytwarzania paneli ciekłokrystalicznych oraz rozumie role ciekłych kryształów w fotonice. Zna zalety i ograniczenia tej grupy materiałów.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student umie wykonać panel ciekłokrystaliczny i scharakteryzować jego właściwości optyczne.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Krótkie wprowadzenie do dotyczące fazy ciekłokrystalicznej. Kalamityczne i dyskotyczne ciekłe kryształy i ich struktura chemiczna. Polimorfizm. Termotropowe ciekłe kryształy. | 2 |
| Wy2 | Systematyka ciekłych kryształów: nematyki, cholesteryki i smektyki i ich podstawowe właściwości. | 2 |
| Wy3 | Fizykochemiczne właściwości ciekłych kryształów. Sekwencja faz, przejścia fazowe, tekstury, defekty, lepkość. | 2 |
| Wy4 | Parametr porządku i anizotropia elektrycznych i magnetycznych podatności. Oddziaływanie CK z polem elektrycznym, zjawisko Fredericksza, stałe sprężystości K_{11} , K_{22} i K_{33} . | 2 |
| Wy5 | Dielektryczne, optyczne, sprężyste, hydrodynamiczne i termiczne metody używane do charakteryzacji CK w ich rozmaitych fazach. Badania polaryzacyjne CK. | 2 |
| Wy6 | Właściwości optyczne ciekłych kryształów. Dwójłomność, współczynniki załamania, rozpraszanie i propagacja światła i dichroizm molekularny. | 2 |
| Wy7 | Najważniejsze zastosowania ciekłych kryształów i polimerów ciekłokrystalicznych – wyświetlacze ciekłokrystaliczne i przestrzenne modulatory światła. | 2 |

| | | |
|------|---|----|
| Wy8 | Struktura i właściwości liotropowych ciekłych kryształów. Wykres Karafta. Molekuły amfifilowe, micelle, warstwę podwójne, membrany biologiczne. | 2 |
| Wy9 | Inżynieria molekularna CK. Ferroelektryczne, ferrielektryczne i antyferroelektryczne CK. Fazy niebieskie CK.. | 2 |
| Wy10 | Polimeryczne ciekłe kryształy i ciekłe kryształy zdyspergowane w polimerach i ich zastosowania. | 2 |
| Wy11 | Wprowadzenie modeli teoretycznych opisujących nematyki. Podejście fenomenologiczne. Energia swobodna i teoria Maiera i Saupe. | 2 |
| Wy12 | Optyczne właściwości ciekłych kryształów. Rozpraszanie światła typu Mie. | 2 |
| Wy13 | Nieliniowe zjawiska optyczne w ciekłych kryształach. Mechanizm gigantycznej nieliniowości optycznej. Indukowana światłem reorientacja molekuł ciekłego kryształu wspomagana barwnikiem (efekt Janoss'ego). | 2 |
| Wy14 | Generacja drugiej harmonicznej, zdegenerowane mieszanie fal, optyczna koniugacja fazowa, efekty samomodulacji, tworzenie solitonów, wzmacnianie światła i ograniczenie mocy optycznej. | 2 |
| Wy15 | Przegląd zastosowań ciekłych kryształów w technologii wyświetlaczy i przestrzennych modulatorów światła. Holografia w czasie rzeczywistym, i zastosowania w pułapkowaniu optycznym. Przestrzajanie światłowodów i kryształów fotonicznych z wypełnieniem ciekłokrystalicznym. | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| La1 | Budowa panelu ciekłokrystalicznego | 5 |
| La2 | Badania mikroskopowe próbek ciekłokrystalicznych | 5 |
| La3 | Pomiary termiczne wybranych próbek | 5 |
| | Suma godzin | 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2. Wykład problemowy

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|---|--------------------------|---|
| P (wykład) | PEU_W01 - PEU_W05 | ocena z egzaminu testowego 3.0 jeżeli 50-60 % pkt 3.5 jeżeli 61-70 % pkt 4.0 jeżeli 71-80 % pkt 4.5 jeżeli 81-90% pkt 5.0 jeżeli 91-95% pkt 5.5 jeżeli 96-100 % pkt |
| P (laboratorium) | PEU_U01 | sprawozdanie |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1]. Displeje ciekłokrystaliczne – fizyka, technologia, zastosowanie, PWN, Warszawa (1993)
- [2]. Handbook of Liquid Crystals, D. Demus, J. Goodby, G.W. Gray, H.W. Dpiess, V. Vill, vols. 1-3, Wiely-VCH (1998)
- [3]. I.C. Khoo, Liquid Crystals, Physical Properties and Nonlinear optical Phenomena, J. Wiley, New York (1995)
- [4]. L.M. Blinov, V.G. Chigrinov, Electrooptic Effects in Liquid Crystal Materials, Springer (1996)
- [5]. P. Yeh, C. Gu, Optics of Liquid Crystals, Wiley Interscience Publication, J. Wiley and Sons, New York (1999)

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Artykuły z czasopism naukowych
- [2] Materials Today

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Katarzyna Matczyszyn katarzyna.matczyszyn@pwr.edu.pl leszek.mazur@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|--|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim METODY MATEMATYCZNE W PLANOWANIU I ANALIZIE EKSPERYMENTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim MATHEMATICAL METHODS IN PLANNING AND ANALYSIS OF EXPERIMENT</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: angielski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03ANB-SM2007L</p> <p>Grupa kursów NIE</p> |
|--|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | 30 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | 60 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | | | 1,4 | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ogólna fizyka 2. Ogólna chemia |

| |
|--|
| CELE PRZEDMIOTU |
| C1 Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z analizą danych eksperymentalnych |

C2 Zapoznanie studenta z metodami analizy danych
C3 Nabycie umiejętności przeprowadzania procesu analizy danych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Posiada podstawową wiedzę z doboru oraz dopasowania modelu matematycznego do danych eksperymentalnych.

PEU_W02 Uzyskuje wiedzę na temat uprawnionych metod wnioskowania.

PEU_W03 Posiada wiedzę w zakresie charakterystyki chemicznej i fizycznej materiałów oraz jej wpływu na ich właściwości użytkowe

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi, wykorzystując program komputerowy, obliczyć właściwości elektryczne, optyczne, magnetyczne oraz mechaniczne polimerów.

PEU_U02 Potrafi przeprowadzić rozeznanie literaturowe z zakresie konkretnego problemu naukow o-badawczego. Posiada podstawowe umiejętności planowania i przeprowadzania badań naukowych.

