

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 (4-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 Sytemu 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 (4 sem. magisterskie)	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

1.1 Liczba semestrów 4	1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie 120
1.3 Łączna liczba godzin zajęć 1515	1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia) są określone w zarządzeniu: „Warunki i tryb rekrutacji” w Politechnice Wrocławskiej
1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów magister inżynier	1.6 Sylwetka absolwenta, możliwość zatrudnienia <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*)
83 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)

68,4 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	38
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	32
Łączna liczba punktów ECTS	70

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, kolokwii 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 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

4.1.2 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				

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

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

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

4.1.3 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 zalic zenia	Przedmioty/grupa zajęć			
			w	c	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	W03W03-SM2018L	Informatics for engineers			2			K2Aan_U12 K2Aan_W17	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
2	W03W03-SM2007W	Biotechnology with introduction to industrial microbiology	2					K2Aan_W01 K2Aan_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		K
3	W03W03-SM2019P	Biotechnology with introduction to industrial microbiology				1		K2Aan_U03 K2Aan_U08 K2Aan_U10	15	50	2	2	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
4	W03W03-SM2025P	Basics of technical drawing				2		K2Aan_U12	30	50	2		1,5	T	Z			P	K
5	W03W03-SM2026W	Technical safety in industry	1					K2Aan_W14	15	25	1		0,65	T/Z	Z				K
6	W03W03-SM2026L	Technical safety in industry			1			K2Aan_U04	15	25	1		0,7	T	Z			P	K
7	W03W03-SM2027W	Material recovery and recycling	2					K2Aan_W02 K2Aan_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		K
8	W03W03-SM2028W	Fundamentals of chemical and process engineering	2					K2Aan_W17 K2Aan_W18	30	50	2		1,3	T/Z	E				K
9	W03W03-SM2028P	Fundamentals of chemical and process engineering				2		K2Aan_U08 K2Aan_U12	30	50	2		1,5	T/Z	Z			P	K
10	W03W03-SM2029W	Bioreactors	2					K2Aan_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		K
11	W03W03-SM2029L	Bioreactors			2			K2Aan_U02 K2Aan_U04 K2Aan_U12	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
12	W03W03-SM2003W	Introduction to materials science and engineering	2					K2Aan_W01 K2Aan_W18 K2Aan_W06 K2Aan_W02	30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
13	W03W03-SM2030W	Fundamentals of chemical technology design	2					K2Aan_W05 K2Aan_W17	30	75	3		1,3	T/Z	E				K
14	W03W03-SM2030P	Fundamentals of chemical technology design				2		K2Aan_U12	30	50	2		1,5	T/Z	Z			P	K
15	W03W03-SM2025W	Separation and purification of products	1					K2Aan_W18	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		K
16	W03W03-SM2025L	Separation and purification of products			2			K2Aan_U02 K2Aan_U04	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
17	W03ANB-SM2006W	Liquid crystals for photonics	2					K2Aan_W03 K2Aan_W15	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		K
	W03ANB-SM2006L	Liquid crystals for photonics.			1			K2Aan_W03	15	25	1	1	0,7	T	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 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

18																			
19	W03ANB-SM2005W	Modern polymers	2										1,3	T/Z	Z				K
20	W03ANB-SM2004W	Bioorganic chemistry	2										1,3	T/Z	E		DN		K
21	W03ANB-SM2003W	Biophotonics	1										0,65	T/Z	Z				K
22	W03ANB-SM2003S	Biophotonics.					2						1,4	T/Z	Z			P	K
23	W03ANB-SM2001W	Fluorescence spectroscopy and bioimaging	2										1,3	T/Z	Z		DN		K
24	W03ANB-SM2001C	Fluorescence spectroscopy and bioimaging.		1									0,7	T/Z	Z		DN	P	K
25	W03ANB-SM2014W	Advanced functional materials	2										1,3	T/Z	E		DN		K
26	W03ANB-SM2014S	Advanced functional materials.					2						1,4	T/Z	Z		DN	P	K
27	W03ANB-SM2013W	Advanced research methods in the engineering of materials	2										1,3	T/Z	E		DN		K
28	W03ANB-SM2013C	Advanced research methods in the engineering of materials		1									0,7	T/Z	Z		DN	P	K
29	W03ANB-SM2013L	Advanced research methods in the engineering of materials			1								0,7	T	Z		DN	P	K
30	W03ANB-SM2012W	Organic electronics	1										0,65	T/Z	Z		DN		K
31	W03ANB-SM2012S	Organic electronics.					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 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

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 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
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 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.	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 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

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

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	łączna	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	łączna	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	łączna	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 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

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					

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 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	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 Ogólnouczelniane – 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

4.2.3.2 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	Sposób ³ zaliczenia	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	Sposób ³ zaliczenia	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	licencyjska / 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 związanych/-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 (4sem)
FORMA STUDIÓW:	stacjonarna
PROFIL:	ogólnoakademicki
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	angielski
OBOWIĄZUJE 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 (4 sem)

KIERUNEK: Advanced Nano and Biomaterials-MONABIPHOT

Sem.	I	II	III	IV
Godz.	28h/ 30ECTS/ 3E	25h / 30ECTS / 3E	25h / 30ECTS / 3E	23h / 30ECTS
28	Informatics for engineers			
27	2l (2ECTS)			
26	Biotechnology with introduction to industrial microbiology			
25	2w+1p	Fluorescence spectroscopy and bioimaging	Elective courses	
24	(2+2) ECTS	2w + 1c (3 + 1 ECTS)	2w (2 ECTS)	
23	Basics of technical drawing		Laser and microscopic techniques in materials analysis	Elective courses
22	2p (2 ECTS)	Modern spectroscopy	2w (2 ECTS)	2w (2 ECTS)
21	Technical safety in industry	2w (2 ECTS)	Nonlinear Optics for Chemists	Advanced functional materials
20	1w +1l	Biophotonics	1l (2 ECTS)	6l (6 ECTS)
19	(1+1) ECTS	1w + 2s (2 + 2 ECTS)	Nanoscale physics	
18	Material recovery and recycling		2w + 1l (2+2 ECTS)	
17	2w (2 ECTS)	Bioorganic chemistry	Nanomaterials	
16	Fundamentals of chemical and process engineering	2w (3 ECTS)	2w + 1s	
15	2w+2p	Modern polymers	(2 +1 ECTS)	Graduate laboratory II
14	(2+2) ECTS	2w (2 ECTS)	Organic electronics	14l (20 ECTS)
13	Bioreactors	Liquid crystals for photonics	1w + 1s	
12	2w+2l	2w + 1l (3 + 1 ECTS)	(1+1 ECTS)	
11	(2+2) ECTS	Mathematical methods in planning and analysis of experiment	Advanced research methods in the engineering of materials	
10		2l (2 ECTS)	2w + 1c + 1l	
9	Introduction to materials science and engineering	Managerial course II	(2 + 1 + 2 ECTS)	
8	2w (2 ECTS)	2w (3 ECTS)	Advanced functional materials	
7	Fundamentals of chemical technology design	Managerial course I	2w + 2s	
6	2w +2p	1w (2 ECTS)	(2 + 2 ECTS)	
5	(3+2) ECTS	Foreign language II		
4		3c (2 ECTS)	Graduate laboratory I	
3	Separation and purification of products	Foreign language I	4l (6 ECTS)	
2	1w+2l	1c (1 ECTS)		
1	(1+2) ECTS	Graduation proseminar 1s (1 ECTS)		Graduation seminar
				1s (2 ECTS)
Sem.	I	II	III	IV

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

Semestr 1

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 30

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	Przedmiot/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	W03W03-SM2018L	Informatics for engineers			2			K2Aan_U12 K2Aan_W17	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
2	W03W03-SM2007W	Biotechnology with introduction to industrial microbiology	2					K2Aan_W01 K2Aan_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		K
3	W03W03-SM2019P	Biotechnology with introduction to industrial microbiology				1		K2Aan_U03 K2Aan_U08 K2Aan_U10	15	50	2	2	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
4	W03W03-SM2025P	Basics of technical drawing				2		K2Aan_U12	30	50	2		1,5	T	Z			P	K
5	W03W03-SM2026W	Technical safety in industry	1					K2Aan_W14	15	25	1		0,65	T/Z	Z				K
6	W03W03-SM2026L	Technical safety in industry			1			K2Aan_U04	15	25	1		0,7	T	Z			P	K
7	W03W03-SM2027W	Material recovery and recycling	2					K2Aan_W02 K2Aan_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		K
8	W03W03-SM2028W	Fundamentals of chemical and process engineering	2					K2Aan_W17 K2Aan_W18	30	50	2		1,3	T/Z	E				K
9	W03W03-SM2028P	Fundamentals of chemical and process engineering				2		K2Aan_U08 K2Aan_U12	30	50	2		1,5	T/Z	Z			P	K
10	W03W03-SM2029W	Bioreactors	2					K2Aan_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		K
11	W03W03-SM2029L	Bioreactors			2			K2Aan_U02 K2Aan_U04 K2Aan_U12	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
12	W03W03-SM2003W	Introduction to materials science and engineering	2					K2Aan_W01 K2Aan_W18 K2Aan_W06 K2Aan_W02	30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
13	W03W03-SM2030W	Fundamentals of chemical technology design	2					K2Aan_W05 K2Aan_W17	30	75	3		1,3	T/Z	E				K
14	W03W03-SM2030P	Fundamentals of chemical technology design				2		K2Aan_U12	30	50	2		1,5	T/Z	Z			P	K
15	W03W03-SM2025W	Separation and purification of products	1					K2Aan_W18	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		K
16	W03W03-SM2025L	Separation and purification of products			2			K2Aan_U02 K2Aan_U04	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
Razem			14	7	7				420	750	30	13	19,25		3			15	

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

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		7	7		420	750	30	13	19,25

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 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 dmi otu/ grup y 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
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 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

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 3

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	łącznie	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

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 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

9.	W03ANB-SM2011S	Nanomaterials.					1	K2Aan_W13 K2Aan_W15 K2Aan_U05 K2Aan_U06 K2Aan_U08 K2Aan_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
10.	W03ANB-SM2010W	Nanoscale physics	2					K2Aan_W04 K2Aan_W06 K2Aan_W12	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		K
11.	W03ANB-SM2010L	Nanoscale physics.			1			K2Aan_W12 K2Aan_U04 K2Aan_U09 K2Aan_U13 K2Aan_U16 K2Aan_K05	15	50	2	2	0,7	T	Z		DN	P	K
12.	W03ANB-SM2009L	Nonlinear optics for Chemists.			1			K2Aan_W07 K2Aan_U04	15	50	2	2	0,7	T	Z		DN	P	K
13.	W03ANB-SM2008W	Laser and microscopic techniques in materials analysis	2					K2Aan_W02 K2Aan_W04 K2Aan_W12 K2Aan_W15	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		K
Razem			11	1	3		4		285	550	22	22	12,75					11	

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

8 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.	W03ANB-SM20BW	Elective course*	2					K2Aan_W16 K2Aan_K08	30	50	2		1,3	T/Z	Z				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
Razem			2		4				90	200	8	6	4,3					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

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 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

Semestr 4

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

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

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	Sposób ³ zaliczenia	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
W03W03-SM2028W	Fundamentals of chemical and process engineering	1
W03W03-SM2029W	Bioreactors	
W03W03-SM2030W	Fundamentals of chemical technology design	
W03ANB-SM2006W	Liquid crystals for photonics	2
W03ANB-SM2004W	Bioorganic chemistry	
W03ANB-SM2002W	Modern spectroscopy	
W03ANB-SM2014W	Advanced functional materials	3
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	15
4	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

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

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

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Ogólna wiedza z matematyki, fizyki i chemii</p>

<p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>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</p>

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 perspektyw 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 mass 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, Wiley-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 pożądaných 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 termoczułych 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 wlaciwoci typowych organicznych materiałów elektronicznych.
- PEU_W02 – Student zna podstawy opisu proces przewodnictwa, wzbudzenia elektronowego w materiałach organicznych
- PEU_W03 – Student zna zasady działania urzadze diod, tranzystor, ogniw fotowoltaicznych.
- PEU_W04 – Student zna podstawowe metody wytwarzania i charakteryzacji organicznych urzadze elektronicznych

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 -- Student potrafi interpretować, opracowywać 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 typów i wlaciwoci materiałów 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 materiałach organicznych	2
Wy4	Metody wytwarzania: przniowe, z roztworu, warstwy Langmuira-Blodgett	2
Wy5	Podstawy działania i materiały stosowane w konstrukcji diod elektroluminescencyjnych	2
Wy6	Podstawy działania i materiały stosowane w konstrukcji urzadze fotowoltaicznych	2
Wy7	Podstawy działania i materiały stosowane w konstrukcji tranzystor 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 studentów 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 równoważonym 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

KARTY PRZEDMIOTÓW – SEMESTR UZUPEŁNIAJĄCY
– STUDIA 4-SEMESTRALNE

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Podstawy grafiki inżynierskiej
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Basics of technical drawing
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	wszystkie kierunki
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień – semestr uzupełniający, dzienna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	polski/angielski
Cykl kształcenia od	2024/2025
Kod przedmiotu	W03W03-SM2025P
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				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)				1,5	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Podstawowa znajomość obsługi komputera

CELE PRZEDMIOTU
C1 Zapoznanie z zasadami rysunku technicznego.
C2 Nauczenie poprawnego czytania i wykonania rysunków projektowych.

C3 Umiejętność wykorzystania komputerowego wspomaganie w tworzeniu i modyfikacji dokumentacji technicznej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – Rozumie zasady rysunku technicznego i rolę normalizacji w rysunku technicznym.

PEU_U02 – Potrafi odwzorować elementy płaskie i przestrzenne w rzutach.

PEU_U03 – Posiada umiejętność przedstawiania i wymiarowania przedmiotów istniejących i projektowanych zgodnie z zasadami rysunku technicznego.

PEU_U04 – Ma wiedzę wystarczającą do czytania rysunków projektowych i schematów instalacji chemicznej.

PEU_U05 – Zna zasady obsługi aplikacji systemu CAD w zakresie wystarczającym do tworzenia dokumentacji technicznej w programach tego typu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr 1	Zajęcia organizacyjne. Zapoznanie z zasadami BHP w sali komputerowej. Sposób prowadzenia zajęć i warunki zaliczenia. Normalizacja w rysunku technicznym. Ćwiczenia w wyszukiwaniu norm.	2
Pr 2	Wstęp do obsługi aplikacji systemu CAD. Podstawowe narzędzia w interfejsie użytkownika. Ustawienie żądanych parametrów pracy programu AutoCAD. Tworzenie rysunku w oparciu o współrzędne punktów.	2
Pr 3	Wstęp do obsługi aplikacji systemu CAD. Tworzenie i organizacja obiektów 2D. Elementy rysunku w programie AutoCAD: linie, łuki, okręgi, elipsa, prostokąt, wielobok.	2
Pr 4	Wstęp do obsługi aplikacji systemu CAD. Modyfikacje elementów rysunku w programie AutoCAD: kopiowanie, obracanie, odbicie lustrzane, skalowanie, przycinanie, wydłużanie, przerywanie, fazowanie, zaokrąglanie, rozbijanie elementów złożonych.	2
Pr 5	Zasady rysunku technicznego (rodzaje rysunków, formaty arkuszy, tabliczki rysunkowe, rodzaje i grubość linii rysunkowych, pismo techniczne). AutoCAD: tworzenie napisów, zarządzane warstwami, drukowanie dokumentacji technicznej	2
Pr 6-7	Odwzorowanie obiektów płaskich i przestrzennych w rzutach (rzutowanie aksonometryczne, prostokątna i środkowe). Wymiarowanie przedmiotów na rysunkach projektowych.	4
Pr 8-10	Przedstawianie na rysunkach wewnętrzny zarysów przedmiotu. Rodzaje przekrojów: proste, łamane, stopniowe, cząstkowe. Zasady wykonywania przekrojów. Urwania i przerywania przedmiotów. Wymiarowanie przedmiotów na rysunkach projektowych cd.	6
Pr 11	Symbole graficzne i schematy w rysunku technicznym. Aparatu chemiczna. Schematy instalacji chemicznej. Kolokwium I.	2
Pr 12	Rodzaje połączeń elementów konstrukcji. Rysowanie, oznaczanie oraz wymiarowanie połączeń gwintowych oraz wybranych połączeń nierozłącznych. Uproszczenia rysunkowe. Wymiarowanie przedmiotów na rysunkach projektowych cd.	2
Pr 13	Zasady wykonywania rysunków wykonawczych i złożeniowych. Tolerancje wymiarów i pasowanie elementów konstrukcji, odchyłki kształtu i położenia. Oznaczanie struktury geometrycznej powierzchni.	2

Pr 14	Zapis graficzny obiektów przestrzennych przenikających się. Przekroje brył płaszczyznami i linie przenikania brył.	2
Pr 15	Kolokwium II. Zaliczenie zajęć.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z prezentacją multimedialną.
N2. Wykorzystanie oprogramowania AutoCAD.

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_U01-PEU_U02	kolokwium I
F2	PEU_U03-PEU_U05	kolokwium II
F3-F8	PEU_U02-PEU_U05	rysunki wykonane w programie AutoCAD
$P = [(F1+F2)/2 + (F3+F4+...+F8)/6] / 2$ <p>3,0 jeżeli $3,00 \leq P < 3,25$ 3,5 jeżeli $3,25 \leq P < 3,75$ 4,0 jeżeli $3,75 \leq P < 4,25$ 4,5 jeżeli $4,25 \leq P < 4,75$ 5,0 jeżeli $4,75 \leq P < 5,25$ 5,5 jeżeli $5,25 \leq P$</p>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Dobrzański T.: Rysunek techniczny maszynowy, WNT, Warszawa 2017.
[2] Romanowicz P.: Rysunek techniczny maszynowy z elementami CAD, PWN, Warszawa 2021.
[3] Pikoń A.: AutoCAD 2022 PL. Pierwsze kroki, Helion, Gliwice 2021.
[4] Jaskulski A.: AutoCAD 2020, LT 2020 (2013+): podstawy projektowania parametrycznego i nieparametrycznego : wersja polska i angielska, PWN, Warszawa 2019.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Burcan J.: Podstawy rysunku technicznego, WNT, Warszawa 2016.
[2] Lewandowski T.: Rysunek techniczny dla mechaników, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2018.
[3] Jaskulski A.: AutoCAD 2021 PL/EN/LT +: metodyka efektywnego projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D, Helion, Gliwice 2020.

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

**dr hab. inż. Izabela Polowczyk, izabela.polowczyk@pwr.edu.pl
dr inż. Mateusz Kruszelnicki, mateusz.kruszelnicki@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Bioreaktory				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Bioreactors				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biotechnologia				
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:	II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Język wykładowy:	polski/angielski				
Cykl kształcenia od	2024/2025				
Kod przedmiotu	W03W03-SM2029W, W03W03-SM2029L				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia	egzamin		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 kontaktu (BU)	1,3		1,4		
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1. Zaliczony kurs - Podstawy inżynierii chemicznej					
2. Podstawowa wiedza z zakresu biochemii, enzymologii i mikrobiologii					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 Poznanie sposobu bilansowania przemian mikrobiologicznych					
C2 Poznanie opisu kinetyki reakcji enzymatycznych i przemian mikrobiologicznych					
C3 Przedstawienie opisu matematycznego poszczególnych typów bioreaktorów					
C4 Uzyskanie wiedzy na temat właściwości i przeznaczenia poszczególnych typów bioreaktorów					
C5 Nauczenie się metod doboru bioreaktorów					
C6					
PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ					
Z zakresu wiedzy:					
Osoba, która zaliczyła przedmiot:					
PEU_W01 – Ma wiedzę z zakresu stosowania różnych typów biokatalizatorów i potrafi opisać procesy z ich udziałem.					
PEU_W02 – Zna i rozumie podstawy budowę i istotę działania elementów aparatury stosowanej do prowadzenia procesów enzymatycznych i mikrobiologicznych w skali laboratoryjnej i przemysłowej.					
PEU_W03 – Zna metody immobilizacji enzymów i potrafi opisać matematycznie proces z ich udziałem.					
PEU_W04 – Ma wiedzę na temat bioreaktorów membranowych.					
Z zakresu umiejętności:					
Osoba, która zaliczyła przedmiot:					
PEU_U01 – Potrafi opracowywać wyniki i umie przedstawiać je w formie pisemnego opracowania lub ustnej prezentacji, korzystając z terminologii stosownej dla inżynierii bioreaktorów.					