PEU_U03 Potrafi przeprowadzać eksperymenty naukowe, opracowywać i interpretować ich wyniki oraz wiązać je z odpowiednimi teoriami lub hipotezami naukowymi. Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i realizować proces samokształcenia. Umie stosować zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|---|---------------|
| La1 | Planowanie eksperymentów | 2 |
| La2 | Wybór metod eksperymentalnych | 2 |
| La3 | Komputerowa analiza danych – Origin, ImageJ | 2 |
| La4 | Komputerowa analiza danych – Python | 2 |
| La5 | Statystyka opisowa | 2 |
| La6 | Hipotezy statystyczne | 2 |
| La7 | Zastosowanie opisu statystycznego | 2 |
| La8 | Metody całkowite | 2 |
| La9 | Metody różnicowe | 2 |
| La10 | Filtracja sygnału | 2 |
| La11 | Analiza obrazu – część 1 | 2 |
| La12 | Analiza obrazu – część 2 | 2 |
| La13 | Analiza obrazu – część 3 | 2 |
| La14 | Przegląd metod eksperymentalnych | 2 |
| La15 | Przegląd metod eksperymentalnych | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykonywanie zadań w laboratorium
N2. Komputer / program komputerowy / programowanie

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|-----------------------------|---|
| P | PEU_W01-W03, PEU_U01-U03 | Ocena projektu z analizy danych eksperymentalnych |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Alistair Croll, Benjamin Yoskovitz, „Lean Analytics: Use Data to Build a Better Startup Faster”, "O'Reilly Media, Inc.", 2013
- [2] Viktor Mayer-Schönberger, “Big Data : a Revolution that Will Transform how We Live, Work, and Think”, Mariner Books, Houghton Mifflin Harcourt, 2013
- [3] Wes McKinney, “Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and Ipython”, O'Reilly Media, Incorporated, 2017

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Literatura naukowa dostępna poprzez zasoby elektroniczne Biblioteki Głównej PWr

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

dr inż. Konrad Cyprych, e-mail: konrad.cyprych@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Nowoczesne polimery Nazwa przedmiotu w języku angielskim Modern polymers Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski* Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM2005W Grupa kursów NIE*</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | | | |

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej
2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii polimerów lub chemii materiałów

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą o strukturze polimerów.
 C2 Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą o głównych mechanizmach polimeryzacji I technikach polimeryzacji a także wybranych metodach modyfikacji chemicznej polimerów.

C3 Zapoznanie studentów z najważniejszymi grupami nowoczesnych polimerów i metodami ich wytwarzania

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 student zna zasady syntez polimerów, zależności pomiędzy typami polimeryzacji i właściwościami otrzymanego produktu

PEU_W02 student zna metody modyfikacji polimerów i zna metody wprowadzania pożądanych właściwości do polimerów

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Program wykładu – podstawowe cechy polimerów różnice w stosunku do związków małowcząsteczkowych, definicje. | 2 |
| Wy2 | Metody syntezy polimerów – relacje pomiędzy polimeryzacją i właściwościami końcowego produktu | 2 |
| Wy3 | Polimeryzacja suspensyjna i modyfikacja morfologii polimerów; wstęp do polimerów we współczesnej chemii organicznej i analitycznej; Synteza na Fazie Stałej (SPS) | 2 |
| Wy4 | Modyfikacja chemiczna prowadząca do otrzymania polimerowych wychwytywaczy i nośników katalizatorów | 2 |
| Wy5 | Synteza polimerów High Internal Phase i pokrewnych systemów wielofazowych | 2 |
| Wy6 | Otrzymywanie polimerów termoczulych posiadających dolną krytyczną temperaturę rozpuszczalności (właściwości i zastosowania) | 2 |
| Wy7 | Wytwarzanie materiałów pół-syntetycznych. Polimery – ponowne zainteresowanie biopolimerami (powrót do Natury) | 2 |
| Wy8 | Polimerowe nośniki enzymów | 2 |
| Wy9 | Hydrożele – synteza, modyfikacje i zastosowania | 2 |
| Wy10 | Inne metody syntezy polimerów – modyfikacja plazmowa – polimery superhydrofobowe | 2 |
| Wy11 | Wytwarzanie ‘smart’ włókien polimerowych – nowoczesne materiały superhydrofobowe, materiały przewodzące. Elektroprzędzenie wielofunkcyjnych włókien hydrofobowych | 2 |
| Wy12 | Synteza polimerów przewodzących - elektropolimeryzacja poli(acetyleny), poli(pirole), poli (tiofeny) | 2 |
| Wy13 | Polimery jonowe – ionofory; żywice jonowymienne i ich synteza. Współczesne wymiennicze jonowe i żywice koordynujące | 2 |
| Wy14 | Polimerowe analogi cieczy jonowych – synteza i zastosowania | 2 |

| | | |
|------|---|----|
| Wy15 | Synteza polimerów samonaprawiających się. | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
|-------------------------|-------------|---------------|
| Ćw1 | | |
| Ćw2 | | |
| Ćw3 | | |
| Ćw4 | | |
| .. | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| La1 | | |
| La2 | | |
| La3 | | |
| | | |

| Forma zajęć - projekt | | Liczba godzin |
|-----------------------|-------------|---------------|
| Pr1 | | |
| Pr2 | | |
| Pr3 | | |
| Pr4 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|-------------|---------------|
| Se1 | | |
| Se2 | | |
| Se3 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|
| N1. Prezentacje w PowerPoint |
| N2. Literatura naukowa (artykuły) (umieszczana także na każdym przeźroczu prezentacji) |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| F=P | PEU_W01-W02 | kolokwium |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] M. Chanda, S.K. Roy, "Industrial Polymers, Specialty Polymers, and Their Applications", Boca Raton etc., CRC Press/Taylor & Francis Group, 2009.
- [2] F. Mohammad (Ed), "Specialty Polymers: Materials And Applications", I. K. International Pvt Ltd, Anshan Ltd, Tunbridge Wells, 2007.
- [3] artykuły z czasopism naukowych rekomendowane przez wykładowcę

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] R. Barbucci (Ed.), "Hydrogels. Biological Properties and Applications", Springer-Verlag Italia, Milan 2009.
- [2] R.M. Ottenbrite, K. Park, T. Okano (Eds.), "Biomedical Applications of Hydrogels Handbook", Springer Science & Business Media New York, 2010.

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Prof. dr hab. inż. Andrzej Trochimczuk, andrzej.trochimczuk@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Nowoczesna spektroskopia Nazwa przedmiotu w języku angielskim Modern spectroscopy Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced nano and biomaterials Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM2002W Grupa kursów NIE</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|----------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Egzamin | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|---|
| <p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Chemia ogólna 2. Podstawy fizyki 3. Podstawy chemii fizycznej</p> |
|---|

| |
|--|
| <p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>C1 Zapoznanie studentów z ogólną wiedzą na temat współczesnej spektroskopii</p> |
|--|

C2 Przekazanie studentom wiedzy na temat układów i technik spektroskopowych
 C3 Zapoznanie studentów z trendami w charakteryzacji materiałów z wykorzystaniem technik spektroskopowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

związane z wiedzą:

P7U_W01 student zna podstawowe definicje spektroskopii, zwłaszcza spektroskopii optycznej

P7U_W02 student zna źródła światła stosowane w spektroskopii

P7U_W03 student zna współczesne układy stosowane w pomiarach spektroskopowych

P7U_W04 student zna spektroskopie czasowo-rozdzielcze i techniki takie jak TCSPC

P7U_W05 student zna zaawansowane spektroskopie czasowo-rozdzielcze i techniki takie jak pompa-sonda

P7U_W06 student zna wybrane zagadnienia nieliniowej spektroskopii optycznej

P7U_W07 student zna techniki spektroskopowe takie jak Hyper-Rayleigh

P7U_W08 student zna spektroskopię Hyper-Ramana

P7U_W09 student zna spektroskopie w podczerwieni

P7U_W10 student zna nowe techniki typu CARS i SERS

P7U_W11 Student zna techniki mikrospektroskopii Ramana i IR

P7U_W12 student zna techniki badań materiałów chiralnych

P7U_W13 Student zna nowe techniki spektroskopii modulacyjnej

P7U_W14 student zna nowe trendy w spektroskopii

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie do współczesnej spektroskopii. Definicje. | 2 |
| Wy2 | Źródła światła w spektroskopii laserowej. | 2 |
| Wy3 | Nowoczesne układy spektroskopowe. | 2 |
| Wy4 | Techniki czasowo-rozdzielcze część 1. Techniki takie jak TCSPC. | 2 |
| Wy5 | Techniki czasowo-rozdzielcze część 2. Techniki typu pompa-sonda. | 2 |
| Wy6 | Spektroskopia nieliniowa część 1. Absorpcja wielofotonowa, technika z-scan nasycająca spektroskopia absorpcyjna. | 2 |
| Wy7 | Spektroskopia nieliniowa część 2. Spektroskopia Hyper-Rayleigha. | 2 |
| Wy8 | Spektroskopia nieliniowa część 3. | 2 |
| Wy9 | Spektroskopia hiper-Ramanowska. Nowoczesna spektroskopia w podczerwieni. Ultraszybka spektroskopia, 2D-IR | 2 |
| Wy10 | Spektroskopia rozpraszania Ramana. Spektroskopia rezonansowa, mikro-Raman, SERS, CARS | 2 |
| Wy11 | Techniki obrazowania ramanowskiego i IR. | 2 |
| Wy12 | Spektroskopia chiralna – dichroizm kołowy. | 2 |

| | | |
|------|---|-----------|
| Wy13 | Spektroskopia modulacyjna. Przykłady spektroskopii stymulowanych światłem, polem magnetycznym i polem elektrycznym. | 2 |
| Wy14 | Nowe trendy we współczesnej spektroskopii. | 2 |
| Wy15 | Kolokwium | 2 |
| | Suma godzi | 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja pptx.
N2. Literatura naukowa

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| P (wykład) | P7U_W1-W14 | Egzamin |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] H.Abramczyk, Spektroskopia laserowa, skrypt PWr, 2011
[2] W. Demtröder, Spektroskopia laserowa. Wydawn. Naukowe PWN, 1993

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [3] A. Corney, Atomic and laser spectroscopy. Oxford Classic Texts in the Physical Sciences, 2006
[4] S. Svanberg, Atomic and Molecular Spectroscopy. Springer, 2004
[5] J.M. Hollas, Modern Spectroscopy, 2004
[6] Joseph R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, Springer, 2006
[7] Max Diem, Introduction to Modern Vibrational Spectroscopy Wiley, 1993
Michael D. Fayer ed., Ultrafast Infrared Vibrational Spectroscopy, CRC press 2013.

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Marek SAMOC marek.samoc@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Nanomateriały.....</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Nanomaterials.....</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: angielski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03ANB-SM2011W, W03ANB-SM2011S</p> <p>Grupa kursów NIE</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|----------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | 15 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | | | 25 |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | 1 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | | | 0,7 |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| <p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Postawy chemii</p> <p>2. Podstawy fizyki</p> <p>3. Podstawy biologii</p> |
|--|

| |
|------------------------|
| CELE PRZEDMIOTU |
|------------------------|

C1 Przekazanie studentom ogólnej wiedzy na temat syntezy nanomateriałów
C2 Przekazanie studentom ogólnej wiedzy na temat właściwości chemicznych i fizycznych nanomateriałów
C3 Przekazanie studentom ogólnej wiedzy na temat zastosowań nanomateriałów
C4 Przekazanie studentom ogólnej wiedzy na temat wyzwań i zagrożeń związanych z zastosowaniami nanomateriałów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

związane z wiedzą:

PEU_W01 student zna różnice we właściwościach nanomateriałów i materiałów litych

PEU_W02 student zna metody syntezy nanomateriałów

PEU_W03 student zna techniki litograficzne stosowane przy wytwarzaniu nanomateriałów

PEU_W04 student zna metody charakteryzacji nanomateriałów – badania strukturalne oraz spektroskopie i mikroskopie optyczne pojedynczej nanocząstki

PEU_W05 student zna właściwości i zastosowania nanomateriałów plazmonicznych

PEU_W06 student zna właściwości i zastosowania nanocząstek metali

PEU_W07 student zna właściwości i zastosowania kropek kwantowych

PEU_W08 student zna właściwości i zastosowania nanomateriałów węglowych

PEU_W09 student zna właściwości i zastosowania nanomateriałów domieszkowanych lantanowcami

PEU_W10 student zna właściwości i zastosowania nanomateriałów 2D

PEU_W11 student zna właściwości i zastosowania nanowłókien i nanomateriałów kompozytowych

PEU_W12 student zna procesy samoorganizacji nanomateriałów

PEU_W13 student zna metody biokonjugacji i funkcjonalizacji nanomateriałów

PEU_W14 student zna i rozumie zagrożenia związane z zastosowaniami nanomateriałów

związane z umiejętnościami:

PEU_U01 - Potrafi nazwać i zdefiniować pojęcia z zakresu nanomateriałów oraz wyszukiwać informacje na temat nanomateriałów w dostępnych źródłach.

PEU_U02- Potrafi wymienić metody syntezy nanomateriałów koloidalnych.

PEU_U03- Potrafi wymienić i porównać fizyczne metody syntezy nanomateriałów.

PEU_U04- Posiada umiejętności językowe z zakresu metod charakteryzacji nanocząstek.