PEU_U02 – Potrafi oznaczyć aktywność biocząsteczek.		
PEU_U03 – Ma umiejętność doświadczalnego wyznaczenia kinetyki reakcji enzymatycznych i przemian mikrobiologicznych oraz parametrów pracy bioreaktorów różnych typów.		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie w zagadnienie inżynierii bioreaktorów.	2
Wy2	Kinetyka reakcji chemicznej. Rząd reakcji.	2
Wy3	Metody wyznaczenia stałych równania kinetycznego.	2
Wy4	Równania kinetyczne w katalizie enzymatycznej. Inhibicja substratowa, produktowa.	2
Wy5	Równania kinetyczne dla kinetyki wielosubstratowej. Inaktywacja enzymów.	2
Wy6	Immobilizacja enzymów.	2
Wy7	Kataliza enzymatyczna z nałożonym transportem masy.	2
Wy8	Kinetyka wzrostu mikroorganizmów. Budowa mieszalnikowego bioreaktora mikrobiologicznego.	2
Wy9	Mieszanie w bioreaktorze.	2
Wy10	Bilans materiałowy bioreaktora. Reaktor okresowy.	2
Wy11	Reaktor ciągły. Czasu przebywania.	2
Wy12	Biofilm.	2
Wy13	Kaskada reaktorów.	2
Wy14	Mikrobiologiczny reaktor membranowy.	2
Wy15	Reaktor z membraną katalityczną.	2
	Suma godzin	30
Forma zajęć – laboratorium – (studia II stopnia)		Liczba godzin
La1 – La3	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. Polityka antyplagiatowa. Reaktor mikrobiologiczny – badanie kinetyki wzrostu drożdży i wyznaczenie parametrów równania Monoda..	10
La4	Badanie kinetyki reakcji chemicznej w reaktorze okresowym	4
La5, La6	Procesy enzymatyczne w reaktorze okresowym: wyznaczenie parametrów kinetycznych. Laboratorium łączone z obliczeniami parametrów równań metodą regresji liniowej i nieliniowej w laboratorium komputerowym.	8
La7	Rozkład czasu przebywania w reaktorze mieszalnikowym i reaktorze kolumnowym.	4
La8	Reaktory przepływowe: izomeryzacja glukozy w kolumnie ze złożem upakowanym..	4
	Suma godzin	30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną		
N2. Laboratorium		
OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEU_W01 - PEU_W04	Egzamin pisemny na 10 pkt.
P (wykład) = F1= 10 pkt.		
9.5 - 10 pkt. + bdb		
9.0 – 9.4 pkt. bdb		
8.0 – 8.9 pkt. + db		

Załącznik nr 4 do programu studiów

7.0 – 7.9 pkt. db 6.0 – 6.9 pkt. + dst 5.0 - 5.9 pkt. dst		
F1 – F6 (laboratorium)	PEU_U1 – PEU_04	Punkty za każde ćwiczenie – kartkówka + sprawozdanie (maks. 5 pkt. każde)
P (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5+F6)		
P = 3.0 jeżeli suma punktów w zakresie 60-67,9% 3.5 jeżeli suma punktów w zakresie 68-75,9% 4.0 jeżeli suma punktów w zakresie 76-83,9% 4.5 jeżeli suma punktów w zakresie 84-89,9% 5.0 jeżeli suma punktów w zakresie 90-98% 5.5 jeżeli suma punktów wyniesie >98%		
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
[1] S.Ledakowicz – Inżynieria biochemiczna, WNT, 2011 [2] J. Bałdyga: Obliczenia w inżynierii bioreaktorów, Oficyna Wydawnicza Pol. Warszawskiej, 1996 [3] E.Klimiuk, K.Lossow, M.Bulińska – Kinetyka reakcji i modelowanie reaktorów biochemicznych w procesach oczyszczania ścieków, ART, 1995 [4] K.Szewczyk – Bilansowanie i kinetyka procesów biochemicznych, Wyd. PW, 1993		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
[1] J.E. Bailey, D.F/ Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill, 1986 [2] A. Trusek-Hołownia: Membrane Bioreactors - Models for Bioprocess Design, Desalination Publications, 2011		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
ANNA TRUSEK, anna.trusek@pwr.edu.pl KAROLINA LABUS, karolina.labus@pwr.edu.pl		

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa w języku polskim	Biotechnologia z elementami mikrobiologii przemysłowej				
Nazwa w języku angielskim	Biotechnology with introduction to industrial microbiology				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):					
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Stopień studiów i forma:	II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna				
Kod przedmiotu	W03W03-SM2007W, W03W03-SM2019P				
Język wykładowy	polski/angielski				
Cykl kształcenia od: 2024/2025					
Grupa kursów	NIE				
	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	Zaliczenie na ocen			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 kontaktu (BU)	1,3			0,75	
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1. Znajomość budowy i funkcji struktur komórkowych					
CELE PRZEDMIOTU					
C1	Znajomość wymagań odżywczych oraz sposobów pozyskiwania energii przez komórki				
C2	Poznanie możliwości zastosowania organizmów żywych w biotechnologii i mikrobiologii przemysłowej - podstawy				

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ		
Z zakresu wiedzy:		
PEU_W01 – Student zna struktury i funkcje makrocząsteczek budujących komórki		
PEU_W02 – Student zna i rozumie podstawy procesów metabolicznych		
PEU_W03 – Student ma podstawową wiedzę na temat stosowania mikroorganizmów w procesach technologicznych		
Z zakresu umiejętności:		
PEU_U01 – Student umie wykorzystać znajomość podstaw biotechnologii do przygotowania prezentacji z zakresu nowych trendów w rozwoju tej dziedziny		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy: budowa i funkcje białek	2
Wy2	Podstawy: budowa i funkcje białek	2
Wy3	Podstawy: klasyfikacja i charakterystyka enzymów	2
Wy4	Podstawy: klasyfikacja i charakterystyka enzymów	2
Wy5	Podstawy: cykle redox w organizmach żywych	2
Wy6	Podstawy: cykle pozyskiwania energii u organizmach żywych	2
Wy7	Podstawy: wymagania odżywcze mikroorganizmów	2
Wy8	Podstawowe zasady pracy z mikroorganizmami	2
Wy9	Podstawowe zasady pracy z mikroorganizmami – techniki mikrobiologiczne	2
Wy10	Metodologia skalowania procesów mikrobiologicznych	2
Wy11	Metodologia skalowania procesów mikrobiologicznych	2
Wy12	Wybrane przykłady przemysłowych procesów mikrobiologicznych	2
Wy13	Wybrane przykłady przemysłowych procesów mikrobiologicznych	2
Wy14	Kolokwium I	2
Wy15	Kolokwium II	2
Suma godzin		30
		Liczba godzin
Proj 1	Nowe trendy w mikrobiologii przemysłowej I biotechnologii – prezentacje studentów	15
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1	Wykład – Prezentacja multimedialna	
N2	Projekt – Prezentacja multimedialna	
OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P – Wykład	PEU_W01-PEU_W03	Pisemny egzamin
P-Projekt	PEU_U01	Ocena prezentacji własnej studenta

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
„Modern Industrial Microbiology and Biotechnology” Second Edition, <u>Okafor Nduka</u> ; 2018, ISBN13 (EAN): 9781138550186
OPIEKUN PRZEDMIOTU (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
Prof. dr hab. inż. Ewa Żymańczyk-Duda, ewa.zymanczyk-duda@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Podstawy inżynierii chemicznej i procesowej				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fundamentals of chemical and process engineering				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	wszystkie kierunki II stopnia				
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:	II stopień – semestr uzupełniający stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Język wykładowy:	polski/angielski				
Cykl kształcenia od	2024/2025				
Kod przedmiotu	W03W03-SM2028W, W03W03-SM2028P				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50			50	
Forma zaliczenia	Egzamin			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 kontaktu (BU)	1,3			1,5	
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1. Podstawy inżynierii chemicznej.					
2. Podstawy technologii chemicznej.					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 Zapoznanie studentów z zasadami projektowania procesu produkcyjnego.					
C2 Uzyskanie podstawowej wiedzy o procedurach projektowania i wykorzystaniu tej wiedzy do rozwiązywania problemów i zadań inżynierskich procesów wymiany pędu, ciepła i masy.					
C3 Zapoznanie studentów z zasadami opracowania przebiegu procesu produkcyjnego projektowanej instalacji, zasadami sporządzania schematu ideowego, bilansu materiałowego i cieplnego, zasadami opracowania schematu technologiczno–aparaturowego.					
C4 Zapoznanie studentów z zasadami doboru aparatury procesowej i urządzeń, z zasadami projektowania podstawowych aparatów procesowych wymiany pędu, ciepła i masy, doboru aparatury kontrolno–pomiarowej i regulacyjnej.					
C5 Uzyskanie podstawowej wiedzy o sposobach obliczania (algorytmach projektowania) podstawowych aparatów w procesach i operacjach jednostkowych wymiany pędu, ciepła i masy.					