PEU_U05- Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować nanomateriały plazmoniczne

PEU_U06- Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować nanocząstki metali

PEU_U07- Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować właściwości i zastosowania kropek kwantowych

PEU_U08- Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować właściwości i zastosowania nanomateriałów węglowych

PEU_U09- Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować właściwości i zastosowania nanomateriałów 2D

PEU_U10 – Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować właściwości i zastosowania nanocząstek z lantanowcami

PEU_U11 - Potrafi rozpoznać, nazwać i zdefiniować właściwości i zastosowania nanowłókien i nanokompozytów

PEU_U12 - Potrafi nazwać i zdefiniować metody samoorganizacji nanocząstek

PEU_U13 - Potrafi wymienić metody funkcjonalizacji nanocząstek

PEU_U14 - Potrafi zidentyfikować zagrożenia i perspektywy zastosowań nanomateriałów

związane z kompetencjami społecznymi:
 PEU_K01 student jest gotowy do krytycznej oceny swojej wiedzy i otrzymanych treści

| TREŚCI PROGRAMOWE | | |
|-----------------------------|---|----------------------|
| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
| Wy1 | Wprowadzenie do nanomateriałów, definicje, nanomateriały a materiały lite, ogólne metody otrzymywania nanomateriałów | 2 |
| Wy2 | Synteza nanomateriałów, nanocząstek koloidalnych | 2 |
| Wy3 | Fizyczne techniki otrzymywania nanomateriałów | 2 |
| Wy4 | Charakterystyka nanomateriałów – badania strukturalne oraz spektroskopie i mikroskopie optyczne pojedynczej nanocząstki | 2 |
| Wy5 | Nanocząstki plazmoneczne: synteza, właściwości i zastosowanie | 2 |
| Wy6 | Nanocząstki metali: nanoklastry, heterostrukury | 2 |
| Wy7 | Kropki kwantowe: synteza, właściwości, zastosowania | 2 |
| Wy8 | Nanomateriały węglowe: synteza, właściwości, zastosowanie | 2 |
| Wy9 | Nanomateriały 2D (TMD, grafen itp.) | 2 |
| Wy10 | Nanomateriały domieszkowane lantanowcami: synteza, właściwości, zastosowanie | 2 |
| Wy11 | Nanomateriały inspirowane biologią | 2 |
| Wy12 | Samoorganizacja nanocząstek | 2 |
| Wy13 | Funkcjonalizacja nanomateriałów, biokoniugacja | 2 |
| Wy14 | Perspektywy, wyzwania i zagrożenia w zastosowaniach nanomateriałów. Nanotoksykologia. | 2 |
| Wy15 | Kolokwium | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|---------------------------------|---|----------------------|
| Se1 | Wprowadzenie do prezentacji nanomateriałów i najnowszych odkryć w nanotechnologii | 2 |
| Se2 | Prezentacje studentów | 2 |
| Se3 | Prezentacje studentów | 2 |
| Se4 | Prezentacje studentów | 2 |
| Se5 | Prezentacje studentów | 2 |
| Se6 | Prezentacje studentów | 2 |
| Se7 | Prezentacje studentów | 2 |
| Se8 | Zaliczenie | 1 |
| | Suma godzin | 15 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|
| N1. Prezentacje multimedialne |
| N2. Dyskusja w czasie wykładu i seminarium |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| P1(wykład) | PEU W01-14 | Egzamin |
| P2 (Seminarium) | PEU U01-14 | Prezentacja studenta |
| | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Paras N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, 2004
- [2] K. D. Sattler, Handbook of nanophysics, CRC Press, 2011
- [3] Paras N. Prasad, Introduction to Nanomedicine and Nanobioengineering, Wiley, 2012
- [4] C. Louis, O. Pluchery, Gold Nanoparticles for physics, chemistry and biology, Imperial College Press 2012
- [5] Challa S. S. R. Kumar, Biofunctionalization of Nanomaterials. Wiley 2005

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Publikacje naukowe w tematach nanomateriałów

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

dr hab. inż. Joanna Olesiak-Bańska, prof. PWr (joanna.olesiak@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|--|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Fizyka w nanoskali Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Nanoscale physics Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM2010W, W03ANB-SM2010L Grupa kursów: NIE</p> |
|--|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | 50 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | 0,7 | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| <p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Podstawy spektroskopii optycznej. 2. Podstawy fizyki ciała stałego.</p> |
|--|

| |
|---|
| <p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>C1 Zapoznanie studentów z ogólną wiedzą na temat zjawisk fizycznych zachodzących w różnego typu nanostrukturach nieorganicznych.</p> |
|---|

C2 Zapoznanie studentów z ogólną wiedzą na temat nowoczesnych technik wytwarzania różnych nanomateriałów.

C3 Zapoznanie studentów z ogólną wiedzą na temat współczesnych zastosowań nanostruktur nieorganicznych.

C4 Zapoznanie studentów z ogólną wiedzą na temat technik eksperymentalnych stosowanych w badaniach nanostruktur nieorganicznych.

C5 Wyposażenie studenta w umiejętność pracy w grupie przy rozwiązywaniu różnych problemów eksperymentalnych i teoretycznych pojawiających się podczas zajęć laboratoryjnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

związane z wiedzą:

PEU_W01 student zna zasady różnych technik eksperymentalnych stosowanych w analizie nanostruktur nieorganicznych.

PEU_W02 student zna współczesne teorie/technologie/związane z nanomateriałami półprzewodnikowymi.

PEU_W03 student zna i rozumie zasady metod eksperymentalnych stosowanych w badaniach nanostruktur.

odnoszące się do umiejętności:

PEU_U01 potrafi zastosować zasady różnych technik doświadczalnych do analizy nanomateriałów półprzewodnikowych.

PEU_U02 potrafi analizować i krytycznie oceniać wyniki eksperymentów uzyskane dla danych spektroskopowych uzyskanych dla nanomateriałów półprzewodnikowych. W

zakresie kompetencji społecznych:

PEU_K01 student rozumie potrzebę informowania społeczeństwa o konieczności osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju w technologiach wytwarzania nowych materiałów, energii i ochrony środowiska.

PEU_K02 potrafi pracować w grupie, pełniąc różne role, w tym także lidera grupy.

PEU_K03 ma świadomość społecznej roli inżyniera.