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy:**

PEU_W01 – zna zasady projektowania procesu produkcyjnego, zna zasady opracowywania projektu procesowego instalacji przemysłowej,

PEU_W02 – zna procedury projektowe i potrafi je wykorzystać do rozwiązywania problemów i zadań inżynierskich w zakresie wymiany pędu, ciepła i masy,

PEU_W03 – potrafi opracować przebieg procesu produkcyjnego, sporządzić schemat ideowy procesu i technologiczno–aparaturowy, wykonać obliczenia bilansu masy i ciepła w projektowanym procesie,

PEU_W04 – umie zaprojektować podstawowe, proste aparaty procesowe stosowane w procesach i operacjach jednostkowych wymiany pędu, ciepła i masy.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – potrafi określić zdolność produkcyjną / zdolność przerobu instalacji o działaniu okresowym lub ciągłym,

PEU_U02 – umie formułować problemy projektowe i rozwiązywać zadania inżynierskie w procesach i operacjach jednostkowych wymiany pędu, ciepła i masy procesu produkcyjnego: opory przepływów w aparaturze, bilansowanie strumieni masy i ciepła, wnikanie masy, kinetyka procesów, charakterystyka rurociągów, dobór pomp, sedymentacja, filtracja, transport ciepła i wymienniki ciepła, transport masy i wymienniki masy (m.in. absorpcja, adsorpcja, ekstrakcja, krystalizacja), reaktory okresowy i ciągły mieszalnikowy,

PEU_U03 – umie sporządzić schemat ideowy procesu produkcyjnego, zaproponować schemat technologiczno–aparaturowy,

PEU_U04 – potrafi dobrać i zaprojektować podstawowe aparaty procesowe w procesach i operacjach jednostkowych wymiany pędu, ciepła i masy.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Etapy opracowania nowej technologii. Założenia techniczno–ekonomiczne, projekt procesowy, projekt techniczny.	2
Wy2	Procedury projektowania. Zasady opracowania projektu procesowego. Założenia projektowe. Zdolność produkcyjna / zdolność przerobu instalacji o działaniu okresowym lub ciągłym.	2
Wy3	Procesy i operacje jednostkowe transportu pędu. Hydrodynamika, pompy, sedymentacja, filtracja, mieszanie i mieszalniki.	2
Wy4	Procesy i operacje jednostkowe transportu ciepła. Przewodzenie i wnikanie ciepła, przenikanie ciepła, wymienniki ciepła.	2
Wy5	Procesy i operacje jednostkowe transportu masy. Absorpcja, adsorpcja, ekstrakcja, destylacja – wymienniki masy.	2
Wy6	Procesy i operacje jednostkowe transportu masy (c.d.). Krystalizacja, krystalizatory, reaktory chemiczne mieszalnikowe.	2
Wy7	Przebieg procesu produkcyjnego. Dane procesowe, schemat ideowy procesu produkcyjnego. Surowce, produkty, odpady, ochrona środowiska.	2
Wy8	Bilans materiałowy i energetyczny. Wskaźniki zużycia surowców i energii.	2
Wy9	Dobór aparatów procesowych i urządzeń. Dobór materiałów konstrukcyjnych.	2
Wy10	Schemat technologiczno–aparaturowy projektowanego procesu produkcyjnego. Dobór aparatury kontrolno–pomiarowej i regulacyjnej.	2
Wy11	Aparaty procesowe wymagające indywidualnego projektowania. Algorytmy projektowania podstawowych aparatów wymiany pędu.	2
Wy12	Aparaty procesowe wymagające indywidualnego projektowania. Algorytmy projektowania podstawowych aparatów wymiany ciepła.	2

Załącznik nr 4 do programu studiów

Wy13	Aparaty procesowe wymagające indywidualnego projektowania. Algorytmy projektowania podstawowych aparatów wymiany masy.	2
Wy14	Projektowanie reaktorów chemicznych mieszalnikowych o działaniu okresowym lub ciągłym.	2
Wy15	Bezpieczeństwo techniczne instalacji. Zasady sporządzania szacunków nakładów inwestycyjnych i zasady obliczania kosztów.	2
	Suma godzin	30
Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Obliczanie zdolności produkcyjnej / zdolności przerobowej instalacji o działaniu ciągłym i okresowym.	2
Pr2, Pr3	Obliczenia dla wybranych operacji jednostkowych wymiany pędu: przepływy w rurociągu i aparaturze procesowej, sedymentacja, filtracja, mieszanie.	4
Pr4	Obliczenia dla wybranych operacji jednostkowych wymiany ciepła: przewodzenie, wnikanie, przenikanie ciepła.	2
Pr5, Pr6	Obliczenia dla wybranych operacji jednostkowych wymiany masy: absorpcja, adsorpcja, ekstrakcja, destylacja, krystalizacja, reaktory chemiczne mieszalnikowe.	4
Pr7	Bilans materiałowy dla przykładowych procesów produkcyjnych, obliczenia wskaźników zużycia surowców.	2
Pr8	Bilans energetyczny dla przykładowych procesów produkcyjnych, obliczenia wskaźników zużycia energii.	2
Pr9	Sporządzanie schematu ideowego procesu produkcyjnego, schematu technologiczno–aparaturowego instalacji przemysłowej.	2
Pr10	Projektowanie zbiornika przepływowego, dobór pompy.	2
Pr11	Projektowanie wymiennika ciepła.	2
Pr12	Projektowanie mieszalnika.	2
Pr13	Projektowanie reaktora mieszalnikowego o działaniu okresowym i ciągłym.	2
Pr14	Projektowanie krystalizatora z wewnętrzną cyrkulacją zawiesiny o działaniu ciągłym.	2
Pr15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną. N2. Rozwiązywanie zadań inżynierskich i projektowych. N3. Konsultacje projektowe.		
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_W04	Egzamin końcowy.
P (projekt)	PEU_U01 – PEU_U04	Zaliczenie na ocenę.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Ciborowski: *Podstawy inżynierii chemicznej*, WNT, Warszawa, 1982.
- [2] J. Pikoń: *Aparatura chemiczna*, PWN, Warszawa, 1978.
- [3] D.W. Green, R.H. Perry (red.): *Perry's chemical engineers' handbook*, 8th ed., McGraw-Hill, 2007.
- [4] S. Kucharski, J. Głowiński: *Podstawy obliczeń projektowych w inżynierii chemicznej*, OWPWr, Wrocław, 2000.
- [5] Pr. zbiorowa: *Zadania projektowe z inżynierii procesowej*, OWPW, Warszawa, 1986.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Himmelblau: *Basic principles and calculation in chemical engineering*, N. Y., 1986.
- [2] G.I. Wells, L.M. Rose: *The art of chemical process design*, Elsevier, 1986.
- [3] W.D. Seider: *Process design principles*, J.W.&S., 1999.
- [4] U. Bröckel, W. Meier, G. Wagner (red.): *Product design and engineering*. Vol. 1: *Basics and technologies*, Vol. 2: *Rawmaterials, additives and application*, Wiley, 2007.

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

dr inż. Nina Hutnik (nina.hutnik@pwr.edu.pl)
 dr inż. Anna Stanclik (anna.stanclik@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Podstawy projektowania w technologii chemicznej				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Fundamentals of chemical technology design				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego				
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:	II stopień- semestr uzupełniający, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Język wykładowy:	polski				
Cykl kształcenia od	2024/2025				
Kod przedmiotu	W03W03-SM2030W, W03W03-SM2030P				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75			50	
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę / egzamin (dla II stopnia w j. angielskim)			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,3			1,5	
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość chemii ogólnej: właściwości substancji, stechiometria 2. Znajomość chemii fizycznej: termodynamika, kinetyka 3. Znajomość matematyki: różniczkowanie, całkowanie, równania różniczkowe 					
CELE PRZEDMIOTU					
<p>C1 Zapoznanie z podstawowymi pojęciami i prawami z zakresu technologii chemicznej.</p> <p>C2 Zapoznanie z bilansem materiałowym i cieplnym procesu.</p> <p>C3 Zapoznanie z właściwościami fizykochemicznymi substancji i sposobami ich oceny.</p> <p>C4 Zapoznanie z obliczeniami inżynierskimi procesu chemicznego.</p> <p>C5 Nauczenie wykonywania prostych projektów z wykorzystaniem Arkusza kalkulacyjnego i odpowiednich programów komputerowych</p>					

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ		
<p>Z zakresu wiedzy:</p> <p>PEU_W01 - zna podstawowe zasady technologiczne</p> <p>PEU_W02 - zna zasady sporządzania bilansu materiałowego i energetycznego</p> <p>PEU_W03 - zna sposoby przewidywania właściwości fizykochemicznych substancji</p> <p>PEU_W04 - zna podstawy obliczania składu i temperatury układu reagującego</p> <p>Z zakresu umiejętności:</p> <p>PEU_U01 - potrafi sięgać do źródeł danych o właściwościach substancji</p> <p>PEU_U02 – potrafi sporządzać proste bilanse materiałowe i energetyczne oraz przeprowadzać ich analizę</p> <p>PEU_U03 – potrafi wykonywać proste obliczenia inżynierskie</p> <p>PEU_U04 - potrafi posługiwać się profesjonalnym oprogramowaniem komputerowym służącym do prostych obliczeń inżynierskich oraz symulowania wybranych procesów</p>		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcia podstawowe: Proces technologiczny, koncepcja chemiczna metody, koncepcja technologiczna metody. Omówienie zasad technologicznych: zasada najlepszego wykorzystania różnic potencjałów, zasada najlepszego wykorzystania surowców, zasada najlepszego wykorzystania energii, zasada najlepszego wykorzystania aparatury, zasada umiaru technologicznego. Operacje jednostkowe.	2
Wy2	Bilans materiałowy procesu chemicznego: zasada zachowania masy, zasada zachowania atomów, zasada zachowania energii. Analiza bilansu materiałowego procesów w stanie ustalonym. Bilans materiałowy układów z reakcją chemiczną. Stopień przemiany w stechiometrycznej i nie stechiometrycznej mieszaninie reagentów. Wydajność procesu. Schemat procesu, symulacja diagramów strumieniowych. Programy komputerowe służące do symulacji procesów chemicznych.	2
Wy3	Bilans energetyczny. Podstawowe pojęcia: układ, zmienne stanu układu, stan układu. Zasada zachowania energii, składowe energii układów: energia wewnętrzna, praca, ciepło, entalpia. Obliczanie zmian entalpii. Entalpia reakcji. Wpływ temperatury i ciśnienia na entalpię reakcji.	2
Wy4	Gaz doskonały: równanie stanu gazu doskonałego, właściwości. Współczynnik ściśliwości. Praca sprężania i ekspansji gazów. Przemiana politropowa. Bilanse w stanie nieustalonym. Klasyfikacja procesów chemicznych, typy bilansów.	2
Wy5	Właściwości substancji chemicznych. Źródła informacji technologicznych – bazy danych. Fazy skondensowane. Przewidywanie właściwości fizykochemicznych: gęstość, lepkość, parametry krytyczne. Właściwości termodynamiczne. Metoda inkrementów grupowych lub atomowych, metoda stanów odpowiadających sobie. Stan krytyczny materii.	2
Wy6	Gaz rzeczywisty. Odchylenia od stanu doskonałego. Współczynnik ściśliwości dla gazów rzeczywistych. Równania stanu gazu rzeczywistego. Współczynnik acentryczny. Mieszanki gazów rzeczywistych.	2
Wy7	Lotność i współczynnik lotności gazów. Definicja lotności i współczynnika lotności. Równania do obliczeń współczynnika lotności. Współczynnik lotności składnika mieszaniny gazów. Reguła Lewisa-Randalla. Wyznaczanie współczynników aktywności metodami udziałów grupowych. Równowagi fazowe. Funkcje odchylenia od stanu idealnego.	2

Załącznik nr 4 do programu studiów

Wy8	Reakcja chemiczna. Stechiometria; stężenie, stopień przereagowania odniesiony do stężenia oraz do strumienia molowego (zmiana objętości). Kierunek reakcji; eliminowanie reakcji składowych w ramach chemicznej koncepcji procesu. Obliczenia składu (bieg reakcji do końca).	2
Wy9	Skład w stanie równowagi. Stała równowagi. Zależność temperaturowa stałej równowagi. Reakcje ze zmianą liczby moli; wpływ ciśnienia; zabiegi technologiczne (nadmiar reagenta, zmniejszanie stężenia – przykłady). Obliczenia składu równowagowego na wybranych przykładach.	2
Wy10	Równanie kinetyczne. Szybkość reakcji elementarnej; zależność od stężenia. Reakcje elementarne nieodwracalne i odwracalne; rozwiązywanie odpowiednich równań różniczkowych. Stała szybkości. Zmienność składu w czasie. Szybkość reakcji realnej; pełny model kinetyczny, opisy uproszczone. Przybliżenie stanu równowagi i przybliżenie stanu stacjonarnego. Przykłady reakcji złożonych. Wykorzystanie danych eksperymentalnych.	2
Wy11	Reaktor zbiornikowy. Układ o pracy okresowej; doskonałe mieszanie, warunki nieustalone, związek objętości ze stopniem przereagowania i czasem reakcji. Układ przepływowy; równanie ciągłości składnika, doskonałe mieszanie, stan ustalony, równanie projektowe reaktora zbiornikowego przelewowego, umowny czas reakcji.	2
Wy12	Reaktor rurowy. Równanie projektowe układu typu tłokowego w stanie ustalonym. Porównanie objętości i stopnia przereagowania w reaktorach o pracy ciągłej: zbiornikowym i rurowym.	2
Wy13	Oszacowanie składu i temperatury badanego układu. Bilans ciepła. Przykłady. Założenie adiabatyczności.	2
Wy14	Kolokwium zaliczeniowe I	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe II	2
	Suma godzin	30
Forma zajęć – projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia wprowadzające, zapoznanie z wykorzystywanym oprogramowaniem komputerowym. Zasady tworzenia bilansu materiałowego bez reakcji chemicznej.	2
Pr2	Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy bez reakcji chemicznej, ograniczenia procesu.	2
Pr3	Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy, zawracanie strumieni. Projekt I.	2
Pr4	Zasady tworzenia bilansu materiałowego procesów z reakcjami chemicznymi.	2
Pr5	Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy z reakcjami równoległymi. Projekt II.	2
Pr6	Powtórzenie materiału. Omówienie projektów.	2
Pr7	Kolokwium I.	2
Pr8	Analiza procesu chemicznego z uwzględnieniem kinetyki - reakcje elementarne, obliczenia stężeń wybranych reagentów, czas niezbędny do osiągnięcia stanu równowagi w badanych układach.	2
Pr9	Analiza procesu chemicznego z uwzględnieniem kinetyki - reakcje złożone, szacowanie rzędu reakcji oraz parametrów kinetycznych na podstawie danych eksperymentalnych.	2
Pr10	Objętościowe właściwości gazów wyznaczone z równań stanu gazu rzeczywistego trzeciego stopnia. Projekt III.	2
Pr11	Objętościowe właściwości gazów wyznaczone z równania stanu gazu rzeczywistego Lee-Keslera.	2

Pr12	Funkcje odchylenia od stanu doskonałego: energia swobodna, entalpia, entalpia swobodna, entropia, lotność. Projekt IV.	2
Pr13	Wpływ ciśnienia i temperatury na przebieg procesu równowagowego.	2
Pr14	Omówienie projektów. Kolokwium II.	2
Pr15	Kolokwium poprawkowe.	2
	Suma godzin	30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną N2. Arkusz kalkulacyjny Excel N3. Program komputerowy Polymath N4. Oprogramowanie komputerowe służące do symulacji procesów chemicznych (ChemCAD lub Aspen Plus)		
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_W03	Kolokwia zaliczeniowe I i II, egzamin
F1 (projekt)	PEU_U01 – PEU_U04	Kolokwium I
F2 (projekt)	PEU_U01 – PEU_U04	Kolokwium II
P (projekt) = (F1 + F2) / 2		
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
[1] S. Kucharski, J. Głowiński, Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, 3 wyd., Oficyna Wyd. PWR, Wrocław 2010		
[2] J. Szarawara, J. Piotrowski, Podstawy teoretyczne technologii chemicznej, WNT, Warszawa 2010		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
[1] R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling, The properties of gases and Liquids, 4th ed., Mcgraw-Hill, New York 1987		
[2] Praca zbiorowa, Przykłady i zadania do przedmiotu Podstawy technologii chemicznej, Oficyna Wyd. PWR, Wrocław 1991		
[3] W. Ufnalski, Wprowadzenie do termodynamiki chemicznej, Oficyna Wyd. PW, Warszawa 2004		
[4] H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Fourth Ed., Prentice Hall PTR, New Jersey, 2005.		
[5] D. M. Himmelblau, J. B. Riggs, Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, Seventh Ed., Prentice Hall PTR, New Jersey, 2004.		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
Prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann, jozef.hoffmann@pwr.edu.pl Dr inż. Ewelina Ortyl, ewelina.ortyl@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 <i>Informatyka dla inżynierów</i> Nazwa przedmiotu w języku angielskim <i>Informatics for engineers</i> Kierunek studiów (jeśli dotyczy): 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 W03W03-SM2018L 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)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			1,4		

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu chemii ogólnej, algebry liniowej, analizy matematycznej; Podstawowa znajomość technologii informatycznych; Znajomość specjalistycznego języka angielskiego.
--

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z chemicznymi, biologicznymi i bibliograficznymi bazami danych.

C2 Zapoznanie studentów z podstawowymi formatami zapisu informacji w bazach chemicznych i bioinformatycznych.

C3 Zapoznanie studentów z oprogramowaniem wykorzystywanym w rysowaniu i wizualizacji struktur chemicznych i makromolekuł.

C4 Zapoznanie studentów z podstawami języka skryptowego.

C5 Wykształcenie u studentów umiejętności automatyzacji zadań obliczeniowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_U01 – posiada umiejętność wyszukiwania informacji w chemicznych oraz bibliograficznych bazach danych oraz bazach sekwencji biologicznych;
- PEU_U02 – potrafi posługiwać się narzędziami do wizualizacji struktur chemicznych;
- PEU_U03 – posiada umiejętność doboru odpowiednich metod i narzędzi do rozwiązania badanego problemu;
- PEU_U04 – umie opracować algorytm;
- PEU_U05 – umie wykorzystać język skryptowy do zautomatyzowania zadań obliczeniowych i rozwiązywania prostych problemów numerycznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia wprowadzające. Zaznajomienie studenta z tematyką zajęć i organizacją pracy w pracowni komputerowej oraz warunków zaliczenia kursu. Omówienie podstawowych narzędzi i oprogramowania wykorzystywanego podczas realizacji kursu.	2h
La2 – La3	Naukowe bazy danych. Zaznajomienie studenta z najważniejszymi, chemicznymi, naukowymi i bibliograficznymi bazami danych (np. Reaxys, ChemSpider, CSD, PDB, Scopus, WoS, NCBI) i organizacją informacji w tych bazach i opcjami wyszukiwania. Dyskusja na temat znaczenia pozyskiwania informacji naukowych z renomowanych i zweryfikowanych źródeł.	4h
La4	Podstawowe formaty danych i wizualizacja struktur chemicznych. Praktyczne zaznajomienie studenta z formatem danych w chemicznych i strukturalnych bazach danych oraz formatem zapisu sekwencji biologicznych. Praktyczne ćwiczenia z pozyskiwania informacji z omawianych baz danych. Ćwiczenia z wykorzystania oprogramowania do wizualizacji i rysowania struktur chemicznych.	2h
La5	Indywidualne zadania z części I kursu.	2h
La6	Wprowadzenie do języka Python. Wprowadzenie typu danych liczbowych oraz operatorów arytmetycznych. Pierwsze skrypty wczytujące dane liczbowe i wykorzystujące operatory arytmetyczne. Zaznajomienie studenta z trybem interaktywnym Pythona.	2h