PEU_K04 Student jest gotowy do krytycznej oceny swojej wiedzy i otrzymanych treści.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wyk 1 | Wprowadzenie do nanotechnologii, nanostruktur oraz omówienie głównych problemów cywilizacyjnych i wymagań rynku, które stymulują rozwój nanotechnologii i wyznaczają nowe wyzwania dla inżynierów. | 2 |
| Wyk 2 | Podstawowe pojęcia fizyki ciała stałego i spektroskopii ciała stałego | 2 |
| Wyk 3-4 | Podstawowe pojęcia fizyki nanostruktur: Ekscytony, Plazmony, Polarytony, Pleksytony. Kryształ vs. „pudło potencjału” – struktura energetyczna elektronów, gęstość stanów, właściwości optyczne. | 4 |
| Wyk 5 | Podstawowe pojęcia fizyki i chemii nanostruktur nieorganicznych. Efekty rozmiarowe, efekty kształtu, efekty powierzchniowe. | 2 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| Wyk 6 | Właściwości optyczne nanokryształów: <i>związanie kwantowe</i> elektronów, <i>związanie dielektryczne</i> , <i>związanie fononów</i> , struktury rdzeń-powłoka, nanokryształy w matrycy. | 2 |
| Wyk 7 | Metody wzrostu nanostruktur: metody chemicznego osadzania z fazy gazowej i metody fizycznego osadzania z fazy gazowej. | 2 |
| Wyk 8-9 | Metody wzrostu nanostruktur: metody chemii mokrej. | 4 |
| Wyk 10-11 | Zastosowanie nanokryształów w biologii i medycynie. | 4 |
| Wyk 12-13 | Zastosowanie nanokryształów w optoelektronice. | 4 |
| Wyk 14 | Główne metody eksperymentalne stosowane w badaniach nanostruktur. Konfiguracje eksperymentalne oraz podstawy teoretyczne. Fotoluminescencja, zanik fotoluminescencji, wzbudzenie fotoluminescencji, absorbancja, spektroskopia Ramana. | 2 |
| Wyk 15 | Zaawansowane metody eksperymentalne stosowane w badaniach nanostruktur. Spektroskopia pojedynczych nanokryształów. Obrazowanie super-rozdzielcze. | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - ćwiczenia | | Liczba godzin |
|--------------------------------|-------------|----------------------|
| Ćw1 | | |
| Ćw2 | | |
| Ćw3 | | |
| Ćw4 | | |
| .. | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| La1 | Wprowadzenie do Laboratorium Nanostruktur Koloidalnych. Bezpieczeństwo. Omówienie układów pomiarowych. | 2 |
| La2 | Pomiary fotoluminescencji nanostruktur z konwersją w górę. Pomiary zanik Fotoluminescencji nanostruktur zawierających jony ziem rzadkich | 5 |
| La3 | Pomiary wzbudzenie fotoluminescencji nanostruktur półprzewodnikowych. | 3 |
| La4 | Pomiary absorbancji nanostruktur półprzewodnikowych | 5 |
| ... | | |
| | Suma godzin | 10 |

| Forma zajęć - projekt | | Liczba godzin |
|------------------------------|-------------|----------------------|
| Pr1 | | |
| Pr2 | | |
| Pr3 | | |
| Pr4 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|-------------|---------------|
| Se1 | | |
| Se2 | | |
| Se3 | | |
| ... | | |
| | Suma godzin | |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|---|
| N1. Prezentacja multimedialna N2. Wykłady N3. Praktyczne doświadczenia omawiane na wykładach. N4. Raporty naukowe. |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|---------------------------|---|
| P1(wykład) | PEU W01-03 | kolokwium |
| P2 (Seminarium) | PEU U01-02, PEU K01-04 | Prezentacja studenta |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <p>PRIMARY LITERATURE:</p> <p>[1] <i>Nanoscale Materials in Chemistry</i>, Second Edition, Edited by Kenneth J. Klabunde and Ryan M. Richards, 2009 by John Wiley & Sons, Inc.</p> <p>[2] <i>Nanocrystals-Synthesis, Properties and Applications - Series: Springer Series in Materials Science</i>, Vol. 95, Rao, C.N.R., Thomas, P. John, Kulkarni, G.U. 2007</p> <p>[3] <i>Semiconductor Nanocrystal Quantum Dots: Synthesis, Assembly, Spectroscopy and Applications</i>, Andrey L. Rogach, Springer 2008</p> <p>[4] <i>Colloids and Colloid Assemblies: Synthesis, Modification, Organization and Utilization of Colloid Particles</i>, Frank Caruso, John Wiley & Sons 2006</p> <p>[5] <i>Highlights in Colloid Science</i>, Dimo Platikanov, Dotchi Exerowa, John Wiley & Sons 2009</p> <p>[6] <i>Colloid Science: Principles, Methods and Applications</i>, Terence Cosgrove, John Wiley & Sons 2010.</p> <p>[7] <i>Functional Coatings: By Polymer Microencapsulation</i>, Swapan Kumar Ghosh, John Wiley & Sons 2006.</p> <p>[8] <i>Nano-Surface Chemistry</i>, Morton Rosoff, Taylor & Francis, 2001.</p> <p>[9] <i>Colloid Chemistry II</i>, Markus Antonietti, Springer 2003.</p> <p>[10] <i>Applied Colloid and Surface Chemistry</i>, Richard Pashley, Marilyn Karaman, John Wiley & Sons 2005</p> <p>[11] <i>Surface Chemistry</i>, A. Goel, Discovery Publishing House 2006.</p> |
| <p>NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)</p> <p>Prof. Dr hab. inż. Artur Podhorodecki, artur.p.podhorodecki@pwr.edu.pl</p> |

Załącznik nr 4 do programu studiów

| |
|---|
| <p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Optyka nieliniowa dla Chemików Nazwa przedmiotu w języku angielskim Nonlinear Optics for Chemists Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: I / II stopień / jednolite studia magisterskie* Forma studiów: stacjonarna / niestacjonarna* Rodzaj przedmiotu: wykład-wybieralny,-laboratorium - obowiązkowe Język wykładowy: polski/angielski* Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03ANB-SM21010W, W03ANB-SM2009L Grupa kursów NIE</p> |
|---|

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | 25 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | zaliczenie na ocenę | | zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3 | | 0,7 | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|---|
| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Fizyka ogólna, 2. Chemia ogólna |

| |
|--|
| CELE PRZEDMIOTU |
| <p>C1 Celem wykładu jest przybliżenie studentom zagadnień nieliniowego oddziaływania światła z materiałami dielektrycznymi na poziomie mikro- i makroskopowym.</p> <p>C2 Zapoznanie studentów z podstawowymi procesami nieliniowej optyki.</p> |

C3 Nabycie wiedzy na temat głównych metod badawczych materii za pomocą wiązek światła o bardzo dużych natężeniach i krótkich czasach trwania.
 C4 Informacja o wykorzystaniu zjawisk z zakresu nieliniowej optyki w nauce i technice

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 student ma pogłębioną wiedzę w zakresie podstawowych zagadnień i sformułowań nieliniowej optyki
 PEU_W02 student rozumie prawa rządzące nieliniowym oddziaływaniem światła z materiałem na poziomie mikroskopowym i makroskopowym
 PEU_W03 student zna i rozpoznaje nieliniowe zjawiska optyczne drugorzędowe i trzeciorzędowe
 PEU_W04 student zna i rozumie metody pomiarowe służące do oceny nieliniowych właściwości optycznych danego materiału optycznego