La7	Podstawowe typy danych. Omówienie podstawowych typów danych: liczbowego i łańcuchów. Pisanie skryptów przetwarzających dane podane przez użytkownika. Zapoznanie studenta z możliwościami korzystania z Pomocy.	2h
La8	Zastosowanie instrukcji warunkowej. Omówienie zasad tworzenia instrukcji warunkowej oraz tworzenia instrukcji złożonych. Praktyczne przykłady wykorzystania: np. obliczanie silni, drukowanie tabliczki mnożenia.	2h
La9	Zaawansowane typy danych – listy, krotki, słowniki. Omówienie sposobu tworzenia list, krotek i słowników oraz ich operatorów i metod. Pisanie skryptów wykorzystujących omawiane typy danych. Pisemne kolokwium I z programowania.	2h
La10	Zastosowanie pętli sterowanej warunkiem logicznym. Omówienie zasad tworzenia pętli sterowanej warunkiem logicznym wraz z przykładami jej zastosowania.	2h
La11	Moduły. Omówienie zasad importowania modułów i możliwości ich wykorzystania na przykładzie modułu math i random. Praktyczne przykłady z wykorzystaniem pętli sterowanej warunkiem logicznym.	2h
La12	Zastosowanie pętli sterowanej licznikiem. Omówienie zasad tworzenia pętli sterowanej licznikiem. Pisemne kolokwium II z programowania	2h
La13	Zastosowanie pętli sterowanej licznikiem. Praktyczne przykłady programów wykorzystujących pętle sterowane licznikiem oraz zadania wymagające tworzenia instrukcji złożonych oraz wykorzystujące instrukcje sterujące.	2h
La14	Pliki tekstowe. Omówienie zasad przetwarzania plików tekstowych. Przykłady pracy z sekwencjami biologicznymi.	2h
La15	Pisemne kolokwium III z programowania. Poprawa kolokwiów I i II oraz dyskusja indywidualnych zadań.	2h
	Suma godzin	30h

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjny z prezentacją multimedialną
- N2. Pisanie programów
- N3. Wykorzystanie baz danych
- N4. Wykorzystanie oprogramowania
- N5. Rozwiązywanie zadań
- N6. Przygotowanie sprawozdania

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_U01- PEU_U03,	Sprawozdanie z Indywidualnego zadania z części I kursu
F2	PEU_U03- PEU_U05	Pisemne kolokwium I z programowania
F3	PEU_U03- PEU_U05	Pisemne kolokwium II z programowania

F4	PEU_U03- PEU_U05	Pisemne kolokwium III z programowania
$P = (F1 + F2 + F3 + F4)/4$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Python 3 documentation: https://docs.python.org/3/ [2] Python Crash Course, 3rd Ed.: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming, Matthes E., No Starch Press, 2023 [3] Python Programming: An Introduction to Computer Science, Zelle J. Ingram short title, 2016</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Python Programming for Beginners, Robbins P., 2023</p>
NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)
dr inż. Renata Grzywa, renata.grzywa@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wstęp do chemii i inżynierii materiałów					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Introduction to material science and engineering					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):					
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów: II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Język wykładowy: polski/angielski					
Cykl kształcenia od 2024/2025					
Kod przedmiotu W03W03-SM2003W					
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	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				
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawowa wiedza w zakresie budowy materii. 2. Podstawy fizyki, mechaniki, elektroniki, chemii i chemii fizycznej. 3. Podstawowa wiedza o strukturze popularnych materiałów inżynierskich. 4. Znajomość języka angielskiego w stopniu komunikatywnym. 					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi zależnościami między strukturą materiału a jego właściwościami.					
C2 Zapoznanie studentów z zasadami doboru materiałów dla różnych zastosowań.					

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy:**

- PEU_W01 Student ma podstawową wiedzę o strukturze popularnych materiałów konstrukcyjnych.
 PEU_W02 Student rozumie wpływ defektów struktury na potencjalne właściwości materiałów.
 PEU_W03 Student rozumie wpływ dyfuzji na właściwości materiałów konstrukcyjnych.
 PEU_W04 Student ma podstawową wiedzę o właściwościach mechanicznych materiałów i powstawaniu uszkodzeń.
 PEU_W05 Student rozumie wpływ obróbki termicznej na właściwości metali i stopów.
 PEU_W06 Student zna podstawowe właściwości elektryczne i magnetyczne materiałów.
 PEU_W07 Student zna podstawowe właściwości optyczne i termiczne materiałów.
 PEU_W08 Student zna wybrane metody otrzymywania materiałów.
 PEU_W09 Student rozumie pojęcie materiałów kompozytowych i zna ich przykładowe zastosowania.
 PEU_W10 Student zna pojęcie korozji, jej wpływ na degradację materiałów i sposoby jej zapobiegania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Atomic structure of solids. Bonding in solids.	2
Wy2	Structures of metals, ceramics and polymers.	2
Wy3	Defects in solids. Diffusion phenomena.	2
Wy4	Mechanical properties of materials.	2
Wy5	Deformation and strengthening of materials.	2
Wy6	Failure of materials.	2
Wy7	<i>I kolokwium cząstkowe.</i>	2
Wy8	Phase diagrams and phase transformations.	2
Wy9	Electrical and magnetic properties of materials.	2
Wy10	Optical and thermal properties of materials.	2
Wy11	Synthesis, fabrication and processing of materials.	2
Wy12	Composites materials.	2
Wy13	Corrosion and degradation of materials.	2
Wy14	<i>II kolokwium cząstkowe.</i>	2
Wy15	<i>Kolokwium poprawkowe</i>	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład – prezentacja multimedialna + rozwiązywanie prostych zadań obliczeniowych.
 N2. Dyskusja ze studentami.
 N3. E-książki i bazy danych.

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	Kolokwium – test z pytaniami zamkniętymi. Około 20 pytań, w tym możliwe jedno opisowe.
F2	PEU_W05 – PEU_W10	Kolokwium – test z pytaniami zamkniętymi. Około 20 pytań, w tym możliwe jedno opisowe.

P – Ocena podsumowująca na którą składa się łączna ilość punktów zdobytych z obu testów, przy

czym warunkiem koniecznym jest uzyskanie około połowy punktów z każdego kolokwium cząstkowego. Skala ocen wg poniższego schematu (%pkt. = ocena):

46-55 = dst

56-65 = dst+

66-75 = db

76-85 = db+

>86 = bdb

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Ashby M.F., Materiały inżynierskie. 1. Właściwości i zastosowania, W N-T, Warszawa, 1997.
- [2] Ashby M.F., Materiały inżynierskie. 2. Kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów, WNT, Warszawa, 1998.
- [3] Ashby M.F., Shercliff H., Cebon D., Materials: engineering, science, processing and design, Elsevier: Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2007.
- [4] Askeland D.R., Phule P. P., The Science and Engineering of Materials, Thomas Brooks/Cole, 2003.
- [5] Callister W. D. Jr, Materials science and engineering, John Wiley & Sons, New York, 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Blicharski M., Wstęp do inżynierii materiałowej, Wyd. N-T, Warszawa 2003 (i wcześniejsze).
- [2] Dobrzański L. A., Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, Wyd. N-T, Gliwice-Warszawa, 2002.
- [3] Wyatt O. H., Wprowadzenie do inżynierii materiałowej, Wyd. N-T, Warszawa, 1978.
- [4] Przybyłowicz K., Przybyłowicz J., Materiałoznawstwo w pytaniach i odpowiedziach, Wyd. N-T, Warszawa, 2004.
- [5] Ciszewski A., Radomski T., Szummer A, Materiałoznawstwo, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1998.
- [6] Blicharski M., Inżynieria materiałowa – stal, WNT, Warszawa, 2004.

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

**Dr hab. inż. Juliusz Winiarski, juliusz.winiarski@pwr.edu.pl
Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych**

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY		KARTA PRZEDMIOTU				
Nazwa przedmiotu w języku polskim		Odzysk i recykling materiałów				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim		Material recovery and recycling				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		wszystkie kierunki drugiego stopnia				
Specjalność (jeśli dotyczy):						
Poziom i forma studiów:		II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy				
Język wykładowy:		polski/angielski				
Cykl kształcenia od		2024/2025				
Kod przedmiotu		W03W03-SM2027W				
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	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					
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH						
1. Chemia Ogólna						
\C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią dotyczącą zagospodarowania odpadów. C2 Zapoznanie studentów ze strukturą odpadów i systemach ich zbierania. C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami zagospodarowania odpadów. C4 Wzbudzenie świadomości ekologicznej.						

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ		
Z zakresu wiedzy:		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
PEU_W01 – Zna podstawową terminologię dotyczącą zagospodarowania odpadów.		
PEU_W02 – Ma podstawowe wiadomości o symbolach i oznaczeniach stosowanych do znakowania materiałów pod kątem recyklingu.		
PEU_W03 – Ma podstawową wiedzę o systemach zbiórki oraz rozdziału materiałów odpadowych.		
PEU_W04 – Zna podstawowe uwarunkowania prawne dotyczące recyklingu materiałów.		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Selektywne systemy zbiórki odpadów. Podział, definicja i źródła odpadów komunalnych i niebezpiecznych. Zasady gospodarki odpadami, podstawowe definicje związane z gospodarką odpadami. Logistyka powtórnego zagospodarowania odpadów, jej wady i zalety, problemy. Przykłady.	2
Wy2	Klasyfikacja, oznakowanie materiałów. Ogólny podział znaków i symboli graficznych używanych do oznaczenia opakowań, znaki przydatności do recyklingu, znaki systemu organizacyjno-prawnego, znaki wskazujące na prawidłowe postępowanie z odpadami.	2
Wy3	Gospodarka odpadami w Polsce 1. Recykling materiałowy – definicja, elementy systemu recyklingu materiałowego, bariery w procesie recyklingu, kryteria przydatności do recyklingu materiałowego.	2
Wy4	Gospodarka odpadami w Polsce 2. Recykling materiałowy – normy europejskie (obowiązujące w Polsce), metale ciężkie w surowcach z recyklingu, recykling opakowań z papieru i tektury, recykling opakowań szklanych, recykling opakowań metalowych, recykling opakowań z drewna, recykling opakowań wielomateriałowych.	2
Wy5	Gospodarka odpadami w Polsce 3. Recykling materiałowy recykling opakowań z tworzyw sztucznych.	2
Wy6	Gospodarka odpadami w Polsce 4. Recykling surowcowy – definicja, kryteria przydatności do recyklingu surowcowego, wady, zalety. Procesy termiczne i solwalityczne wykorzystywane w recyklingu surowcowym, przykłady.	2
Wy7	Biologiczne przetwarzanie odpadów 1. Kompostowanie. Podstawy prawne, wady i zalety, kryteria decydujące o zastosowaniu kompostowania, ograniczenia metody, warunki kompostowania, omówienie przebiegu i parametrów procesu (pH, temperatura, drobnoustroje).	2
Wy8	Biologiczne przetwarzanie odpadów 2. Fermentacja metanowa. Definicja, podział, zalety, wady, różnice między kompostowaniem a fermentacją, etapy fermentacji, najistotniejsze parametry i drobnoustroje biorące udział w fermentacji. Metody fermentacji jedno- i dwustopniowe, zalety, wady. Substraty i produkty.	2
Wy9	Spalarnie odpadów. Podstawowe problemy spalarni odpadów, bezpieczeństwo, wady i zalety.	1
Wy10	Odpady niebezpieczne 1. Definicja, podział, pochodzenie. Metody postępowania z farmaceutykami, bateriami, lampami fluorescencyjnymi,	2

Załącznik nr 4 do programu studiów

	odpadami zawierającymi rtęć, urządzeniami zawierającymi freon, elektroniką.	
Wy11	Odpady niebezpieczne 2. Akty prawne. Postępowanie z olejami przepracowanymi. Postępowanie z pojazdami użytkowymi.	2
Wy12	Analiza cyklu życia materiałów użytkowych. Na wybranych przykładach – produkcja, eksploatacja, regeneracja (sprzęt AGD).	2
Wy13	Gospodarka odpadami na przykładach wybranych krajów.	2
Wy14	Działania zmierzające do poprawy sytuacji w zakresie gospodarki odpadami. Akcje informacyjno-edukacyjne, ramy prawne, zbieranie i transport, odzysk, unieszkodliwianie.	2
Wy15	Problemy etyczne związane z produkcją i konsumpcją	2
Wy16	Zaliczenie	1
	Suma godzin	30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Prezentacja multimedialna 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
P1 (wykład)	PEU_W01- PEU_W04,	kolokwium
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
[1] Systemy recyklingu odpadów opakowaniowych w aspekcie wymagań ochrony środowiska / Hanna Żakowska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 2008		
[2] Odpady komunalne: zbiórka, recykling, unieszkodliwianie odpadów komunalnych i komunalnopodobnych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2005		
[3] Procesy logistyczne w gospodarce odpadami / Józef Bendkowski, Maria Wengierek, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2002		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
[4] Odzysk ciepła w procesie termicznej utylizacji odpadów medycznych / Janusz Wojciech Bujak, Oficyna Wyd.Politechniki Wrocławskiej, 2010		
[5] Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów, Jerzy Osiński, Piotr Żach, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2006		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
Dr inż. Konrad Szustakiewicz, konrad.szustakiewicz@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Techniki separacji i oczyszczania produktów				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Separation and purification of products				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):					
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:	II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Język wykładowy:	polski/angielski				
Cykl kształcenia od	2024/2025				
Kod przedmiotu	W03W03-SM2025W, W03W03-SM2025L				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		50		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1,3		1,4		
WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedza z zakresu takich kursów jak inżynieria chemiczna, mikrobiologia, biochemia. 2. Umiejętność manualnej obsługi sprzętu laboratoryjnego typu sPEUtrofotometr, waga analityczna, pipety automatyczne. 3. Umiejętność komputerowego wykreślania wykresów dla różnego rodzaju funkcji, wyznaczenie równania funkcji. 					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 Poznanie składu (układy homo- i heterogeniczne) i sposobu podejścia do separowania strumieni poreakcyjnych.					
C2 Poznanie podstaw stosowania procesów do rozdziału układów heterogenicznych.					
C3 Poznanie podstaw stosowania procesów dyfuzyjnych.					
C4 Zapoznanie się z podstawowymi technikami membranowymi.					
C5 Poznanie zasad projektowania separacji wielostopniowej.					
PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ					
Z zakresu wiedzy:					
Osoba, która zaliczyła przedmiot:					
PEU_W01 – Zna i rozumie podstawy budowy i istotę działania elementów aparatury w procesach w skali laboratoryjnej i przemysłowej służącej do separowania bioproduktów oraz oczyszczania ścieków.					
PEU_W02 – Posiada podstawową wiedzę w zakresie technik separacji układów heterogenicznych i homogenicznych.					
PEU_W03 – Zna podstawowe równania opisujące szybkość danego procesu.					
PEU_W04 – Posiada wiedzę umożliwiającą dobór danego procesu (lub kaskady procesów) pod daną					

Załącznik nr 4 do programu studiów

aplikację.		
Z zakresu umiejętności:		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
PEU_U01 – Potrafi przeprowadzić eksperyment na aparaturze w skali laboratoryjnej, opracowywać uzyskane wyniki i przedstawiać je w formie pisemnego opracowania.		
PEU_U02 – Potrafi oczyszczać biocząsteczki stosując zadaną metodę separacji. Potrafi zmierzyć stężenia badanego składnika i wyznaczyć stopień oczyszczenia.		
PEU_U03 – Potrafi ocenić przydatność danej metody separacji pod daną aplikację i zastosować znane równania do opisu jej szybkości.		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zagadnienia separacji bioproduktów. Podział metod.	2
Wy2	Cedzenie - podstawy procesu, aparatura, zastosowanie.	2
Wy3	Podział zawiesin. Sedymentacja - podstawy procesu, aparatura, zastosowanie.	2
Wy4	Filtracja – podstawy procesu, rodzaje przegród.	2
Wy5	Filtracja – aparatura, zastosowanie.	2
Wy6	Mikro-, ultrafiltracja – idea procesów membranowych, aparatura, zastosowanie.	2
Wy7	Wirówka filtracyjna i sedymentacyjna. Emulsje – budowa, tworzenie i rozpad.	2
Wy8	Flotacja - podstawy procesu, aparatura, zastosowanie.	2
Wy9	Wprowadzenie do procesów dyfuzyjnych. Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz – podstawy procesu, opis szybkości.	2
Wy10	Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz – aparatura. Ługowanie - podstawy procesu, zastosowanie	2
Wy11	Destylacja klasyczna i membranowa - podstawy procesu, zastosowanie.	2
Wy12	Sorpcja – podstawy procesu, opis szybkości, zastosowanie.	2
Wy13	Perwaporacja - podstawy procesu, opis szybkości, aparatura zastosowanie.	2
Wy14	Krystalizacja – warunki procesu, aparatura. Współkrystalizacja – idea procesu, zastosowanie.	2
Wy15	Zaliczenie	2
	Suma godzin	30
Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Adsorpcja – wyznaczenie i matematyczny opis szybkości adsorpcji oraz równowagi.	6
La2	Ekstrakcja – wyznaczenie kinetyki ekstrakcji oraz współczynnika podziału w ekstraktorze mieszalnikowym; określenie efektywności pracy kolumny ekstrakcyjnej.	6
La3	Flotacja – wyznaczenie współczynnika wzbogacenia i procentu odzysku separowanych na drodze flotacji cząstek.	6
La4	Filtracja próżniowa – pomiar zmienności strumienia filtratu w czasie, opis procesu z wyznaczeniem współczynnika ściśliwości placka filtracyjnego, wyznaczenie stopnia oczyszczenia cieczy.	6
La5	Sedymentacja – wyznaczenie szybkości opadania zawiesin o różnym udziale ciała stałego. Destylacja – wyznaczenie składu destylatu w trakcie trwania destylacji okresowej, określenie masy całkowitej alkoholu	6

	otrzymanego w butli fermentacyjnej poddanej destylacji, bilans procesu.	
	Suma godzin	30
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Wykład problemowy N2 Wykonanie doświadczenia N3 Opis wyników z wykorzystaniem komputerowych programów graficznych N4 Konsultacje		
OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEU_W01 - PEU_W04	Zaliczenie pisemne na 10 pkt.
P (wykład) = F1= 10 pkt. 9.5 - 10 pkt. + bdb 9.0 – 9.4 pkt. bdb 8.0 – 8.9 pkt. + db 7.0 – 7.9 pkt. db 6.0 – 6.9 pkt. + dst 5.0 - 5.9 pkt. dst		
F1 – F5 (laboratorium)	PEU_U1 – PEU_03,	Punkty za każde ćwiczenie – kartkówka + sprawozdanie (maks. 5 pkt. każde)
P (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5+F6) P = 3.0 jeżeli suma punktów w zakresie 60-67,9% 3.5 jeżeli suma punktów w zakresie 68-75,9% 4.0 jeżeli suma punktów w zakresie 76-83,9% 4.5 jeżeli suma punktów w zakresie 84-89,9% 5.0 jeżeli suma punktów w zakresie 90-98% 5.5 jeżeli suma punktów wyniesie >98%		
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>		
[1] R. Gawroński- Procesy oczyszczania cieczy- Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, W-wa 1996		
[2] Pod redakcją P. Lewickiego- Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczegoWyd. Naukowo-Techniczne, W-wa 1999		
[3] E. Pijanowski, M. Dłużewski – Ogólna technologia żywności – Wyd. NaukowoTechniczne, W-wa 1997		
[4] R. Rautenbach – Procesy membranowe, Wyd. Naukowo-Techniczne, W-wa 1996		
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>		
[1] W.W. Blanch, D.S. Clark – Biochemical Eng.- rozdz.6, NY 1996		
[2] P. Better, E. Cussler – Bioseparations-downstream processing for biotechnology – Wiley&Sons Publication 1988		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
ANNA TRUSEK, anna.trusek@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Bezpieczeństwo techniczne w przemyśle				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Technical safety in industry				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	wszystkie kierunki II stopnia				
Poziom i forma studiów:	II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	W03W03-SM2026W, W03W03-SM2026L				
Język wykładowy:	polski/angielski				
Cykl kształcenia od:	2024/2025				
Grupa kursów	NO				
	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		
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 kontaktu (BU)	0,65		0,7		
*WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH					
1. Znajomość chemii na poziomie szkoły średniej					
2. Znajomość podstaw bezpieczeństwa chemicznego					
3. Znajomość obsługi podstawowych funkcji komputera					
CELE PRZEDMIOTU					
C1 Zapoznanie studentów z podstawami bezpieczeństwa technicznego					
C2 Poznanie krajowych i europejskich przepisów prawnych dotyczących bezpieczeństwa technicznego					
C3 Poznanie algorytmów analizy instalacji przemysłowej pod względem hazardów					
C4 Nauczenie studentów analizy zagrożeń zdrowotnych w związanych z awariami przemysłowymi					
C5 Zapoznanie studentów z przykładami rozprzestrzeniania się skażeń chemicznych i metodyką obliczeń rozprzestrzeniania się skażeń					

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ		
<p>Z zakresu wiedzy: PEU_W01 - zna podstawowe pojęcia i definicje z zakresu bezpieczeństwa technicznego PEU_W02 - potrafi wymienić podstawowe akty prawne regulujące krajowe i europejskie zasady bezpieczeństwa technicznego PEU_W03 – zna typowe elementy przemysłowego planu operacyjno-ratowniczego PEU_W04 – zna podstawowe przepisy Prawa ochrony środowiska, dyrektywy Seveso III i Konwencji w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych PEU_W05 – potrafi zastosować metody analizy zagrożeń do identyfikacji możliwych awarii w instalacjach przemysłowych PEU_W06 – umie opisać podstawowe metody analizy ryzyka zdrowotnego na terenach skażonych w wyniku awarii przemysłowych</p> <p>Z zakresu umiejętności: PEU_U01 – potrafi korzystać z baz danych w celu sklasyfikowania zakładów produkcyjnych pod względem zagrożeń awaryjną PEU_U02 – umie przeprowadzić analizę hazardów w prostych instalacjach przemysłowych PEU_U03 – potrafi zaproponować środki zaradcze w razie wystąpienia awarii przemysłowej w prostych instalacjach chemicznych PEU_U04 – potrafi wykonać proste obliczenia narażenia na skażenia środowiska po awarii przemysłowej PEU_U05 – potrafi posługiwać się narzędziami do modelowania rozprzestrzeniania się skażeń chemicznych</p>		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		
Liczba godzin		
Wy1	<p>Pojęcia podstawowe. Przedmiot bezpieczeństwa technicznego, postrzeganie bezpieczeństwa, istota bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie, definicje podstawowe, zakresy bezpieczeństwa, znaczenie bezpieczeństwa jako gwarancji istnienia podmiotu, zagrożenie i przykłady zagrożeń dla elementów środowiska. Zagrożenia dla elementów środowiska. Stan braku bezpieczeństwa, jego skutki społeczne i ekonomiczne. Rodzaje bezpieczeństwa. Przykłady awarii technicznych, analiza przyczyn i skutki.</p>	2
Wy2	<p>Elementy bezpieczeństwa technicznego. Elementy bezpieczeństwa przedsiębiorstwa a bezpieczeństwo ogólne. Organizacja i zarządzanie, kwalifikacje, specyfika technologii produkcji, stan techniczny infrastruktury, planowanie sytuacji awaryjnych, przeglądy wewnętrzne i analiza wypadków, opracowanie programu organizacji bezpiecznej pracy, organizacja obsługi eksploatacyjnej stanowisk, dążenie do jak najmniejszej uciążliwości pracy. Analiza przyczyn awarii przemysłowych. charakterystyka przedsiębiorstw chemicznych, zagrożenia, niebezpieczne substancje chemiczne.</p>	2
Wy3	<p>Legislacja polska i europejska. Prawo ochrony środowiska Dyrektywa 67/548/EWG. Grupy substancji i preparatów uznanych za niebezpieczne. Substancje wybuchowe (E), utleniające (O), skrajnie łatwopalne (F+), łatwopalne (F), palne (R10), silnie toksyczne (T+), toksyczne (T), szkodliwe (Xn), żrące (C), drażniące (Xi), uczulające (R42 i/lub R43), rakotwórcze (Karc.), mutagenne (Muta.), toksyczne dla rozrodczości (Repr.), niebezpieczne dla środowiska (N i/lub R52, R53, R59), Dyrektywa Rady Europejskiej 96/82/EC, Konwencja w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych, Prawo ochrony środowiska, zakłady sewesowskie, zakłady niesewesowskie, kryteria podziału.</p>	2
Wy4	<p>Toksyczne środki przemysłowe, awarie przemysłowe, poważne awarie, skażenia przemysłowe. Bezpieczeństwo procesowe. Bezpieczeństwo funkcjonalne, mapa bezpieczeństwa, metody oceny bezpieczeństwa. Kompleksowa ocena instalacji procesowej, w poszczególnych fazach realizacji inwestycji.</p>	2

Wy5	Metody oceny zagrożeń. Identyfikacja potencjalnych zagrożeń. HAZard and OPerability Study (Studium hazardu i operacyjności), cel, znaczenie, analizy specjalistyczne zagrożeń. Słowa kluczowe, główne i pomocnicze słowa kluczowe, instalacje, zamierzenia projektowe, odchylenia od zamierzeń projektowych, hazard, parametr, problemy operacyjne, eksperci, proces, pary słów kluczowych w analizie hazardów.	2
Wy6	Przykłady analizy HAZOP. Proces chemiczny, analiza węzłów instalacji, zespół ekspertów HAZOP, struktura zespołu, schemat pracy zespołu ekspertów HAZOP, opracowanie raportu hazardów, dewiacja, skutek, zabezpieczenie, akcja. Certyfikacja osób projektujących, wykonujących i serwisujących obwody bezpieczeństwa	2
Wy7	Zasady oceny skażeń na skutek awarii przemysłowych, toksyczność, kancerogenność, zasady oceny ryzyka na terenach skażonych w wyniku awarii przemysłowych. Zależność źródło narażenia-droga przenoszenia-receptor. Elementy procedury oceny ryzyka, identyfikacja zagrożenia, ocena narażenia, określenie zależności dawka-odpowiedź, ocena ryzyka, analiza niepewności. Ryzyko zdrowotne, iloraz zagrożenia, indeks zagrożenia.	2
Wy8	Eliminacja skutków awarii przemysłowej , metody remediacji środowiska skażonego w wyniku awarii przemysłowej, przykłady. Podsumowanie, Kolokwium	1
Suma godzin		15
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Określanie granic palności i wybuchowości substancji chemicznych	2
La2	Określenie efektów związanych z wpływem toksycznych par substancji lotnych w wyniku awarii przemysłowej	2
La3	Analiza emisji substancji wybuchowych i zagrożeń związanych z ich rozprzestrzenianiem się w środowisku	2
La4	Obliczanie granic poziomów toksycznych substancji przy wpływie ze zbiornika z uwzględnieniem różnych warunków topograficznych i atmosferycznych	2
La5	Analiza zagrożeń związanych z emisją substancji toksycznych przy swobodnym parowaniu z otwartego zbiornika	2
La6	Wpływ z rurociągu gazu skroplonego. Analiza zagrożeń i sposoby zapobiegania	2
La7	Obliczanie granic migracji substancji niebezpiecznych i ich stężeń na terenach o gęstej zabudowie	2
La8	Konsultacje i opracowanie sprawozdań z ćwiczeń.	1
Suma godzin		15
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. Prezentacja multimedialna N2. Wykonywanie zadań w laboratorium N3. Rozwiązywanie zadań N4. Oprogramowanie EFFECTS 9 do obliczania potencjalnych zagrożeń wynikających z awarii przemysłowych N5. Prezentacje multimedialne N6. Komputer / program komputerowy /modelowanie		
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_W06	kolokwium
F (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U05,	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
P1 (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>	
[1]	M.Ryng, Bezpieczeństwo techniczne w przemyśle chemicznym , WNT Warszawa 1985
[2]	Praca zbiorowa, Zapobieganie stratom w przemyśle, Pol. Łódzka, Łódź 1999
[3]	W. Pihowicz, Inżynieria bezpieczeństwa technicznego, Problematyka podstawowa, WNT 2009
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>	
[1]	Granice palności zgodnie z normą PN-EN 720-2, wskaźniki wybuchowości zgodnie z normą PN-EN26184-2, temperatury zapłonu w tyglu Clevelanda i Pensky’ego Martnsa
[2]	Wydawnictwo Ministerstwa Przemysłu Chemicznego pt. "Niebezpieczne materiały chemiczne - charakterystyka, zagrożenia, ratownictwo" - Biuro Wydawnicze "Chemia" Warszawa 1989r.
[3]	Instrukcja programu EFFECT 9 z przykładami obliczeniowymi
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)	
zespół	