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 student potrafi zaproponować i wybrać materiał optyczny do spełnienia konkretnej funkcji z zakresu drugo- i trzeciorzędowych efektów optycznych
 PEU_U02 student umie zaprojektować układ pomiarowy do mierzenia podstawowych wielkości z zakresu optyki nieliniowej.
 PEU_U03 student umie przeprowadzić samodzielny pomiar wybranych zjawisk z zakresu nieliniowej optyki

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 student potrafi korzystać z literatury naukowej, w tym docierać do materiałów źródłowych oraz dokonywać ich przeglądu
 PEU_K02 student ma znajomość ważności i roli światła w codziennym życiu oraz materiałów z nim oddziałujących w sposób nieliniowy dla tworzenia ekonomicznych i przyjaznych człowiekowi urządzeń

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie do optyki – światło. | 2 |
| Wy2 | Podstawy oddziaływania światła z materiałem. | 2 |
| Wy3 | Przybliżenie oscylatora harmonicznego – efekty liniowe. | 2 |
| Wy4 | Nieliniowy ośrodek optyczny, polaryzacja, nieliniowe podatności optyczne. | 2 |
| Wy5 | Jednostki, notacja i zasady zachowania w optyce nieliniowej. | 2 |
| Wy6 | Fenomenologiczny opis zjawisk optyki nieliniowej. Najważniejsze zjawiska II-rzędowe. | 2 |
| Wy7 | Fenomenologiczny opis zjawisk optyki nieliniowej. Najważniejsze zjawiska III-rzędowe. | 2 |
| Wy8 | Szczegółowy opis zjawiska generacji drugiej harmonicznej. | 2 |
| Wy9 | Generacja częstości sumacyjnej i różnicowej. Procesy mieszania fal. | 2 |
| Wy10 | Nieliniowy współczynnik załamania, ośrodki Kerr'owskie | 2 |
| Wy11 | Generacja superkontinuum, solitonów i ultra-krótkich impulsów. | 2 |

| | | |
|------|---|----|
| Wy12 | Nieliniowa absorpcja i emisja światła – reguły wyboru w optyce nieliniowej. | 2 |
| Wy13 | Współczesne materiały optyki nieliniowej. | 2 |
| Wy14 | Test sprawdzający wiedzę. | 2 |
| Wy15 | Poprawkowy test sprawdzający wiedzę | 2 |
| | Suma godzin | 30 |

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| La1 | Liniowy efekt elektrooptyczny Pockelsa | 3 |
| La2 | Optyczny efekt Kerra | 3 |
| La3 | Generacja drugiej harmonicznej światła | 3 |
| La4 | Zdegenerowane mieszanie dwóch fal | 3 |
| La5 | Optyczna koniugacja fazowa | 3 |
| | Suma godzin | 15 |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|
| N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej |
| N2. Laboratorium optyki nieliniowej – praca w grupie |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|---|---|
| P1 (wykład) | PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 | Kolokwium pisemne z elementami testu (ocena) 3.0 jeżeli 50-60 % pkt 3.5 jeżeli 61-70 % pkt 4.0 jeżeli 71-80 % pkt 4.5 jeżeli 81-90% pkt 5.0 jeżeli 91-95% pkt 5.5 jeżeli 96-100 % pkt |
| P1 (laboratorium) | PEU_U01- PEU_U03, PEU- K01_PEU-K02 | Ocena jednego sprawozdania z przeprowadzonych eksperymentów |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B.E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley, New York, 1999
- [2] P. N. Prasad, Nanophotonics, Wiley-Interscience, New Jersey, 2004
- [3] Pavel Chmela, "Wprowadzenie do optyki nieliniowej", PWN, Warszawa 1987
- [4] A. Yariv, P. Yeh, "Optical waves in crystals", Wiley 1984
- [5] F. Kaczmarek, „Wstęp do fizyki laserów”, PWN, Warszawa 1986
- [6] S. Kielich, "Molekularna optyka nieliniowa", PWN Warszawa, 1977

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Photonics – periodyk
- [2] Literatura naukowa dostępna poprzez zasoby elektroniczne Biblioteki Głównej PWr

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Dr inż. Paweł Karpiński (pawel.karpinski@pwr.edu.pl) oraz dr hab. inż. Lech Sznitko (lech.sznitko@pwr.edu.pl)

| | |
|--------------------------------------|---|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY | |
| KARTA PRZEDMIOTU | |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim | Elektronika Organiczna |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Organic Electronics |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | Advanced Nano and Biomaterials – MONABIPHOT |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | |
| Poziom studiów: | II stopień |
| Forma studiów: | stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Język wykładowy: | angielski |
| Cykl kształcenia od: | 2024/2025 |
| Kod przedmiotu | W03ANB-SM2012W, W03ANB-SM2012S |
| Grupa kursów | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | | 15 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 25 | | | | 25 |
| Forma zaliczenia | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | | 1 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65 | | | | 0,7 |

*niepotrzebne skreślić

| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH | |
|--|---|
| 1. | Podstawy matematyki na poziomie kursów analiza matematyczna I i II, algebra |
| 2. | Podstawy fizyki: fizyka I i II. |
| 3. | Podstawy chemii fizycznej |

| CELE PRZEDMIOTU | |
|------------------------|---|
| C1 | Zapoznanie studenta z podstawami mechanizmów przewodnictwa elektrycznego materiałów organicznych. |
| C2 | Zapoznanie studenta z zasadami działania organicznych urządzeń elektronicznych. |
| C3 | Zapoznanie studenta z materiałami elektroniki organicznej i sposobami ich przetwarzania. |

- C4 Zapoznanie studenta z metodami pomiarowymi stosowanymi w charakteryzacji organicznych urzadze elektronicznych
- C5 Nabycie doświadczenia w samodzielny opracowywaniu i prezentowaniu stanu wiedzy na podstawie publikacji naukowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – Student zna rodzaje i podstawowe wlasciwoci typowych organicznych materiałow elektronicznych.

PEU_W02 – Student zna podstawy opisu procesow przewodnictwa, wzbudzenia elektronowego w materialach organicznych

PEU_W03 – Student zna zasady dzialania urzadze diod, tranzystorow, ogniw fotowoltaicznych.

PEU_W04 – Student zna podstawowe metody wytwarzania i charakteryzacji organicznych urzadze elektronicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 -- Student potrafi interpretować, opracowywa i prezentowa pewien zakres wspczesnej wiedzy na podstawie oryginalnych doniesień literaturowych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajc - wyklad | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Omówienie typow i wlasciwoci materialow stosowanych w elektronice organicznej: kryształy, polimery, cząsteczki | 2 |
| Wy2 | Podstawy opisu zjawisk zachodzących podczas absorpcji i emisji promieniowania | 2 |
| Wy3 | Podstawy opisu przewodnictwa elektrycznego w materialach organicznych | 2 |
| Wy4 | Metody wytwarzania: przniowe, z roztworu, warstwy Langmuira-Blodgett | 2 |
| Wy5 | Podstawy dzialania i materialy stosowane w konstrukcji diod elektroluminescencyjnych | 2 |
| Wy6 | Podstawy dzialania i materialy stosowane w konstrukcji urzadze fotowoltaicznych | 2 |
| Wy7 | Podstawy dzialania i materialy stosowane w konstrukcji tranzystorow polowych | 2 |
| Wy8 | Urzadzenia elektroniczne zbudowane z pojedynczych cząsteczek, pamieci, urzadzenia optoelektroniczne | 1 |
| Suma godzin | | 15 |

| Forma zajc - seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|--|---------------|
| Se1- Se7 | Prezentacje studentow na wybrany temat z elektroniki organicznej opracowane na podstawie oryginalnych doniesień literaturowych | 15 |

| | |
|-------------|-----------|
| Suma godzin | 15 |
|-------------|-----------|

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

| | |
|----|---|
| N1 | Wykład: tradycyjny wykład uniwersytecki. |
| N2 | Seminarium: samodzielne prezentacje studentów |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| F1 | PEU_W01 - PEU_W04 | Opracowanie pisemne na zadany temat |
| F2 | PEU_U01 | Prezentacja ustna |
| $P = (F1 + F2) / 2$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Köhler, A. and Bäessler, H. (2015). Front Matter. In Electronic Processes in Organic Semiconductors (eds A. Köhler and H. Bäessler).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] Jan Godlewski (2008). Wstęp Do Elektroniki Molekularnej.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Krzysztof Janus, Krzysztof.janus@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| | |
|---|---------------------------------------|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY | |
| KARTA PRZEDMIOTU | |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim | Praca dyplomowa I |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Graduate laboratory I |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | |
| Poziom studiów: | II stopień |
| Forma studiów: | stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Język wykładowy: | polski |
| Cykl kształcenia od: | 2024/2025 |
| Kod przedmiotu | W03W03-SM1054D, W03W03-SM2054D |
| Grupa kursów | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | 60 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | 150 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | 6 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 6 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | | | 3 | | |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH |
| 1. |

| |
|---|
| CELE PRZEDMIOTU |
| C1 Pogłębienie umiejętności doboru i analizy źródeł wiedzy, w tym literatury naukowej |
| C2 Rozwinięcie umiejętności utworzenia pisemnego opracowania w zakresie tematu pracy dyplomowej |
| C3 Poszerzenie umiejętności planowania i prowadzenia pracy naukowej |

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,

PEU_W02 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – potrafi gromadzić informacje przydatne do poznania określonego zagadnienia i przygotowania do realizacji pracy dyplomowej

PEU_U02 – potrafi w sposób krytyczny opracować zgromadzone informacje w formie pisemnej na temat wybranego zagadnienia naukowego lub praktycznego.

PEU_U03 – (opcjonalnie) potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty / prace projektowe oraz opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań i planować dalsze prace

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – – jest gotowa do krytycznej oceny wiedzy pozyskiwanej ze różnych źródeł

PEU_K02 – jest gotowa do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania praw autorskich

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|---|---------------|
| La 1-15 | Indywidualna praca studenta w zakresie wybranego tematu według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej | 60 |
| | Suma godzin | 60 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--|--|
| P | PEU_W01 – PEU_W02 PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K01 – PEU_K02 | ocena pracy studenta na podstawie postępów w realizacji pracy dyplomowej |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

Opiekun poszczególnych kursów Praca dyplomowa

Przygotowanie karty:

Piotr Rutkowski, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| | |
|--|---------------------------------------|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY | |
| KARTA PRZEDMIOTU | |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: | Praca dyplomowa II |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: | Graduate laboratory II |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | |
| Poziom studiów: | II stopień |
| Forma studiów: | stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Język wykładowy: | polski |
| Cykl kształcenia od: | 2024/2025 |
| Kod przedmiotu | W03W03-SM1055D, W03W03-SM2055D |
| Grupa kursów: | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | 210 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | 500 | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | 20 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 20 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | | | 9,5 | | |

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

CELE PRZEDMIOTU

- C1 realizacja projektu badawczego
C2 pisemne opracowanie pracy dyplomowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej

PEU_W02 – ma zaawansowaną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – potrafi przeprowadzić eksperymenty / opracować projekt zgodnie z opracowanym planem prac

PEU_U02 – potrafi porównywać pozyskiwane informacje ze źródeł wiedzy wynikami prowadzonych badań, weryfikować wyniki własnych badań, wnioskować i planować dalsze prace

PEU_U03 – potrafi opracować uzyskane wyniki swoich prac w zakresie wybranego tematu i przedstawić je w formie pracy dyplomowej

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – jest gotowa do krytycznej oceny uzyskanych wyników swoich prac badawczych w zakresie wybranego tematu

PEU_K02 – jest gotowa do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania praw autorskich

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|---|---------------|
| La 1-15 | Indywidualna praca studenta w zakresie wybranego tematu według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej | 210 |
| | Suma godzin | 210 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--|--|
| P | PEU_W01 – PEU_W02 PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K01 – PEU_K02 | ocena jakości pracy studenta w trakcie realizacji pracy dyplomowej |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

Opiekun poszczególnych kursów Praca dyplomowa

Przygotowanie karty:

Piotr Rutkowski, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

| | |
|---|---------------------------------------|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY | |
| KARTA PRZEDMIOTU | |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim | Proseminarium dyplomowe |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Graduation proseminar |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | |
| Poziom studiów: | II stopień |
| Forma studiów: | stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Język wykładowy: | polski |
| Cykl kształcenia od: | 2024/2025 |
| Kod przedmiotu | W03W03-SM1053S, W03W03-SM2053S |
| Grupa kursów | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------|------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | | 15 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | | 25 |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | | | | | Zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | | | | | 0,7 |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH |
| Nie dotyczy |

| |
|--|
| CELE PRZEDMIOTU |
| C1 Zapoznanie studenta z ofertą badawczą jednostek Wydziału |
| C2 Omówienie tematyki prac dyplomowych oferowanych przez nauczycieli |
| C3 Omówienie warunków i zasad realizacji laboratorium dyplomowego i pracy dyplomowej |

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – posiada wiedzę o tematykach badawczych związanych ze studiowanym kierunkiem studiów prowadzonych w jednostkach organizacyjnych Wydziału Chemicznego

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – potrafi brać czynny udział w dyskusji na poruszane tematy naukowe

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – ma świadomość konieczności podnoszenia swoich kompetencji w zakresie tematyki badawczej w ramach studiowanego kierunku

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|---|---------------|
| Se1 - Se15 | Omówienie tematyki prac dyplomowych przez pracowników jednostek Wydziału prowadzących badania związane z kierunkiem studiów; Prezentacja laboratoriów badawczych i analitycznych w jednostkach Wydziału; Omówienie zasad wyboru tematów prac dyplomowych i zasad realizacji/ zaliczania przedmiotów „Praca dyplomowa” | 15 |
| | Suma godzin | 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|-------------------------------|--|
| P | PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01 | Obecność na zajęciach, udział w dyskusjach – oceniane przez osoby prowadzące zajęcia |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

nie dotyczy

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Przewodniczący komisji programowej kierunku

Załącznik nr 4 do programu studiów

| | |
|---|---------------------------------|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY | |
| KARTA PRZEDMIOTU | |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim | Przedmiot wybieralny kierunkowy |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Elective course |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | |
| Poziom studiów: | II stopień |
| Forma studiów: | stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | wybieralny |
| Język wykładowy: | polski |
| Cykl kształcenia od: | 2024/2025 |
| Kod przedmiotu | |
| Grupa kursów | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 50 | | | | |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,2 | | | | |

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studenta z zaawansowanymi zagadnieniami z zakresu nauk chemicznych (w tym z zakresu biotechnologii) i/lub inżynierii materiałów i/lub inżynierii chemicznej (w tym z zakresu technologii chemicznej)

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – Zna i potrafi opisać podstawowe zjawiska, procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.

PEU_W02 – ma pogłębioną wiedzę o trendach rozwojowych i nowych osiągnięciach w zakresie inżynierii i technologii chemicznej i nauk powiązanych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści

PEU_K02 – ma świadomość roli absolwenta uczelni technicznej i konieczności podtrzymywania etosu zawodu inżyniera

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1- W15 | <p>Zapoznanie studentów z zaawansowanymi pojęciami, teoriami opisującymi zjawiska, operacje i procesy zachodzące w układach żywnościowych i nieżywnościowych, a także z najnowszymi trendami w naukach chemicznych inżynierii chemicznej oraz naukach powiązanych. Zagadnienia przedstawiane na przedmiocie wybieralnym, w zależności od studiowanego kierunku, mogą obejmować m.in.:</p> <ul style="list-style-type: none">- adsorbenty w ochronie środowiska i przemyśle- alternatywne i odnawialne źródła energii, surowce odnawialne w przemyśle, technologia recyklingu- bezpieczeństwo techniczne- chemię medyczną, farmaceutyczną- chemię związków koordynacyjnych- chemię związków zapachowych- fizykochemię procesów i produktów chemicznych- chemię, inżynierię i technologię materiałów (polimerowych, węglowych, ceramicznych, metalicznych) i kompozytów- technologie układów zdyspergowanych- katalizatory i katalizę w przemyśle- metody instrumentalne w chemii- opis fizykochemiczny układów prostych i złożonych- z pogranicza biologii i medycyny opisujące biologiczne i biochemiczne podstawy funkcjonowania organizmów, w tym także procesy chemiczne i biochemiczne na poziomie komórkowym i molekularnym- przemysłowe aspekty biotechnologii- recykling metali szlachetnych- problematykę zarządzania procesem technologicznym i jakością, zasady inwestowania i eksploatacji technologii chemicznych- nowoczesne technologie chemiczne- tendencje rozwoju biotechnologii- podstawy metod spektroskopowych,- układy bioelektrochemiczne- zagadnienia związane z równoważnym rozwojem- charakterystykę przemysłu biotechnologicznego i chemicznego w Polsce i na świecie | 30 |
| | Suma godzin | 30 |

| |
|--|
| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE |
|--|

| |
|--|
| Wykład informacyjny/problemowy połączony z prezentacją multimedialną. Dyskusja. |
|--|

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--|---|
| P wykład | PEU W01- PEUW02; PEU K01-PEUK02; | Zaliczenie na ocenę (zaliczenie od 50% punktów) |

| |
|--|
| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|

| |
|--|
| [1] Literatura jest podawana na pierwszych zajęciach przez prowadzących przedmiot wybieralny |
|--|

| |
|---|
| NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail) |
|---|

| |
|--|
| Przewodniczący komisji programowych dla poszczególnych kierunków studiów |
|--|

Załącznik nr 4 do programu studiów

| | |
|---|---------------------------------------|
| WYDZIAŁ CHEMICZNY | |
| KARTA PRZEDMIOTU | |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim | Seminarium dyplomowe |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Graduation seminar |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): | |
| Specjalność (jeśli dotyczy): | |
| Poziom studiów: | II stopień |
| Forma studiów: | stacjonarna |
| Rodzaj przedmiotu: | obowiązkowy |
| Język wykładowy: | polski |
| Cykl kształcenia od: | 2024/2025 |
| Kod przedmiotu | W03W03-SM1056S, W03W03-SM2056S |
| Grupa kursów | NIE |

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------|------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | | 15 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | | 50 |
| Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę) | | | | | Zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X) | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | | 2 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 2 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | | | | | 0,7 |

*niepotrzebne skreślić

| |
|--|
| WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH |
| 1. |

| |
|--|
| CELE PRZEDMIOTU |
| C1 rozwój kompetencji społecznych studentów w zakresie prezentowania wyników pracy dyplomowej, inicjowania dyskusji i aktywnego w niej udziału |

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu realizowanej pracy dyplomowej

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – potrafi gromadzić i weryfikować informacje niezbędne do poznania wybranej tematyki badawczej

PEU_U02 – umie wyciągać wnioski z wyników własnych prac badawczych w odniesieniu do źródeł literaturowych

PEU_U03 – potrafi publicznie przedstawić wyniki swoich badań oraz bronić ich podczas publicznej dyskusji

PEU_U04 – potrafi przekazywać wiedzę innym

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – ma świadomość znaczenia wiedzy, także jej krytycznej analizy

PEU_K02 – jest gotowa do pogłębiania wiedzy i umiejętności, a w razie potrzeby korzystania z pomocy ekspertów

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć - seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|---|---------------|
| Se1 | Omówienie procesu dyplomowania na studiowanym kierunku | 1 |
| Se 2 - Se15 | Przedstawienie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji | 14 |
| Suma godzin | | 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja

N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|---|---|
| P | PEU_W01 PEU_U01 – PEU_U04 PEU_K01 – PEU_K02 | ocena na podstawie przedstawionej prezentacji i aktywności w dyskusjach |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

(brak)

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)

Przewodniczący komisji programowej dla właściwego kierunku studiów

Przygotowanie karty:

Piotr Rutkowski, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl