

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ:

Chemiczny

KIERUNEK STUDIÓW:

Biosciences

Przyporządkowany do dyscypliny:

D1 nauki chemiczne

POZIOM KSZTAŁCENIA:

studia drugiego stopnia (3-semesterne)

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: Biosciences
Poziom studiów: studia drugiego stopnia
Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki ścisłe i przyrodnicze
Dyscyplina wiodąca: 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 Biosciences (bs)

przed znakiem podkreślenia:

K – kierunkowe efekty uczenia się,

2 – drugi stopień studiów

A – profil ogólnoakademicki

bs – kod kierunku

po znaku podkreślenia:

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

Kierunkowe efekty uczenia się

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów BIOSCIENCES 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 poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K2Abs_W01	Posiada pogłębioną wiedzę z matematyki pozwalającą na zrozumienie, ilościowy opis i/lub modelowanie procesów chemicznych i/lub biotechnologicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Abs_W02	Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę o zaawansowanych metodach syntezy, identyfikacji i charakteryzacji biomolekuł i organizacji laboratorium badawczego	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W03	Zna zasady formułowania hipotez, budowy modeli i formułowania teorii w kontekście koncepcji rozwoju biotechnologii i chemii.	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W04	Zna pojęcia i zasady ochrony własności intelektualnej, ochrony patentowej i prawa autorskiego w kontekście przygotowywanej pracy dyplomowej.	P7U_W	P7S_WK	
K2Abs_W05	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu chemii niezbędną do wykonywania analiz chemicznych, ilustrując je reakcjami chemicznymi. Rozpoznaje i objaśnia towarzyszące im zjawiska fizykochemiczne	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W06	Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę pozwalającą na opis i charakterystykę współczesnych instrumentalnych metod analitycznych i/lub obliczeniowych.	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W07	Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie struktury materii i jej matematycznego opisu. Wyjaśnia prawa dotyczące identyfikacji struktur	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W08	Zna postulaty mechaniki kwantowej i matematyczne podstawy metod obliczeniowych chemii kwantowej oraz mechaniki molekularnej	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W09	Zna pojęcia mechaniki i dynamiki molekularnej.	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W10	Ma znajomość matematyki w zakresie niezbędnym do projektowania i analizy leków. Zna teoretyczne podstawy metod obliczeniowych oraz technik informatycznych stosowanych przy projektowaniu leków	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Abs_W11	Ma znajomość matematyki, metod numerycznych i obliczeniowych w zakresie niezbędnym do modelowania molekularnego i skorelowania otrzymanych wyników z danymi doświadczalnymi i obserwacyjnymi.	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W12	Zna teoretyczne podstawy funkcjonowania odpowiedniej aparatury naukowej pomiarowej z zakresu analizy leków	P7_UW	P7S_WG	

K2Abs_W13	Zna fizykochemiczne podstawy technik wykorzystywanych przy projektowaniu nowych materiałów dla potrzeb biotechnologii, nanomedycyny i farmacji	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W14	Zna narzędzia informatyczne przydatne w badaniach biologicznych.	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W15	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę o biofarmaceutykach.	P7U_W	P7S_WG	
K2Abs_W16	Rozumie ekonomiczne, prawne i etyczne uwarunkowania działalności zawodowej. Zna i rozumie zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa technicznego.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2Abs_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
K2Abs_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
UMIĘJĘTNOŚCI (U)				
K2Abs_U01	Dobiera i stosuje metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentów	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Abs_U02	Dobiera i potrafi wykorzystać odpowiednie metody, techniki i narzędzia badawcze w ramach właściwego kierunku studiów konieczne do wyjaśnienia postawionego problemu	P7U_U	P7S_UW	
K2Abs_U03	Posługuje się oprogramowaniem komputerowym do opracowania wyników i statystycznej analizy danych doświadczalnych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Abs_U04	Wykorzystuje zdobytą wiedzę w zakresie chemii do pokrewnych dziedzin nauki i dyscyplin naukowych. Wykazuje umiejętność pracy w zespołach interdyscyplinarnych	P7U_U	P7S_UO	
K2Abs_U05	Potrafi opracować wyniki badań, dokonać ich krytycznej analizy i formułować wnioski.	P7U_U	P7S_UW	
K2Abs_U06	Potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego opracowania pisemnego	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	
K2Abs_U07	Potrafi przedstawić cele i wyniki pracy naukowej w formie ustnej prezentacji wykorzystując nowoczesne techniki informacyjno-komunikacyjne	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	
K2Abs_U08	Potrafi zaplanować doświadczenia i wykonać podstawowe analizy z wykorzystaniem odpowiedniej aparatury instrumentalnej oraz ocenić wyniki eksperymentów. Potrafi również dokonać obliczeń teoretycznych i wykorzystać dostępne oprogramowanie do symulacji eksperymentu	P7U_U	P7S_UW	
K2Abs_U09	Potrafi posługiwać się wybranymi programami, w których zaimplementowane są metody obliczeniowe chemii kwantowej	P7U_U	P7S_UW	

K2Abs_U10	Potrafi stosować metody mechaniki i dynamiki molekularnej do rozwiązywania problemów chemicznych oraz posługiwać się algorytmami różniczkowania, całkowania i analizą trajektorii.	P7U_U	P7S_UW	
K2Abs_U11	Potrafi sprawnie posługiwać się nowoczesnymi narzędziami informatycznymi służącymi do rozwiązywania problemów z dziedziny nauk biologicznych i chemicznych	P7U_U	P7S_UW	
K2Abs_U12	Potrafi stosować podstawowe metody chemii kwantowej do opisu struktury i właściwości fizykochemicznych cząsteczek	P7U_U	P7S_UW	
K2Abs_U13	Potrafi pisać programy lub skrypty rozwiązujące zagadnienia numeryczne z obszaru chemii obliczeniowej i nauk inżynierskich. Dobiera i stosuje metody/narzędzia matematyczne i informatyczne w planowaniu, projektowaniu, optymalizacji i analizie eksperymentów lub obiektów i procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Abt_U14	Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7U_U	P7U_UK	
K2Abt_U15	Potrafi samodzielnie planować i realizować ciągle dokończenie się w zakresie inżynierii chemicznej i nauk pokrewnych; potrafi przekazać swoją wiedzę innym	P7U_U	P7U_UU	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
K2Abs_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.	P7U_K	P7S_KK	
K2Abs_K02	Rozumie potrzebę przedsiębiorczego myślenia i działania oraz jest świadomy potrzeby działania na rzecz interesu publicznego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Abs_K03	Rozumie potrzebę podejmowania inicjatyw, inspirowania i organizowania działalności na rzecz otoczenia społeczno-gospodarczego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Abs_K04	Jest gotów do odpowiedzialnego współdziałania w grupie przyjmując role z uwzględnieniem potrzeb zespołu (i/lub potrzeb społecznych)	P7U_K	P7S_KR	
K2Abs_K05	Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.	P7U_K	P7S_KR	
K2Abs_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	
K2Abs_K07	Ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej i konieczności podtrzymywania etosu zawodu inżyniera.	P7U_K	P7S_KR	
K2Abs_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: BIOSCIENCES	Profil: ogólnoakademicki
Poziom studiów: studia drugiego stopnia (3 sem. magisterskie)	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów</i> 3	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie</i> 90
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć</i> 1095 MDC 1110 BII	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia)</i> <i>są określone w zarządzeniu: „Warunki i tryb rekrutacji” w Politechnice Wrocławskiej</i>
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów</i> magister inżynier	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwość zatrudnienia</i> <i>Absolwent jest przygotowany teoretycznie i praktycznie do stosowania nowoczesnych metod chemii medycznej, chemii teoretycznej, obliczeniowej i narzędzi bioinformatycznych umożliwiających: projektowanie leków, analizę strukturalną, spektroskopową i wgląd w dynamikę procesów zachodzących na poziomie molekularnym w makrocząsteczkach. Absolwent zna podstawy bioinformatycznej analizy danych, uczenia maszynowego, eksploracji danych czy nauki o wielkich zbiorach danych, a także ma pogłębione umiejętności programowania w języku Python oraz jest przygotowany do pracy w firmach informatycznych, przemyśle farmaceutycznym, jak i w laboratoriach badawczych.</i>

<p><i>1.7</i> <i>Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p><i>Możliwość ubiegania się o przyjęcie do Szkoły Doktorskiej, studia podyplomowe</i></p>	<p><i>1.8</i> <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 Biosciences 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 i technologii w zakresie bioinformatyki i chemii medycznej, (5) rozwijanie kompetencji społecznych, ze szczególnym naciskiem na rozwój umiejętności pracy zespołowej, (6) rozwijanie zdolności pracy metodą projektową w laboratorium informatycznym i (bio-)chemicznym.</i></p>
---	--

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: **W (wiedza) = 18, U (umiejętności) = 15 K (kompetencje) = 8, W + U + K = 41**

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

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

D1 100 % 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)

Specjalność	Liczba pkt. ECTS
<i>Bioinformatics</i>	73
<i>Medicinal Chemistry</i>	73

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 **Biosciences** 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) Potrafi przeprowadzać eksperymenty naukowe, opracowywać i interpretować ich wyniki oraz wiązać je z odpowiednimi teoriami lub hipotezami naukowymi, (2) Posługując się technikami właściwymi dla studiowanego kierunku potrafi scharakteryzować pod kątem właściwości fizykochemicznych i biologicznych układy biologiczne wykorzystując zarówno narzędzia chemii kwantowej i modelowania molekularnego, jak i wybrane metody eksperymentalne, (3) Ma pogłębioną wiedzę obejmującą chemię kwantową, dynamikę molekularną i modelowanie molekularne, (4) Ma pogłębione umiejętności programowania w języku Python i zna system operacyjny Linux, (5) Dysponuje praktyczną wiedzą dotyczącą różnorodnych metod bioinformatycznej analizy danych we współcześnie prowadzonych badaniach z zakresu nauk ścisłych i przyrodniczych, (6) Ma świadomość ważności i zrozumienie pozatechnicznych aspektów i skutków działalności naukowej i inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko, a także związanej z tym odpowiedzialności.

Zakładane efekty uczenia się wpisują się w aktualne potrzeby przemysłu biotechnologicznego, w tym firm i zakładów pracy zajmujących się projektowaniem, syntezą i rozwojem technologii substancji biologicznie aktywnych, przemysłu farmaceutycznego, jak również sektora IT.

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)

Specjalność	Liczba pkt. ECTS (BU)
<i>Bioinformatics</i>	50,5
<i>Medicinal Chemistry</i>	49,5

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

	BII	MDC
Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	3	3
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	4	2
Łączna liczba punktów ECTS	7	5

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)

	BII	MDC
Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	10	10
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	53	50
Łączna liczba punktów ECTS	63	60

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)
70 ECTS

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Weryfikacja i ocena efektów uczenia się wraz z odniesieniem do przedmiotów lub grup przedmiotów w trakcie całego cyklu kształcenia odbywa się w odniesieniu do informacji zawartych w kartach przedmiotów (sylabusach). Co do zasady prowadzona jest ona za pomocą kartkówek, kolokwium i egzaminów, w trakcie których student ma za zadanie wykazać się odpowiednim poziomem wiedzy. Efekty uczenia się z zakresu umiejętności są weryfikowane w trakcie zajęć praktycznych, a także na podstawie opracowywanych sprawozdań, projektów i prac końcowych. Student zdobywa wiedzę i umiejętności uczestnicząc w zajęciach teoretycznych i praktycznych, które w znacznym stopniu bazują na wynikach badań naukowych prowadzonych przez nauczycieli akademickich – opiekunów przedmiotów i prowadzących zajęcia ze studentami. Podstawę kształcenia stanowią przedmioty laboratoryjne, seminaryjne i projektowe. Kształcenie na kierunku studiów prowadzone jest zgodnie z zasadą zwiększania stopnia skomplikowania zadań teoretycznych i praktycznych stawianych przed studentami. Do praktyki dydaktycznej wdrażane są nowoczesne metody kształcenia, dzięki czemu rośnie aktywność studentów 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 przedm iotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane 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 przedm iotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane 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 przedm iotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane 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 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

4.1.1.4 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	Przedmiot/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	Przedmiot/grupa zajęć															
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷												
Razem																															
																															PD

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	Przedmiot/grupa zajęć																
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷													
Razem																																

4.1.2.3 Blok *Chemia*

BII i MDC

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	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷		
1	W03BSS-SM2001W	Theoretical chemistry	2					K2Abs_W01 K2Abs_W02 K2Abs_W07 K2Abs_W08 K2Abs_W11 K2Abs_W17 K2Abs_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN				PD
Razem			2						30	75	3	3	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					
BII	2					30	120	3	3	1,3
MDC	2					30	120	3	3	1,3

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 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			Forma ² przedmiotu/ grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/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.	W03BSS-SM2001L	Theoretical chemistry			2			K2Abs_U03 K2Abs_U04 K2Abs_U05 K2Abs_U09 K2Abs_U12 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
2.	W03BSS-SM2001C	Theoretical chemistry		1				K2Abs_U02 K2Abs_U12	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
3.	W03BSS-SM2006W	Rational drug design	2					K2Abs_W02 K2Abs_W05 K2Abs_W06 K2Abs_W10 K2Abs_W12 K2Abs_W13 K2Abs_W14 K2Abs_W15 K2Abs_W18 K2Abs_K01 K2Abs_K06	30	75	3	3	1,3	T/Z	Z		DN		K
4.	W03BSS-SM2007W	Molecular modeling	1					K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W14 K2Abs_W17	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		K
5.	W03BSS-SM2007L	Molecular modeling.			2			K2Abs_U13 K2Abs_U10 K2Abs_U05	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
6.	W03BSS-SM2007S	Molecular modeling..					1	K2Abs_U07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
7.	W03BSS-SM2008L	Retrieval of scientific and technical information			1			K2Abs_U05 K2Abs_K05	15	25	1		0,7	T	Z			P	K
8.	W03BSS-SM2013W	Machine learning for chemistry and biology	2					K2Abs_W01 K2Abs_W14 K2Abs_W08 K2Abs_W09 K2Abs_K01	30	50	2		1,3	T/Z	E				K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniane – O

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

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

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

9.	W03BSS-SM2013L	Machine learning for chemistry and biology			2			K2Abs_U01 K2Abs_U02 K2Abs_U04 K2Abs_U11 K2Abs_K02 K2Abs_K04 K2Abs_K05	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
Razem			5	1	7		1		210	425	17	12	9,55		2			10	

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					
BII MDC	5	1	7		1	210	425	17	12	9,55

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2 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	Przedmiot/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.	W03-SM2002BH	Managerial course I	1					K2Abt_W16 K2Abs_K02 K2Abs_K03 K2Abs_K07	15	60	2		0,65	T/Z	Z	O			KO
2.	W03-SM2001BH	Managerial course II	2					K2Abt_W16 K2Abs_K02 K2Abs_K03 K2Abs_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	Przedmiot/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	SJO-SM0004	Foreign language I		1				K2Abs_U14 K2Abs_U15 K2Abs_K01 K2Abs_K04	15	30	1		0,6	T/Z	Z	O			P	KO
2	SJO-SM0003	Foreign language II		3				K2Abs_U14 K2Abs_U15 K2Abs_K01 K2Abs_K04	45	60	2		1,8	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 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 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					
BII	3	4				105	240	8		4,35
MDC	3	4				105	240	8		4,35

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.2.2.1 Blok *Matematyka*

BII

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2002W	Molecular dynamics	2					K2Abs_W03 K2Abs_W07 K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W18 K2Abs_K01	30	100	4	4	1,3	T/Z	Z		DN		PD
Razem			2						30	100	4	4	1,3						

MDC

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2017C	Introductory statistics		1				K2Abs_U03	15	50	2		0,7	T/Z	Z			P	PD
Razem				1					15	50	2		0,7					2	

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 przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	Przedmiot/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																			

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.2.3 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	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
Razem																			

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
	w	ć	l	p	s					
BII	2					30	100	4	4	1,3
MDC		1				15	50	2	0	0,7

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.3 Lista bloków kierunkowych

4.2.3.1 Blok Profil dyplomowania (min. 29 pkt ECTS)

BII i MDC

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	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno -uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W03W03-SM2053S	Graduation proseminar					1	K2Abs_U08 K2Abs_U14 K2Abs_K01 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
2.	W03W03-SM2054D	Graduate laboratory I			4			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_U14 K2Abs_K01 K2Abs_K05 K2Abs_K07	60	150	6	6	3	T	Z		DN	P	K
3.	W03W03-SM2055D	Graduate laboratory II			14			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_U14 K2Abs_U06 K2Abs_K01 K2Abs_K05 K2Abs_K07	210	500	20	20	9,5	T	Z		DN	P	K
4.	W03W03-SM2056S	Graduation seminar					1	K2Abs_U05 K2Abs_U07 K2Abs_K01 K2Abs_K06 K2Abs_K07 K2Abs_K08	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem					18		2		300	725	29	29	13,9					29	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.3.2 Blok Przedmioty wybieralne kierunkowe (2 pkt ECTS)

BII i MDC

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM20BW	Elective course*	2					K2Abt_W02 K2Abt_K01	30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
Razem			2						30	50	2		1,3						

Lista przedmiotów wybieralnych - Elective course *

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	Przedmiot/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.	W03BSS-SM2101w	Medicinal and biological chemistry	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
2.	W03BSS-SM2102w	Methodology of experimental research	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
3.	W03BSS-SM2103w	Bioprocess project	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
4.	W03BSS-SM2104w	Advanced polymers for chemical and medical applications	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					
BII	2		18		2	330	775	31	29	15,2
MDC	2		18		2	330	775	31	29	15,2

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.4 Lista bloków specjalnościowych

4.2.4.1 Blok Przedmioty specjalnościowe

BII Bioinformatics (min 27 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 zaliczeni a	Przedmiot/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.	W03BSS-SM2002L	Molecular dynamics			2			K2Abs_U02 K2Abs_U03 K2Abs_U06 K2Abs_U10 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
2.	W03BSS-SM2004W	Bioinformatics	2					K2Abs_W14	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		S
3.	W03BSS-SM2004L	Bioinformatics.			2			K2Abs_U11	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
4.	W03BSS-SM2003L	Networks and workstations with UNIX system			2			K2Abs_U13	30	50	2		1,4	T	Z			P	S
5.	W03BSS-SM2005L	Applied informatics			4			K2Abs_U13 K2Abs_U11 K2Abs_K08	60	100	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
6.	W03BSS-SM2010P	Advanced bioinformatics				3		K2Abs_U11 K2Abs_U13 K2Abs_K04	45	75	3	3	2,25		Z		DN	P	S
7.	W03BSS-SM2011W	Bionanotechnology	2					K2Abs_W07 K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W13 K2Abs_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
8.	W03BSS-SM2011S	Bionanotechnology.					1	K2Abs_U07 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
9.	W03BSS-SM2012L	Advanced programming and numerical methods			3			K2Abs_W17 K2Abs_U11 K2Abs_U13 K2Abs_K04	45	75	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
10.	W03BSS-SM2009L	Data mining			1			K2Abs_U02 K2Abs_K05	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
11.	W03BSS-SM2014W	Computational genomics	1					K2Abs_W02 K2Abs_W14 K2Abs_W17	15	25	1	1	0,65	T/Z	E		DN		S
12.	W03BSS-SM2014L	Computational genomics.			1			K2Abs_U01 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć 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

13.	W03BSS-SM2015L	Molecular engineering in genomic analyses			3				K2Abs_W06 K2Abs_U02 K2Abs_U03 K2Abs_U05 K2Abs_U08	45	50	2	2	2,1	T	Z		DN	P	S
Razem			5		18	3	1			405	675	27	25	18,8		3			21	

MDC Medicinal Chemistry (min 29 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	Przedmiot/grupa zajęć				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1.	W03BSS-SM2020W	Spectroscopic methods in medicinal chemistry	2					K2Abs_W02 K2Abs_W06 K2Abs_W13 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN			S
2.	W03BSS-SM2020L	Spectroscopic methods in medicinal chemistry			2			K2Abs_U02 K2Abs_U08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S	
3.	W03BSS-SM2021W	Metabolomics	1					K2Abs_W06 K2Abs_W07 K2Abs_K01	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S	
4.	W03BSS-SM2021L	Metabolomics			2			K2Abs_W14 K2Abs_U03 K2Abs_K06	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S	
5.	W03BSS-SM2018W	Crystallography and structure of solids	2					K2Abs_W02 K2Abs_W06 K2Abs_W07 K2Abs_W18 K2Abs_K01	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		S	
6.	W03BSS-SM2018C	Crystallography and structure of solids		1				K2Abs_U01 K2Abs_U02	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S	
7.	W03BSS-SM2019W	Analytical methods in drug design and technology	1					K2Abs_W02 K2Abs_W06	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S	
8.	W03BSS-SM2019L	Analytical methods in drug design and technology.			2			K2Abs_U01 K2Abs_U03 K2Abs_U08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S	
9.	W03BSS-SM2016L	Isolation and identification of bioproducts			2			K2Abs_U02 K2Abs_U03 K2Abs_W05 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S	
10.	W03BSS-SM2022W	Medicinal natural products	1					K2Abs_W03 K2Abs_W12 K2Abs_W15	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		S	
11.	W03BSS-SM2022L	Medicinal natural products.			2			K2Abs_U02 K2Abs_K04	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć 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

12.	W03BSS-SM2023W	Modern pharmaceuticals and biopharmaceuticals	2						K2Abs_W02 K2Abs_W07 K2Abs_W12 K2Abs_W18 K2Abs_W06 K2Abs_K01	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
13.	W03BSS-SM2023L	Modern pharmaceuticals and biopharmaceuticals			2				K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_K05 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
14.	W03BSS-SM2024L	Multistep organic synthesis			4				K2Abs_U02 K2Abs_U04 K2Abs_U05 K2Abs_K08	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	S
15.	W03BSS-SM2025W	Inorganic drugs	1						K2Abs_W02 K2Abs_W03	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
Razem			10	1	16					405	725	29	29	18,4		3			16	

Razem dla bloków specjalnościowych:

	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					
BII	5		18	3	1	405	675	27	25	18,8
MDC	10	1	16			405	725	29	29	18,4

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 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

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

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

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

5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

6. Zakres egzaminu dyplomowego

BII

1. Ogólne aspekty biotechnologii.
2. Metody projektowania leków
3. Bioinformatyka - wybrane zagadnienia

MDC

1. Ogólne aspekty chemii medycznej.
2. Metody projektowania i syntezy leków
3. Chemia biologiczna - wybrane zagadnienia

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

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

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

8. Plan studiów (załącznik nr 5)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....
Data

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

.....
Data

.....
Podpis Dziekana Wydziału

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ:	CHEMICZNY
KIERUNEK STUDIÓW:	BIOSCIENCES
POZIOM KSZTAŁCENIA:	studia drugiego stopnia (3sem)
FORMA STUDIÓW:	stacjonarna
PROFIL:	ogólnoakademicki
SPECJALNOŚĆ:	Bioinformatics
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 (3 sem)

KIERUNEK: BIOSCIENCES

Specjalność: Bioinformatics

Przedmioty specjalnościowe

Przedmioty kierunkowe(wspólne dla kierunku BSS)

Przedmioty wybieralne-kierunkowe

Sem.	I	II	III
Godz.	24h / 30ECTS / 2E	26h / 30ECTS / 2E	24h/ 30 ECTS /2E
26		Rational drug design 2w (3ECTS)	
25			
24	Elective course 2w(2ECTS)	Molecular modeling 1w+2l+1s (2+2+1) ECTS	Machine learning for chemistry and biology 2w+2l (2+2) ECTS
23			
22	Theoretical chemistry 2w +1c +2l (3 +2 + 2) ECTS		
21			
20		Retrieval of scientific and technical information 1l (1 ECTS)	Computational genomics 1w+1l (1+1) ECTS
19		Data mining 1l (1ECTS)	
18		Advanced bioinformatics 3p (3 ECTS)	Molecular engineering in genomic analyses 3l (2 ECTS)
17	Molecular dynamics 2w +2l (4 + 2) ECTS		
16			
15		Bionanotechnology 2w + 1s (2 + 1) ECTS	Graduate laboratory II 14l (20 ECTS)
14			
13	Networks and workstations with UNIX system 2l (2 ECTS)		
12		Advanced programming and numerical methods 3l (3 ECTS)	
11	Bioinformatics 2w +2l (3 + 2) ECTS		
10			
9		Managerial course II 2w (3 ECTS)	
8			
7	Applied informatics 4l (4 ECTS)	Foreign language II 3c (2 ECTS)	
6			
5			
4		Graduate laboratory I 4l (6 ECTS)	
3	Managerial course I 1w (2 ECTS)		
2	Foreign language I 1c (1 ECTS)		
1	Graduation proseminar 1s (1 ECTS)		Graduation seminar 1s (2 ECTS)
Sem.	I	II	III

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

Semestr 1

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 7

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2001W	Theoretical chemistry	2					K2Abs_W01 K2Abs_W02 K2Abs_W07 K2Abs_W08 K2Abs_W11 K2Abs_W17 K2Abs_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		PD
2	W03BSS-SM2001L	Theoretical chemistry			2			K2Abs_U03 K2Abs_U04 K2Abs_U05 K2Abs_U09 K2Abs_U12 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
3	W03BSS-SM2001C	Theoretical chemistry		1				K2Abs_U02 K2Abs_U12	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			2	1	2				75	175	7	7	3,4		1			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

Przedmioty specjalnościowe: *Bioinformatics*

liczba punktów ECTS 17

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2002W	Molecular dynamics	2					K2Abs_W03 K2Abs_W07 K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W18 K2Abs_K01	30	100	4	4	1,3	T/Z	Z		DN		PD
2	W03BSS-SM2002L	Molecular dynamics			2			K2Abs_U02 K2Abs_U03 K2Abs_U06 K2Abs_U10 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3	W03BSS-SM2004W	Bioinformatics	2					K2Abs_W14	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		S
4	W03BSS-SM2004L	Bioinformatics.			2			K2Abs_U11	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
5	W03BSS-SM2003L	Networks and workstations with UNIX system			2			K2Abs_U13	30	50	2		1,4	T	Z			P	S
6	W03BSS-SM2005L	Applied informatics			4			K2Abs_U13 K2Abs_U11 K2Abs_K08	60	100	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
Razem			4		10				210	425	17	15	9,6		1			10	

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

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	Przedmiot/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	SJO-SM0004	Foreign language I		1				K2Abs_U14 K2Abs_U15 K2Abs_K01 K2Abs_K04	15	30	1		0,6	T/Z	Z	O		P	KO
2	W03-SM2002BH	Managerial course I	1					K2Abt_W16 K2Abs_K02 K2Abs_K03 K2Abs_K07	15	60	2		0,65	T/Z	Z	O			KO
3	W03W03-SM2053S	Graduation proseminar					1	K2Abs_U08 K2Abs_U14 K2Abs_K01 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
4	W03BSS-SM20BW	Elective course*	2					K2Abt_W02 K2Abt_K01	30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
Razem			3	1			1		75	165	6	1	3,25					2	

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					
9	2	12	0	1	360	765	30	23	16,25

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 9

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2008L	Retrieval of scientific and technical information			1			K2Abs_U05 K2Abs_K05	15	25	1		0,7	T	Z			P	K
2	W03BSS-SM2007W	Molecular modeling	1					K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W14 K2Abs_W17	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		K
3	W03BSS-SM2007L	Molecular modeling.			2			K2Abs_U13 K2Abs_U10 K2Abs_U05	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
4	W03BSS-SM2007S	Molecular modeling..				1		K2Abs_U07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
5	W03BSS-SM2006W	Rational drug design	2					K2Abs_W02 K2Abs_W05 K2Abs_W06 K2Abs_W10 K2Abs_W12 K2Abs_W13 K2Abs_W14 K2Abs_W15 K2Abs_W18 K2Abs_K01 K2Abs_K06	30	75	3	3	1,3	T/Z	Z		DN		K
Razem			3		3		1		105	225	9	8	4,75		1			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

Przedmioty specjalnościowe: *Bioinformatics*

liczba punktów ECTS 10

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- czeni a	Przedmiot/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	W03BSS-SM2012L	Advanced programming and numerical methods			3			K2Abs_W17 K2Abs_U11 K2Abs_U13 K2Abs_K04	45	75	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
2	W03BSS-SM2011W	Bionanotechnology	2					K2Abs_W07 K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W13 K2Abs_W18	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
3	W03BSS-SM2011S	Bionanotechnology.					1	K2Abs_U07 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
4	W03BSS-SM2010P	Advanced bioinformatics				3		K2Abs_U11 K2Abs_U13 K2Abs_K04	45	75	3	3	2,25		Z		DN	P	S
5	W03BSS-SM2009L	Data mining			1			K2Abs_U02 K2Abs_K05	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
Razem			2		4	3	1		150	250	10	10	7,05		1			8	

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

punktów ECTS 11

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	Spos- sób ³ zali- czenia	Przedmiot/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	SJO-SM0003	Foreign language II		3				K2Abs_U14 K2Abs_U15 K2Abs_K01 K2Abs_K04	45	60	2		1,8	T/Z	Z	O		P	KO
2	W03-SM2001BH	Managerial course II	2					K2Abt_W16 K2Abs_K02 K2Abs_K03 K2Abs_K07	30	90	3		1,3	T/Z	Z	O			KO
3	W03W03-SM2054D	Graduate laboratory I			4			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_U14 K2Abs_K01 K2Abs_K05 K2Abs_K07	60	150	6	6	3	T	Z		DN	P	K
Razem			2	3	4				135	300	11	6	6,1					8	

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					
7	3	11	3	2	390	775	30	24	17,9

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 4**

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	Przedmiot/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	W03BSS-SM2013W	Machine learning for chemistry and biology	2					K2Abs_W01 K2Abs_W14 K2Abs_W08 K2Abs_W09 K2Abs_K01	30	50	2		1,3	T/Z	E				K
2	W03BSS-SM2013L	Machine learning for chemistry and biology			2			K2Abs_U01 K2Abs_U02 K2Abs_U04 K2Abs_U11 K2Abs_K02 K2Abs_K04 K2Abs_K05	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
Razem			2		2				60	100	4		2,7		1			2	

Przedmioty specjalnościowe: *Bioinformatics* **liczba punktów ECTS 4**

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	Przedmiot/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	W03BSS-SM2014W	Computational genomics	1					K2Abs_W02 K2Abs_W14 K2Abs_W17	15	25	1	1	0,65	T/Z	E		DN		S
2	W03BSS-SM2014L	Computational genomics.			1			K2Abs_U01 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
3	W03BSS-SM2015L	Molecular engineering in genomic analyses			3			K2Abs_W06 K2Abs_U02 K2Abs_U03 K2Abs_U05 K2Abs_U08	45	50	2	2	2,1	T	Z		DN	P	S
Razem			1		4				75	100	4	4	3,45		1			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 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

punkty 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 przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03W03-SM2055D	Graduate laboratory II			14			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_U14 K2Abs_U06 K2Abs_K01 K2Abs_K05 K2Abs_K07	210	500	20	20	9,5	T	Z		DN	P	K
2	W03W03-SM2056S	Graduation seminar					1	K2Abs_U05 K2Abs_U07 K2Abs_K01 K2Abs_K06 K2Abs_K07 K2Abs_K08	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem					14		1		225	550	22	22	10,2				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					
3		20		1	360	750	30	26	16,35

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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
W03BSS-SM2001W	Theoretical chemistry	1
W03BSS-SM2004W	Bioinformatics	
W03BSS-SM2007W	Molecular modeling	2
W03BSS-SM2011W	Bionanotechnology	
W03BSS-SM2014W	Computational genomics	3
W03BSS-SM2013W	Machine learning for chemistry and biology	

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną 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

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

Samorząd studencki aprobuje Plan studiów II stopnia na kierunku **Biosciences** na specjalności:
Bioinformatics

.....
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 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:	BIOSCIENCES
POZIOM KSZTAŁCENIA:	studia drugiego stopnia (3sem)
FORMA STUDIÓW:	stacjonarna
PROFIL:	ogólnoakademicki
SPECJALNOŚĆ:	Medicinal Chemistry
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 (3 sem)

KIERUNEK: BIOSCIENCES

Specjalność: Medicinal Chemistry

Przedmioty specjalnościowe

Przedmioty kierunkowe(wspólne dla kierunku BSS)

Przedmioty wybieralne-kierunkowe

Sem.	I	II	III
Godz.	24h / 30 ECTS / 2E	25h / 30 ECTS / 3E	24h / 30 ECTS / 1E
25		Rational drug design 2w (3ECTS)	
24	Elective course		Multistep organic synthesis
23	2w (2 ECTS)	Molecular modeling E	4l (3 ECTS)
22	Theoretical chemistry E	1w+2l+1s (2+2+1) ECTS	
21	2w +1c+2l (3+2+2) ECTS		Inorganic drugs
20			1w (1 ECTS)
19		Retrieval of scientific and technical information 1l (1 ECTS)	Machine learning for chemistry and biology
18		Metabolomics	2w+2l (2+2) ECTS E
17	Isolation and identification of bioproducts 2l (2 ECTS)	2l (2 ECTS)	
16		Medicinal natural products E	
15	Introductory statistics 1c (2 ECTS)	1w +2l (2 +2) ECTS	Graduate laboratory II
14	Crystallography and structure of solids		14l (20 ECTS)
13	2w +1c (2+1) ECTS	Modern pharmaceuticals and biopharmaceuticals E	
12		2w+2l (2+2) ECTS	
11	Analytical methods in drug design and technology		
10	1w +2l (2+2) ECTS	Managerial course II	
9		2w (3 ECTS)	
8	Spectroscopic methods in medicinal chemistry E	Foreign language II	
7	2w +2l (2+2) ECTS	3c (2 ECTS)	
6			
5			
4	Metabolomics 1w (2 ECTS)	Graduate laboratory I 4l (6 ECTS)	
3	Managerial course I 1w (2 ECTS)		
2	Foreign language I 1c (1 ECTS)		
1	Graduation proseminar 1s (1 ECTS)		Graduation seminar 1s (2 ECTS)
Sem.	I	II	III

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

Semestr 1

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 7

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2001W	Theoretical chemistry	2					K2Abs_W01 K2Abs_W02 K2Abs_W07 K2Abs_W08 K2Abs_W11 K2Abs_W17 K2Abs_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		PD
2	W03BSS-SM2001L	Theoretical chemistry			2			K2Abs_U03 K2Abs_U04 K2Abs_U05 K2Abs_U09 K2Abs_U12 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
3	W03BSS-SM2001C	Theoretical chemistry		1				K2Abs_U02 K2Abs_U12	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			2	1	2				75	175	7	7	3,4		1			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

Przedmioty specjalnościowe: Medicinal Chemistry liczba punktów ECTS 17

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2021W	Metabolomics	1					K2Abs_W02 K2Abs_W06 K2Abs_W13 K2Abs_K01	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S
2	W03BSS-SM2020W	Spectroscopic methods in medicinal chemistry	2					K2Abs_U02 K2Abs_U08	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
3	W03BSS-SM2020L	Spectroscopic methods in medicinal chemistry			2			K2Abs_W02 K2Abs_W06 K2Abs_W13 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
4	W03BSS-SM2019W	Analytical methods in drug design and technology	1					K2Abs_W02 K2Abs_W06	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S
5	W03BSS-SM2019L	Analytical methods in drug design and technology.			2			K2Abs_U01 K2Abs_U03 K2Abs_U08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
6	W03BSS-SM2018W	Crystallography and structure of solids	2					K2Abs_W02 K2Abs_W06 K2Abs_W07 K2Abs_W18 K2Abs_K01	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		S
7	W03BSS-SM2018C	Crystallography and structure of solids		1				K2Abs_U01 K2Abs_U02	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
8	W03BSS-SM2017C	Introductory statistics		1				K2Abs_U03	15	50	2		0,7	T/Z	Z			P	PD
9	W03BSS-SM2016L	Isolation and identification of bioproducts			2			K2Abs_U02 K2Abs_U03 K2Abs_W05 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
Razem			6	2	6				210	425	17	15	9,5		1			9	

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

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	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/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	SJO-SM0004	Foreign language I		1				K2Abs_U14 K2Abs_U15 K2Abs_K01 K2Abs_K04	15	30	1		0,6	T/Z	Z	O		P	KO
2	W03-SM2002BH	Managerial course I	1					K2Abt_W16 K2Abs_K02 K2Abs_K03 K2Abs_K07	15	60	2		0,65	T/Z	Z	O			KO
3	W03W03-SM2053S	Graduation proseminar					1	K2Abs_U08 K2Abs_U14 K2Abs_K01 K2Abs_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
4	W03BSS-SM20BW	Elective course*	2					K2Abt_W02 K2Abt_K01	30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
Razem			3	1			1		75	165	6	1	3,25					2	

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					
11	4	8		1	360	765	30	23	16,15

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 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 9

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03BSS-SM2008L	Retrieval of scientific and technical information			1			K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W14 K2Abs_K05	15	25	1		0,7	T	Z			P	K
2	W03BSS-SM2007W	Molecular modeling	1					K2Abs_W17 K2Abs_U13 K2Abs_U10 K2Abs_U05	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		K
3	W03BSS-SM2007L	Molecular modeling.			2			K2Abs_U07	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	K
4	W03BSS-SM2007S	Molecular modeling					1	K2Abs_W09 K2Abs_W11 K2Abs_W14	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
5	W03BSS-SM2006W	Rational drug design	2					K2Abs_W02 K2Abs_W05 K2Abs_W06 K2Abs_W10 K2Abs_W12 K2Abs_W13 K2Abs_W14 K2Abs_W15 K2Abs_W18 K2Abs_K01 K2Abs_K06	30	75	3	3	1,3	T/Z	Z		DN		K
Razem			3		3		1		105	225	9	8	4,75		1			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 działal. naukową – DN

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

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

Przedmioty specjalnościowe: Medicinal Chemistry

liczba punktów ECTS 10

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- czeni a	Przedmiot/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	W03BSS-SM2023W	Modern pharmaceuticals and biopharmaceuticals	2					K2Abs_W02 K2Abs_W07 K2Abs_W12 K2Abs_W18 K2Abs_W06 K2Abs_K01	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
2	W03BSS-SM2023L	Modern pharmaceuticals and biopharmaceuticals			2			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_K05 K2Abs_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3	W03BSS-SM2022W	Medicinal natural products	1					K2Abs_W03 K2Abs_W12 K2Abs_W15 K2Abs_W18	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		S
4	W03BSS-SM2022L	Medicinal natural products.			2			K2Abs_U02 K2Abs_K04	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
5	W03BSS-SM2021L	Metabolomics			2			K2Abs_W14 K2Abs_U03 K2Abs_K06	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
Razem			3		6				135	250	10	10	6,15		2			6	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

punktów ECTS 11

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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	SJO-SM0003	Foreign language II		3				K2Abs_U14 K2Abs_U15 K2Abs_K01 K2Abs_K04	45	60	2		1,8	T/Z	Z	O		P	KO
2	W03-SM2001BH	Managerial course II	2					K2Abt_W16 K2Abs_K02 K2Abs_K03 K2Abs_K07	30	90	3		1,3	T/Z	Z	O			KO
3	W03W03-SM2054D	Graduate laboratory I			4			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_U14 K2Abs_K01 K2Abs_K05 K2Abs_K07	60	150	6	6	3	T	Z		DN	P	K
Razem			2	3	4				135	300	11	6	6,1					8	

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					
8	3	13		1	375	775	30	24	17

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 4

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	Przedmiot/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	W03BSS-SM2013W	Machine learning for chemistry and biology	2					K2Abs_W01 K2Abs_W14 K2Abs_W08 K2Abs_W09 K2Abs_K01	30	50	2		1,3	T/Z	E				K
2	W03BSS-SM2013L	Machine learning for chemistry and biology			2			K2Abs_U01 K2Abs_U02 K2Abs_U04 K2Abs_U11 K2Abs_K02 K2Abs_K04 K2Abs_K05	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
Razem			2		2				60	100	4		2,7		1			2	

Przedmioty specjalnościowe: *Medicinal chemistry* liczba punktów ECTS 4

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	Przedmiot/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	W03BSS-SM2025W	Inorganic drugs	1					K2Abs_W02 K2Abs_W03	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
2	W03BSS-SM2024L	Multistep organic synthesis			4			K2Abs_U02 K2Abs_U04 K2Abs_U05 K2Abs_K08	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	S
Razem			1		4				75	100	4	4	3,45					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 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

punkty 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 przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03W03-SM2055D	Graduate laboratory II			14			K2Abs_U02 K2Abs_U05 K2Abs_U14 K2Abs_U06 K2Abs_K01 K2Abs_K05 K2Abs_K07	210	500	20	20	9,5	T	Z		DN	P	K
2	W03W03-SM2056S	Graduation seminar					1	K2Abs_U05 K2Abs_U07 K2Abs_K01 K2Abs_K06 K2Abs_K07 K2Abs_K08	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem					14		1		225	550	22	22	10,2				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					
3		20		1	360	750	30	26	16,35

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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
W03BSS-SM2001W	Theoretical chemistry	1
W03BSS-SM2020W	Spectroscopic methods in medicinal chemistry	
W03BSS-SM2007W	Molecular modeling	2
W03BSS-SM2022W	Medicinal natural products	
W03BSS-SM2023W	Modern pharmaceuticals and biopharmaceuticals	
W03BSS-SM2013W	Machine learning for chemistry and biology	3

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

Samorząd studencki aprobuje Plan studiów II stopnia na kierunku **Biosciences** na specjalności:
Medicinal Chemistry

.....
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 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

KARTY PRZEDMIOTÓW

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Zaawansowana bioinformatyka
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Advanced bioinformatics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Bioinformatics
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od: 2024/2025	
Kod przedmiotu	W03BSS-SM2010P
Grupa kursów	NIE

	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)				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	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
<ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość podstaw biologicznych bioinformatyki 2. Umiejętność korzystania z bioinformatycznych baz danych sekwencji, genów, genomów 3. Biegła obsługa systemu typu Unix, umiejętność pracy w linii komend 4. Umiejętność rozwiązywania problemów i automatyzacji zadań z wykorzystaniem języka programowania np. Python

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie umiejętności korzystania ze zdalnych usług obliczeniowych typu Cloud computing oraz przygotowania i konfiguracji pakietów oprogramowania do uruchamiania w takich usługach;
- C2 Nabycie umiejętności dokumentowania i archiwizacji całości procesu tworzenia, testowania i rozwijania specjalistycznego oprogramowania do przetwarzania zbiorów danych bioinformatycznych z wykorzystaniem notatników Jupyter, repozytoriów online i systemu kontroli wersji;
- C3 Nabycie umiejętności analizy wyników sekwencjonowania NGS: filtrowania odczytów niskiej jakości (trimming), mapowania odczytów na pozycję w genomie, analizy i wizualizacji wyników;
- C4 Nabycie umiejętności wykorzystania pakietu GNU R i Bioconductor do przeprowadzania analiz bioinformatycznych wyników eksperymentalnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Student potrafi przygotować i skonfigurować obraz instalacji oprogramowania do zdalnego uruchamiania serwisów obliczeniowych i analizy danych wykorzystywanych w bioinformatyce;
- PEU_U02 Student potrafi dokumentować i archiwizować kod algorytmów, opisy przeprowadzonych analiz oraz wizualizację wyników z wykorzystaniem interaktywnych notatników, repozytoriów online i systemów kontroli wersji;
- PEU_U03 Student potrafi przeprowadzić kompletną analizę wyników sekwencjonowania NGS od wstępnej obróbki danych eksperymentalnych do mapowania wyników na genom referencyjny, wizualizacji i interpretacji;
- PEU_U04 Student potrafi wykorzystać pakiet GNU R i biblioteki Bioconductor do przeprowadzenia typowych analiz zbiorów danych eksperymentalnych dostępnych w bazach danych online oraz wizualizacji wyników tych analiz.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Studenci potrafią współpracować w grupie nad rozwiązaniem problemów;
- PEU_K02 Studenci potrafią komunikować i wyjaśniać przebieg i wyniki typowych analiz bioinformatycznych.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zajęcia wstępne: forma i organizacja zajęć, materiały dydaktyczne, warunki zaliczenia	2
Pr2	Dokumentowanie analiz bioinformatycznych i własnego oprogramowania <ul style="list-style-type: none"> • System kontroli wersji git. Serwisy github, gitlab etc. Praca grupowa w praktyce. • Praca z notatnikami Jupyter • Składnia Markdown 	2
Pr3	Projekt 1: Obliczenia w chmurze <ul style="list-style-type: none"> • Przygotowanie i zarządzanie zasobnikiem systemowym na przykładzie Docker. Konfiguracja usług sieciowych i dostępu do plików: serwer Jupyter, ssh, sshfs • Przygotowanie obrazu systemu Docker ze środowiskiem GALAXY • Przygotowanie obrazu systemu Docker z serwerem Jupyter, jądrem R i wybranymi modułami Bioconductor • Deponowanie wyników pracy i współpraca w grupie z użyciem systemu kontroli wersji, testowanie instalacji, wspólne rozwiązywanie problemów 	4
Pr4	Projekt 2: analiza wyników sekwencjonowania nowej generacji (NGS) na platformie GALAXY <ul style="list-style-type: none"> • Specyfika metod i platform sekwencjonowania; związek z analizą wyników • Specyfika obrabianych danych: format FASTQ, jakość odczytu, głębokość sekwencjonowania, filtrowanie wyników o niewystarczającej jakości. • Obróbka danych (trimming) • Mapowanie wyników sekwencjonowania na genom referencyjny; wizualizacja i analiza wyników 	10
Pr5	Projekt 3: analiza bioinformatyczna eksperymentalnych zbiorów danych w środowisku GNU R + Bioconductor <ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do użycia systemu GNU R: typy danych, tworzenie wykresów i wizualizacji • Wybrane moduły i funkcje Bioconductor • Specyfika danych w zależności od platformy, niezbędna obróbka • Analiza przykładowych zbiorów danych 	10
Pr6	Prezentacje projektów studenckich	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Instrukcje i nagrania video do samodzielnego przygotowania się do zajęć (metoda „reverse classroom”);
- N2. Prezentacje multimedialne oraz demonstracja użycia oprogramowania
- N3. Praca samodzielna i w grupie nad rozwiązywaniem problemów, z pomocą prowadzącego i dostępnych zasobów online;
- N4. Wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania do wykonania typowych analiz bioinformatycznych
- N5. Studenckie prezentacje rozwiązanych problemów i uzyskanych wyników

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, PEU_K01	Punkty uzyskane z projektu 1												
F2	, PEU_U03, PEU_K02	Punkty uzyskane z projektu 2												
F3	PEU_U04, PEU_K02	Punkty uzyskane z projektu 3												
P = F1 + F2 + F3		<table><thead><tr><th>Punkty</th><th>Ocena</th></tr></thead><tbody><tr><td>50-59,99%</td><td>3,0</td></tr><tr><td>60-69,99%</td><td>3,5</td></tr><tr><td>70-79,99%</td><td>4,0</td></tr><tr><td>80-89,99%</td><td>4,5</td></tr><tr><td>90-100%</td><td>5,0</td></tr></tbody></table>	Punkty	Ocena	50-59,99%	3,0	60-69,99%	3,5	70-79,99%	4,0	80-89,99%	4,5	90-100%	5,0
Punkty	Ocena													
50-59,99%	3,0													
60-69,99%	3,5													
70-79,99%	4,0													
80-89,99%	4,5													
90-100%	5,0													

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

Z powodu szybkiego rozwoju technologii, najbardziej aktualnym źródłem informacji są zasoby online:

- [1] <https://git-scm.com/doc>
- [2] <https://docs.docker.com>
- [3] <https://docs.jupyter.org>
- [4] <https://training.galaxyproject.org>
- [5] <https://cran.r-project.org/doc/manuals>
- [6] <https://bioconductor.org/help>
- [7] Odpowiednie artykuły na <https://wikipedia.org>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] „Next-generation sequencing : current technologies and applications”, ed. Xu, Jianping; Caister Academic Press, Norfolk 2014. ISBN 978-1-908230-33-1
https://omnis-pwr.primo.exlibrisgroup.com/permalink/48OMNIS_TUR/d7ok8p/alma9960747679207668
(mostly of historical interest due to rapid progress of NGS technology and software, but it does introduce the basic background and concepts)
- [2] <https://socviz.co/gettingstarted.html> (wprowadzenie do RMarkdown do dokumentacji i wizualizacji analiz w systemie R)

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

Paweł Kędzierski, pawel.kedzierski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY
KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim Zaawansowane programowanie i metody numeryczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Advanced programming and numerical methods
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy): Bioinformatics
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 W03BSS-SM2012L
Grupa kursów TAK/ NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,1		

*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI
SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość dowolnego języka programowania w stopniu podstawowym.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z dobrymi praktykami w programowaniu
- C2 Nauczenie studentów tworzenia algorytmów
- C3 Zapoznanie studentów z metodami numerycznymi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

...

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi wykorzystać generatory liczb losowych w algorytmach Monte Carlo

PEU_U02 Student umie zaprojektować i zaimplementować różne algorytmy sortowania

PEU_U03 Student potrafi zaimplementować całkowanie równań ruchu Newtona

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi pracować w zespole

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Organizacja zajęć. Omówienie zasad zaliczenia. Podstawy środowiska programistycznego.	3
La2	Generowanie liczb losowych.	3
La3	Całkowanie numeryczne.	3
La4	Interpolacja i ekstrapolacja funkcji.	9
La5	Numeryczna analiza funkcji.	12
La6	Metody Monte Carlo.	12
La7	Projekt zaliczeniowy.	3
	Suma godzin	45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1.Prezentacja multimedialna
N2.Specjalistyczne oprogramowanie komputerowe
N3.Gamifikacja

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, PEU_K01	Zadanie końcowe
P 2,0, jeśli $(F1+F2) < 50\%$ pkt 3,0, jeśli $(F1+F2) = 51-59\%$ pkt 3,5, jeśli $(F1+F2) = 60-69\%$ pkt		

4,0, jeśli $(F1+F2) = 70-79\%$ pkt

4,5, jeśli $(F1+F2) = 80-89\%$ pkt

5,0, jeśli $(F1+F2) = 90-99\%$ pkt

5,5, jeśli $(F1+F2) = 100\%$ pkt

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] “Numerical Recipes in C: The art of scientific computing” W. Press, S. Teukolsky, W. Vetterling, B. Flannery, Cambridge University Press, 1988-1992, ISBN 0521 431085

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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

Dr hab. inż. Bartłomiej Szyja b.m.szyja@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Metody Analityczne w Projektowaniu i Technologii Wytwarzania Leku
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Analytical Methods in Drug Design and Technology
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry
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	W03BSS-SM2019W, W03BSS-SM2019L
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
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)	0.65		1,4		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii organicznej, teoretyczna oraz umiejętności praktyczne.
2. Wiedza podstawowa z zakresu technik chromatograficznych i spektroskopowych.
3. Zalecana wiedza z zakresu podstaw metod analitycznych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studenta z teoretycznymi i praktycznymi aspektami dobrej praktyki

laboratoryjnej (GLP) i dobrej praktyki wytwarzania (GMP).

C2 Zdobyć wiedzę na temat nowoczesnych technik chromatograficznych i ich zastosowania w projektowaniu leków i procesie technologicznym produkcji leków.

C3 Zapoznanie z różnymi koncepcjami technologicznymi zastosowania metod spektroskopowych w projektowaniu leków i kontroli jakości w systemie produkcyjnym.

C4 Poszerzenie wiedzy z zakresu zastosowań metod elektrochemicznych w projektowaniu związków biologicznie czynnych i procedur ich wytwarzania.

C5 Znajomość różnych koncepcji z zakresu mieszanych metod analitycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 - ma wiedzę na temat zasad dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP), zasad dobrej praktyki wytwarzania (GMP) oraz procedur walidacji niezbędnych do stosowania w metodach analitycznych,

PEU_W02 - ma wiedzę na temat nowoczesnych technik chromatograficznych, spektroskopowych, elektrochemicznych i mieszanych oraz ich zastosowań w projektowaniu leków i procesie technologicznym produkcji leków,

PEU_W03 - potrafi określić zalety i wady technik analitycznych, poziom czułości każdej z nich.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 - ma umiejętności wykorzystania technik chromatograficznych do rozdzielania mieszaniny różnych związków, ich oznaczania, interpretacji wyników i przygotowania raportu zgodnie z GLP,

PEU_U02 - ma wiedzę na temat stosowania różnych typów urządzeń spektrometrycznych oraz o sposobach przygotowywania próbek do analizy,

PEU_U03 - ma umiejętności wykonywania analiz związków biologicznie czynnych metodami elektrochemicznymi, interpretowania wyników i sporządzania raportu zgodnie z GLP,

PEU_U04 - ma umiejętności wykrywania związków biologicznie czynnych w formulacji farmaceutycznej z wykorzystaniem metod fizycznych i fizykochemicznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do technik analitycznych, jako narzędzi projektowania i produkcji leków. Zasady dobrych praktyk w chemii analitycznej. Szacowanie błędów w metodach analitycznych stosowanych w projektowaniu i technologii leków.	2
Wy2	Techniki walidacji. Farmakopee. GLP, GMP i zasady normalizacji produkcji leków.	2
Wy3	Techniki chromatograficzne w projektowaniu leków i kontroli procesu produkcyjnego.	2
Wy4	Techniki spektroskopowe w projektowaniu leków i kontroli procesu produkcyjnego.	2
Wy5	Mieszane techniki analityczne, jako narzędzie projektowania leków i kontroli ich działania.	2
Wy6	Metody elektrochemiczne w projektowaniu i technologii leków.	2

Wy7	Metody analizy form stałych składników leków – proszki i granulaty.	2
Wy8	Nowatorskie, zaawansowane aplikacje w systemach kontroli jakości, w przemyśle farmaceutycznym.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium chemii organicznej. Dobre praktyki laboratoryjne. Zasady prowadzenia notatek laboratoryjnych i przygotowywania raportu.	2
La2	Technika HPLC - schemat procedury przygotowania próbki. Przygotowanie próbki do analizy HPLC.	2
La3	HPLC - schemat aparaturowy. Analiza biologicznie aktywnych składników preparatu farmaceutycznego. Zestaw do chromatografii gazowej i procedura analizy. Techniki detekcji.	2
La4	Analiza GC - schemat procedury separacji składnika leku. Przygotowanie próbki do analizy GC.	2
La5	GC-MS - schemat aparaturowy. Analiza chromatograficzna i interpretacja rezultatu.	2
La6	Turbidymetria - metoda analityczna przydatna do projektowania leków i kontroli jakości za pomocą czytnika mikroplamki.	4
La7	Porównanie termostabilności i fotostabilności substancji czynnej w postaci stałej, półstałej i ciekłej formułacji farmaceutycznej.	4
La8	Potencjometria - metoda stosowana do miareczkowania potencjometrycznego biologicznie aktywnych cząsteczek o ładunku dodatnim lub ujemnym. Zastosowanie miareczkowania potencjometrycznego do analizy pH-metrycznej.	4
La9	Spektrofotometria UV-Vis – zasady metody i procedury pomiaru. Analiza jakościowa formułacji farmaceutycznej.	4
La10	Spektroskopia w podczerwieni (FT-IR) związku biologicznie czynnego. Przygotowywanie próbek i zbieranie widma.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.
 N2. Wykonanie eksperymentów laboratoryjnych.
 N3. Przygotowanie sprawozdań z eksperymentów.

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_W03	oceny z kartkówek, dotyczące teorii zadań laboratoryjnych
F2	PEU_U01 – PEU_U4	oceny za sprawozdań z zajęć laboratoryjnych
P1 (laboratorium)		Średnia ocen z N kartkówek (F1) oraz N raportów (F2)

		P1 = $\Sigma (F1+F2)/N$
P2 (wykład)	PEU_W01– PEU_W03	Kolokwium.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Ermer, J.H.McB. Miller, Method Validation in Pharmaceutical Analysis. A Guide to Best Practice. Wiley-VCH, Weinheim. 2005.
- [2] Farmakopea Polska, Urząd Rejestracji Leków, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych, Warszawa.
- [3] W. Jennings, E. Mittlefehldt, P. Stremple, Analytical Gas Chromatography. 2nd Ed. Academic Press, 1997.
- [4] R.P.W. Scott, Tandem Techniques. John Wiley & Sons, 1997.
- [5] M.S. Lee, Integrated Strategies in Drug Discovery Using Mass Spectrometry. John Wiley & Sons, 2005.
- [6] A.J. Bard, R.L. Faulkner, Electrochemical Methods. Fundamental and Applications. John Wiley & Sons, 2001.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [7] D.M. Bliesner, Validating Chromatographic Methods. A Practical Guide. John Wiley & Sons, 2006.
- [8] P.A. Christensen and A. Hamnett, Techniques and Mechanisms in Electrochemistry. Kluwer Academic Press, 1994.
- [9] AC Moffat, MD Osselton, B Widdop, Clarke's analysis of drugs and poisons. Pharmaceutical Press, 2005.
- [10] F.A. Settle, Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry. Prentice-Hall Inc., 1997.

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

dr hab. inż. Izabela Pawlaczyk-Graja, prof. uczelni izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY
KARTA PRZEDMIOTU
Nazwa przedmiotu w języku polskim Informatyka stosowana
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Applied informatics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy): Bioinformatics
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 W03BSS-SM2005L
Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			100		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,8		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

None

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi aspektami środowiska UNIX
- C2 Nauczenie studentów podstawowych algorytmów i metod numerycznych
- C3 Zapoznanie studentów z podstawami programowania proceduralnego i obiektowego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi wykorzystać środowisko programistyczne do tworzenia programu

PEU_U02 Student umie zaprojektować i zaimplementować algorytm dla podstawowych metod numerycznych

PEU_U03 Student potrafi efektywnie użyć metod programowania proceduralnego i zorientowanego obiektowo

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów informatycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Organizacja zajęć. Omówienie zasad zaliczenia. Podstawy środowiska Unix.	4

La2	Skrypty w języku BASH. Zarządzanie zasobami. System kolejkowania zadań	8
La3	Używanie środowiska programistycznego. Tworzenie i uruchamianie programów. Instrukcje warunkowe. Pętle.	8
La4	Proste i złożone typy danych. Obiekty. Funkcje i metody.	8
La5	Powszechnie stosowane metody numeryczne.	16
La6	Zastosowanie programowania w biochemii i biotechnologii.	12
La7	Projekt zaliczeniowy.	4
	Suma godzin	60

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja multimedialna
N2. Specjalistyczne oprogramowanie komputerowe
N3. Gamifikacja

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-W03, PEU_K01	Testy cząstkowe (max 4 pkt)
P1	PEU_U01-U03, PEU_K01	Zadanie końcowe (max 6 pkt)
P (F1+P1) 2,0, jeśli P < 50% pkt 3,0, jeśli P = 51-59% pkt 3,5, jeśli P = 60-69% pkt 4,0, jeśli P = 70-79% pkt 4,5, jeśli P = 80-89% pkt 5,0, jeśli P = 90-99% pkt		

5,5, jeśli P = 100% pkt

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Python Programming for Biology: Bioinformatics and Beyond”, Tim J. Stevens, Wayne Boucher, Cambridge University Press; 1 edition (April 6, 2015)
ISBN-13: 978-0521720090

[2]

[3]

[4]

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1]

[2]

[3]

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

Dr hab. inż. Bartłomiej Szyja, b.m.szyja@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Bioinformatyka
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Bioinformatics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Bioinformatics
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od: 2024/2025.	
Kod przedmiotu W03BSS-SM2004W, W03BSS-SM2004L	
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 (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	Egzamin		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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,4		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
<ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość podstawowych pojęć i słownictwa biologii, biochemii i genetyki, 2. Umiejętność posługiwania się komputerem, w tym z linii komend, i korzystania z internetu 3. Umiejętność płynnego komunikowania się w mowie i w piśmie w języku angielskim
CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nauczenie korzystania z baz danych sekwencji biologicznych oraz związanej informacji dotyczącej genów, genomów, białek, rodzin białkowych i struktur biocząsteczek.
- C2 Zrozumienie pojęć podobieństwa sekwencji i jej interpretacji w stopniu niezbędnym do analizy porównawczej sekwencji biologicznych
- C3 Umiejętność wyszukiwania sekwencji homologicznych, budowania i używania profili podobieństwa oraz analizy relacji między sekwencjami
- C4 Umiejętność przewidywania struktur białka i oceny jakości uzyskanych modeli za pomocą współczesnych metod przewidywania struktury
- C5 Umiejętność automatyzacji wyszukiwania w bazach danych oraz typowych analiz z wykorzystaniem własnych skryptów wykorzystujących specjalistyczne biblioteki bioinformatyczne.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Wiedza o tym jaka informacja jest dostępna w jakich bazach danych sekwencji, biologicznych, biochemicznych i medycznych, oraz jak jest generowana i zorganizowana
- PEU_W02 Znajomość podstaw teoretycznych metod bioinformatycznych, niezbędnej do oceny statystycznego znaczenia podobieństwa sekwencji i krytycznej oceny wyników analiz opartych na porównaniach sekwencji
- PEU_W03 Wiedza na temat podstaw teoretycznych metod używanych do analiz porównawczych sekwencji, ich zalet, wad i zakresu stosowalności
- PEU_W04 Znajomość współczesnych metod przewidywania struktury na podstawie sekwencji

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Umiejętność budowania złożonych zapytań w celu wyszukania specyficznych sekwencji, struktur, adnotacji oraz zadanej informacji biochemicznej, medycznej lub
- PEU_U02 Umiejętność wyszukiwania sekwencji podobnych i interpretacji homologii, w tym z użyciem profili podobieństwa
- PEU_U03 Umiejętność liczenia, edycji i wykorzystywania dopasowań wielu sekwencji do rozpoznawania cech, funkcji struktury, filogenezy i innych analiz porównawczych
- PEU_U04 Umiejętność stworzenia modelu struktury na podstawie sekwencji białka
- PEU_U05 Umiejętność automatyzacji zadań i analiz bioinformatycznych z wykorzystaniem skryptowych języków programowania i specjalistycznych bibliotek

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Bioinformatyczne bazy danych	2
Wy2	Efektywne korzystanie z baz danych: organizacja informacji, adnotacje, format i pola rekordów w różnych bazach	2
Wy3	Podobieństwo i homologia. Ewaluacja i interpretacja podobieństwa sekwencji i jej statystycznego znaczenia	2

Wy4	Metody porównań sekwencji. Podstawy teoretyczne wyszukiwania po podobieństwie.	2
Wy5	Metody obliczeń dopasowań wielu sekwencji.	2
Wy6	Profile podobieństwa jako reprezentacja podobieństw i cech sekwencji. Rodziny sekwencji i bazy rodzin. Wyszukiwanie z użyciem profili podobieństwa.	2
Wy7	Wprowadzenie do statystyki Bayesa. Interpretacja informacji zakodowanej w sekwencjach biologicznych.	2
Wy8	Ukryte modele Markowa, metody uczenia maszynowego i optymalizacji stochastycznej – zastosowania w bioinformatyce.	2
Wy9	Teoretyczne modele odległości ewolucyjnej.	2
Wy10	Metody analizy filogenetycznej – badanie relacji i historii mutacji spokrewnionych sekwencji.	2
Wy11	Metody przewidywania struktury. Ewaluacja i optymalizacja modeli.	2
Wy12	Automatyzacja zadań bioinformatycznych: API i biblioteki bioinformatyczne	2
Wy13	Automatyzacja analizy sekwencji, przewidywania struktur i innych zadań.	2
Wy14	Współczesne metody badawcze, analityczne i diagnostyczne bioinformatyki	4
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zajęcia organizacyjne: system oceny, wymagane oprogramowanie. Wprowadzenie do systemu Entrez i baz danych NCBI	2
Lab2	Złożone zapytania. Dostępne bazy danych sekwencji, genów, genomów i pochodne. Różne składnie zapytań.	2
Lab3	Bazy danych UniprotKB, PDB, Brenda Enzyme oraz wybrane bazy związane z biochemią i medycyną.	2
Lab4	Zadanie indywidualne #1	2
Lab5	Wyszukiwanie sekwencji podobnych, różne wersje BLAST. Interpretacja wyników.	2
Lab6	Wyszukiwanie odległych homologów za pomocą profili podobieństwa.	2
Lab7	Zadanie indywidualne #2	2
Lab8	Obliczenia, analiza, weryfikacja i wizualizacja dopasowań wielu sekwencji	2
Lab9	Zastosowanie języka Python i biblioteki Biopython do automatyzacji zapytań do baz danych oraz obliczeń.	2
Lab10	Analiza filogenetyczna	2
Lab11	Statystyczna ewaluacja wyników metodą bootstrap	2
Lab12	Zadanie indywidualne #3	2
Lab13	Przewidywanie struktury białka na podstawie sekwencji z wykorzystaniem wzorców	2
Lab14	Przewidywanie struktury białka metodami ab initio, ewaluacja modeli.	2

Lab15	Zadanie indywidualne #4	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład z prezentacją multimedialną
N2.	Rozwiązywanie problemów
N3.	Wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania
N4.	Przygotowanie raportów z wyników i analizy obliczeń

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_Lab	PEU_U01	Zadanie indywidualne #1												
F2_Lab	PEU_U02	Zadanie indywidualne #2												
F3_Lab	PEU_U03, PEU_U05	Zadanie indywidualne #3												
F4_Lab	PEU_U04, PEU_U05	Zadanie indywidualne #4												
P_wykład: ocena na podstawie punktacji egzaminu		<table> <tr> <td>Punkty</td> <td>Ocena</td> </tr> <tr> <td>50-59,99%</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>60-69,99%</td> <td>3,5</td> </tr> <tr> <td>70-79,99%</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>80-89,99%</td> <td>4,5</td> </tr> <tr> <td>90-100%</td> <td>5,0</td> </tr> </table>	Punkty	Ocena	50-59,99%	3,0	60-69,99%	3,5	70-79,99%	4,0	80-89,99%	4,5	90-100%	5,0
Punkty	Ocena													
50-59,99%	3,0													
60-69,99%	3,5													
70-79,99%	4,0													
80-89,99%	4,5													
90-100%	5,0													
P_lab: ocena na podstawie sumy punktów za zadania: F1_Lab+F2_Lab+F3_Lab+F4_Lab														

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] S.Q. Ye, Bioinformatics. A practical approach, Chapman & Hall/CRC, 2008
- [2] I. Eidhammer, I. Johanssen, W.R. Taylor, Protein Bioinformatics - an algorithmic approach to sequence and structure analysis, Wiley, 2004
- [3] P.E. Bourne & H. Weissig (ed.), Structural Bioinformatics, Wiley, 2003
- [4] A.D. Baxevanis, B.F.F. Oullette, Bioinformatics, Wiley, 2001

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] The National Center for Biotechnology Information (NCBI) Handbook:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21101/>
- [2] Documentation of used WWW services (available online)
- [3] <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/training-tutorials/>

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

Paweł Kędzierski, Pawel.Kedzierski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Bioinformatyka
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Bioinformatics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Bioinformatics
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od: 2024/2025	
Kod przedmiotu W03BSS-SM2011W, W03BSS-SM2011S	
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				25
Forma zaliczenia	Egzamin				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 kontaktu (BK)	1,3				0,7

*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH
KOMPETENCJI**

1. Znajomość chemii fizycznej na poziomie I stopnia studiów chemicznych
2. Znajomość biochemii na poziomie I stopnia studiów chemicznych
3. Znajomość dynamiki molekularnej na poziomie II stopnia studiów o specjalności Bioinformatics.

CELE PRZEDMIOTU	
C1	Zapoznanie studentów z zasadami działania i funkcjonowania maszyn molekularnych w biologii.
C2	Uzyskanie podstawowej wiedzy o metodach wykorzystywanych w bionanotechnologii do projektowania, syntezy i analizy bionanomaszyn.
C3	Nauczenie wykonywania podstawowych obliczeń symulacji dynamiki molekularnej do rozwiązywania problemów bionanotechnologicznych.
C4	Uzyskanie podstawowej wiedzy o rozwoju i najnowszych osiągnięciach w zakresie bionanotechnologii.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna podstawowe pojęcia z zakresu nanobiotechnologii i bionanotechnologii,

PEU_W02 – zna podstawy działania maszyn molekularnych w biologii,

PEU_W03 – ma podstawowe wiadomości o metodach eksperymentalnych używanych do projektowania, syntezy i analizy w bionanotechnologii,

PEU_W04 – ma podstawowe wiadomości o metodach eksperymentalnych używanych w badaniach strukturalnych w bionanotechnologii,

PEU_W05 – zna podstawowe techniki projektowania syntetycznych bionanomaszyn,

PEU_W06 – zna podstawowe aspekty funkcjonowania bionanomaszyn,

PEU_W07 – ma podstawowe wiadomości o metodach modelowania molekularnego używanych do projektowania bionanomaszyn.

PEU_W08 – ma podstawową wiedzę na temat najnowszych osiągnięć w bionanotechnologii

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – umie przygotować pliki wsadowe i potrafi wykonać proste obliczenia minimalizacji i dynamiki molekularnej dla nanopory,

PEU_U02 – umie przeprowadzić podstawowe obliczenia dynamiki molekularnej dla DNA przechodzącego przez nanopory w membranie.

PEU_U03 – umie zaprezentować w formie prezentacji multimedialnej najnowsze osiągnięcia z dziedziny bionanotechnologii.

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Licz
Wy1	Pojęcia podstawowe. Nonotechnologia, biotechnologia, bionanotechnologia, nanobiotechnologia. Idea Feynmana. Podejścia 'top-down' i 'bottom-up'. Kalendarium największych osiągnięć w bionanotechnologii. Nanobiotechnologia/bionanotechnologia w elektronice, informatyce, energetyce, wojsku, rolnictwie i technologii żywności – przykłady.	2
Wy2	Jak działają maszyny molekularne w biologii: Właściwości cząstek na poziomie makro i nano. Bionanomolekuły w środowisku wodnym – efekt hydrofobowy. Białka jako materiał strukturalny w bionanotechnologii. Ograniczenia bionanomolekuł występujących w naturze.	2
Wy3	Metody w bionanotechnologii: do projektowania, syntezy i analizy. Technologia rekombinacji DNA. Klonowanie DNA. Metoda PCR. Pozakomórkowa synteza białka. Mutageneza kierowana. Białka fuzyjne i chimeryczne. Przeciwciała monoklonalne.	2
Wy4	Metody w bionanotechnologii: do projektowania, syntezy i analizy – część 2. Metoda X-ray, NMR do badania biomolekuł. Metody mikroskopii elektronowej: TEM, SEM, tomografii. Metoda AFM. Modelowanie molekularne jako narzędzie w pozyskiwaniu informacji o strukturze i dynamice biomolekuł.	2
Wy5	Projektowanie nanomaszyn. Metody projektowania bionanomaszyn: sekwencyjne tworzenie wiązań kowalencyjnych, polimeryzacja, samoorganizacja i agregacja. Zwijanie białek. Rola białek opiekuńczyk w procesie zwijania białek. Białka stabilne w wysokich temperaturach. Jak usztywnić białka? Jak wprowadzić nieporządek w białkach? Kompleksy symetryczne i quasi-symetryczne.	2

Wy6	Aspekty funkcjonalne bionanomelekul. Proces przepływu energii w naturalnych bionanomaszynach. Proces przepływu elektronów w naturalnych bionanomaszynach. Wykorzystanie energii świetlnej przez bionanomaszyny. Przepływ ładunku w biosystemach. Model działania enzymów. Sposoby kontroli bionanomaszyn – regulacja allosteryczna, modyfikacja kowalencyjna.	2
Wy7	Projektowanie bionanomaszyn. Projektowanie białek metodą de novo. Protokół projektowania enzymów bazujący na metodach modelowanie molekularnego. Projektowanie bioukładów o specyficznych właściwościach spektroskopowych. PNA (Peptide Nucleic Acid) vs. DNA.	2
Wy8	Egzamin.	2
La1	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 1. Budowa krystalicznej membrany Si ₃ N ₄ . Syntetyczne nanopory w membranie Si ₃ N ₄ .	2
La2	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 2. Kalibracja pola siłowego w celu reprodukcji doświadczalnej wartości stałej dielektrycznej.	2
La3	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 3. Solwatacja nanopor.	2
La4	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 4. Minimalizacja energii. Dynamika molekularna pod stałym ciśnieniem. Przepływ prądu jonowego w nanoporach.	2
La5	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 5. Symulowane procesu przechodzenia DNA przez nanopory w krystalicznej membranie Si ₃ N ₄ .	2
La6	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 6. Przepływ prądu jonowego w nanoporach w obecności DNA. Porównanie przepływu prądu jonowego z/bez DNA w układzie.	2
La7	Sekwencjonowanie DNA metodami MD – część 7. Przechodzenie DNA przez nanopory – symulacja dynamiki molekularnej. Przechodzenie ubikwityny przez nanopory – symulacja dynamiki molekularnej.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium		Lic
Se1- Se8	Studenci w formie prezentacji multimedialnych przedstawiają i dyskutują osiągnięcia, rozwój i trendy w bionanotechnologii bazując na najnowszej literaturze przedmiotu – artykułach naukowych z ostatnich 5-10 lat. Baza tematów wystąpień jest co roku aktualizowana z uwagi na niezwykle szybki postęp w tej dziedzinie nauki.	15
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	wykorzystanie oprogramowania
N3	przygotowanie sprawozdania
N4	prezentacja multimedialna

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_W01 – PEU_W07	egzamin pisemny
F2 (wykład)	PEU_U01 – PEU_U02	raport
P (seminarium)	PEU_U03, PEU_K01	prezentacja multimedialna
<p>P (wykład) = 3,0 jeżeli (F1 + F2) = 50-60% max. liczby punktów. 3,5 jeżeli (F1 + F2) = 61-70% max. liczby punktów. 4,0 jeżeli (F1 + F2) = 71-80% max. liczby punktów. 4,5 jeżeli (F1 + F2) = 81-90% max. liczby punktów. 5,0 jeżeli (F1 + F2) = 91-99% max. liczby punktów. 5,5 jeżeli (F1 + F2) = 100% max. liczby punktów.</p>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] D.S. Goodsell “*Bionanotechnology: Lessons from nature*” Plenty of room for biology at the bottom: An introduction to bionanotechnology”, Wiley-Liss, 2004.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] *Bionanotechnology: Proteins to Nanodevices*, Eds. V. Renugopalakrishnan, R.V.Lewis, Springer, 2006.

[2] *Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives*, Eds. C.M.Niemeyer, C.A.Mirkin, Wiley-VCH, 2004.

[3] *Nanobiotechnology II: More Concepts and Applications*, Eds. C.M.Niemeyer, C.A.Mirkin, Wiley-VCH, 2007.

[1] E. Gazit “Plenty of room for biology at the bottom: An introduction to bionanotechnology”, Imperial College Press, 2007.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

prof. dr hab. Tadeusz Andruniów, tadeusz.andruniow@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 Genomika obliczeniowa Nazwa przedmiotu w języku angielskim Computational genomics Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences Specjalność (jeśli dotyczy): Bioinformatics Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03BSS-SM2014W, W03BSS-SM2014L Grupa kursów NIE*</p>

	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 (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	Egzamin		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)					
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. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu bioinformatyki, genetyki i biologii molekularnej
2. Podstawowa znajomość technologii informatycznych
3. Znajomość języka angielskiego

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami z zakresu genomiki.
C2 Zapoznanie studentów z genomowymi bazami danych.
C3 Zapoznanie studentów z metodami sekwencjonowania, składania i opisu genomów.
C4 Zapoznanie studentów z metodami i zastosowaniem genomiki porównawczej.
C5 Zapoznanie studentów z głównymi założeniami i metodami stosowanymi w transkrytomice.
C6 Zapoznanie studentów z praktycznym wykorzystaniem informacji genomowej i badań genomicznych.
C7 Zapoznanie studentów z etycznymi aspektami związanymi z poznawaniem genomów oraz wykorzystaniem informacji genomowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – zna podstawowe pojęcia z zakresu genomiki;

PEU_W02 – posiada wiedzę na temat zawartości i organizacji genomowych baz danych;

PEU_W03 – posiada wiedzę o metodach wykorzystywanych do mapowania, sekwencjonowania, składania i opisu genomów;

PEU_W04 – posiada wiedzę o narzędziach służących do analizy i porównywania sekwencji genomowych

PEU_W05 – posiada wiedzę na temat metod stosowanych w transkryptomice oraz ich zastosowania

PEU_W06 – posiada wiedzę o możliwych zastosowaniach informacji genomowej.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – posiada umiejętność wyszukiwania informacji w genomowych bazach danych;

PEU_U02 – posiada umiejętność doboru odpowiednich metod i narzędzi w zależności od badanego problemu;

PEU_U03 – ma umiejętność wykonania prostych manipulacji na informacjach z baz genomowych w tym ich porównywania oraz umie przeprowadzić podstawową analizę;

PEU_U04 – posiada podstawowe umiejętności w zakresie prowadzenia kontroli jakości dla informacji z sekwencjonowania oraz potrafi przeprowadzić składanie genomu z wykorzystaniem tych danych;

PEU_U05 – potrafi przeprowadzić prostą analizę danych transkryptomicznych oraz wizualizację wyników;

PEU_U04 – posiada umiejętność analizy otrzymanych wyników

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – Osoba, która zaliczyła przedmiot jest świadoma etycznych aspektów związanych z badaniami z zakresu genomiki i wyzwaniem jakie niesie ochrona danych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		L
Wy1	Wykład wprowadzający: Zaznajomienie studenta z planem i zawartością kursu oraz zasadami oceny. Zapoznanie studenta z podstawowymi pojęciami z zakresu genomiki. Rys historyczny badań genomicznych, zastosowania oraz perspektywy.	2h
Wy2	Organizacja informacji genomowej: omówienie źródeł oraz zasad gromadzenia i udostępnienia informacji genomowej. Zapoznanie studenta z genomowymi bazami danych i strukturą danych.	2h
Wy3	Składanie sekwencji genomu: omówienie procesu składania genów w oparciu o homologię oraz <i>de novo</i> . Zapoznanie studenta z procedurami i metodami wykorzystywanymi przy kontroli jakości danych z sekwencjonowania oraz w procesie składania genomów.	2h
Wy4	Genomika strukturalna i opis genomów: Omówienie zasad i metod mapowania genomu. Zaznajomienie studenta z rodzajami map genomowych. Prezentacja zasad przewidywania genów i opisu genomów.	2h
Wy5	Genomika funkcjonalna i porównawcza: Zaznajomienie studenta z rodzajami informacji gromadzonej w ramach genomiki funkcjonalnej, możliwościami i metodami jej analizy i wizualizacji oraz wykorzystaniem. Omówienie metod stosowanych w genomice porównawczej oraz przykłady ich zastosowania	2h
Wy6	Techniki eksperymentalne: Omówienie podstawowych technik eksperymentalnych stosowanych przy poznawaniu genomów łącznie z technikami nowej generacji. Zaznajomienie studenta z możliwościami zastosowania tych metod.	2h
Wy7	Etyczne aspekty badań genomicznych. Zaznajomienie studenta z etycznymi aspektami związanymi z poznawaniem genomów, wykorzystaniem informacji genomowej w badaniach naukowych i innych dziedzinach oraz zagadnieniami związanymi z bezpieczeństwem danych. Regulacje prawne odnoszące się do informacji genetycznej.	2h
Wy8	Pisemny egzamin końcowy.	1h
	Suma godzin	15h

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia wprowadzające. Zaznajomienie studenta z tematyką zajęć i organizacją pracy w pracowni komputerowej. Omówienie podstawowych narzędzi i oprogramowania wykorzystywanego podczas realizacji kursu. Wprowadzenie do bazy Ensembl	2h
La2	Genomowe bazy danych. Zaznajomienie studenta z najważniejszymi, genomowymi bazami danych i organizacją informacji w tych bazach. Przegląd baz danych z dziedzin pokrewnych.	2h
La3	Genomowe bazy danych; opis genomu. Praktyczne zaznajomienie studenta z procesem annotowania genomów, analiza znanych transkryptów i wariantów. Wykorzystanie genomowych baz danych jako źródła informacji ze szczególnym uwzględnieniem analizy porównawczej.	2h
La4	Projekt I: Indywidualne zadania z części I kursu.	2h
La5	Analiza informacji genomowej: Praktyczne przykłady dotyczące wyszukiwania, sortowania, porównywania itd. informacji genomowej w dużej skali z wykorzystaniem genomowych baz danych i narzędzi internetowych.	2h
La6	Składanie genomu: Wprowadzenie do kontroli jakości danych z sekwencjonowania genomu (reads), i składanie genomu. Praktyczne przykłady.	2h
La7	Transkryptomika: Praktyczne przykłady analizy danych transkryptomicznych i metody wizualizacji wyników.	2h
La8	Projekt II: Indywidualne zadania z części II kursu.	1h
	Suma godzin	15h

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład informacyjny N2. Prezentacja multimedialna N3. Wykorzystanie baz danych N4. Wykorzystanie oprogramowania N5. Instrukcje z przykładami postępowania dla analizowanych zadań N6. Rozwiązywanie zadań N7. 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

P (wykład)	PEU_W01- PEU_W06, PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Pisemny egzamin końcowy
F2 (laboratorium)	PEU_W01- PEU_W02, PEU_U01- PEU_U03	Sprawozdanie z Indywidualnego zadania z części I kursu
F3 (laboratorium)	PEU_W01- PEU_W05, PEU_U01- PEU_U06	Sprawozdanie z Indywidualnego zadania z części II kursu
P (laboratorium) = F1 + F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *Fundamentals of Bioinformatics and Computational Biology*, G.B. Singh, Springer-Verlag London, 2015.
 [3] *Introduction to Genomics*, Lesk A. Oxford University Press, Oxford, 2017.
 [2] *Big Data Analytics in Genomics*, Wong, Ka-Chun, Springer-Verlag London, 2016.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] *Comparative Gene Finding, Models, Algorithms and Implementation*, M. Axelson-Fisk, Springer-Verlag London, 2015.
 [2] *Genomes*, T. A. Brown, 4th Edition, Garland Science: New York, 2017.

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

Renata Grzywa, renata.grzywa@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim	Krystalografia i struktura ciał stałych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Crystallography and structure of solids
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od:	2024/2025
Kod przedmiotu	W03BSS-SM2018W, W03BSS-SM2018C
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	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	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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ogólna wiedza z matematyki, fizyki i chemii.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Wiedza o strukturze, symetrii i dyfrakcji makro-, mikro- i nanokrystalłów.
 C2 Wiedza o kierunkach rozwoju krystalografii.
 C3 Rozumienie danych w artykułach krystalograficznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 posiada wiedzę o strukturze i symetrii kryształów.

PEU_W02 rozumie symbole międzynarodowe i reprezentację graficzną grup przestrzennych oraz symbole międzynarodowe klas krystalograficznych.

PEU_W03 zna zależności pomiędzy obrazem dyfrakcyjnym i strukturą krystaliczną.

PEU_W04 posiada wiedzę o kierunkach rozwoju krystalografii.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 potrafi studiować literaturę naukową na temat struktur krystalicznych i ocenić dane krystalograficzne.

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 potrafi brać udział w dyskusji na temat krystalograficznych badań strukturalnych.

PEU_K02 rozumie wagę krystalografii w nauce i przemyśle.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Historyczna i aktualna definicja kryształu i krystalografii. Budowa wewnętrzna kryształów. Sieć kryształu, proste sieciowe, płaszczyzny sieciowe, symbole Millera, komórka elementarna, rodzaje komórek. Budowa mozaikowa kryształów rzeczywistych, dyslokacje.	2
Wy2, Wy3	Symetria wewnętrzna kryształów. Elementy i operacje symetrii. Zależności pomiędzy symetrią wewnętrzną i zewnętrzną kryształów. Układy krystalograficzne a symetria.	4
Wy4	Układy krystalograficzne a parametry komórki. Konwencjonalny wybór komórki elementarnej. Komórki Bravais.	2
Wy5	Grupy przestrzenne: symbole międzynarodowe i reprezentacja graficzna. Niezależna część komórki elementarnej.	2
Wy6	Zależności pomiędzy symbolem grupy przestrzennej i symbolem grupy punktowej (klasy krystalograficznej). Typy grup punktowych.	2
Wy7	Przykłady struktur krystalicznych. Krystalograficzne bazy danych.	2
Wy8	Promienie rentgenowskie: właściwości, źródła. Promieniowanie synchrotronowe: źródła pierwszej, drugiej, trzeciej i czwartej generacji oraz właściwości. Synchrotronowe badania krystalograficzne.	2
Wy9, Wy10	Kierunki oraz natężenia wiązek ugiętych. Czynniki wpływające na kierunki i natężenia. Problem fazowy. Obraz dyfrakcyjny a budowa i symetria wewnętrzna kryształów.	4
Wy11	Neutronografia i elektronografia a rentgenografia. Pliki informacji krystalograficznych (cif).	2
Wy12, Wy13	Nanokryształy. Definicja ilościowa i jakościowa. Struktura wewnętrzna nanokryształów w odniesieniu do makrokryształów. Defekty. Budowa zewnętrzna. Dyfrakcja w nanokryształach a dyfrakcja w materiałach mikrokrystalicznych. Poszerzenie i przesunięcie pików na dyfraktogramach proszkowych. Pozorne parametry sieci: wyznaczenie, wpływające czynniki. Właściwości.	4

	Synchrotronowe badania krystalograficzne nanokryształów.	
Wy14	Kwazikryształy: jedno- dwu- i trójwymiarowe. Budowa wewnętrzna i zewnętrzna. Dyfrakcja. Właściwości.	2
Wy15	Dane krystalograficzne w artykułach naukowych.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zajęcia wstępne.	1
Ćw2	Węzły, proste sieciowe, płaszczyzny sieciowe.	1
Ćw3, Ćw4, Ćw5	Elementy symetrii: środek symetrii, płaszczyzna symetrii, osie właściwe, osie inwersyjne.	3
Ćw6, Ćw7	Osie śrubowe, płaszczyzny poślizgu.	2
Ćw8	Sieci Bravais.	1
Ćw9	Kolokwium cząstkowe I.	1
Ćw10, Ćw11	Wygaszenia systematyczne.	2
Ćw12, Ćw13	Klasy krystalograficzne: symbole i reprezentacja graficzna.	2
Ćw14	Właściwości fizyczne kryształów.	1
Ćw15	Kolokwium cząstkowe II.	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja multimedialna N2. Modele krystalograficzne N3. Tablica

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01-K02	kolokwium cząstkowe I
F2 (wykład)	PEU_W03, PEU_W04, PEU_K01-K02	kolokwium cząstkowe II
F3 (ćwiczenia)	PEU_W01 PEU_W02	kolokwium cząstkowe I
F4 (ćwiczenia)	PEU_W03, PEU_U01	kolokwium cząstkowe II
P1=(F1+F2)/2 P2=(F3+F4)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] P. Luger, Modern X-Ray Analysis on Single Crystals, de Gruyter, Berlin, 2014. [2] R. J. D. Tilley, Crystals and Crystal Structures, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2006.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, Fundamentals of crystallography, C. Giacovazzo Ed., Oxford, 2011. [2] International Tables for Crystallography, Volume A, Springer, 2005; Willey 2016.
NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)
zespół

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Eksploracja Danych Nazwa przedmiotu w języku angielskim Data Mining Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences Specjalność (jeśli dotyczy): Bioinformatics Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03BSS-SM2009L Grupa kursów NIE</p>

	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

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Umiejętność obsługi komputera 2. Znajomość podstaw programowania</p>

<p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>C1 Zrozumieć zastosowania metod eksploracji danych w danych biologicznych. C2 Nauczyć się jak opracować wyniki eksperymentu metodami statystycznymi.</p>
--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Biegłość w podstawowych pojęciach eksploracji danych, wizualizacji danych, różnych technik eksploracji danych oraz zastosowania wyników w kontekstach rzeczywistych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Efektywna komunikacja i integracja wniosków opartych na danych w procesach podejmowania decyzji.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do eksploracji danych	1
La2	Przygotowanie i czyszczenie danych	2
La3	Wstępna eksploracja i wizualizacja danych	2
La4	Podziały technik eksploracji danych	2
La5	Algorytmy klasyfikacji w eksploracji danych	2
La6	Algorytmy grupowania w eksploracji danych	2
La7	Metryki oceny i metody walidacji	2
La8	Ocena wiedzy – Projekt na koniec semestru	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Laboratorium komputerowe
- N2. Prezentacje z elementami „*live coding*”
- N3. Konsultacje
- N4. Samodzielna praca dodatkowa

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	PEU_W01 PEU_W02 PEU_U01 PEU_K01	Zaliczenie w formie oceny projektu końcowego wykonanego na zajęciach
P = F		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Python for data analysis (1st. ed.), McKinney Wes. 2012., O'Reilly Media, Inc.
- [2] Introduction to Data Mining, Pang-Ning Tan, Michael Steinbach, Anuj Karpatne, Vipin Kumar, 2019, Pearson.
- [3] The StatQuest Illustrated Guide To Machine, Josh Starmer, 2022, StatQuest Publications

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Źródła internetowe

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

**Dr inż. Wojciech Wojtowicz
wojciech.wojtowicz@pwr.edu.pl**

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim**Leki nieorganiczne.....**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** ...Inorganic drugs.....**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** ...Biosciences.....**Specjalność (jeśli dotyczy):**Medicinal Chemistry.....**Poziom studiów:** II stopień**Forma studiów:** stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Język wykładowy:** angielski**Cykl kształcenia od:** 2024/2025**Kod przedmiotu** W03BSS-SM2025W**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)					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,65				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii nieorganicznej, organicznej, biologicznej
- 2.
- 2.
- 3.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studenta z wiedzą na temat nieorganicznych związków biologicznie aktywnych oraz ich wpływu na metabolizm człowieka.
- C2 Zapoznanie studenta z zagadnieniami dotyczącymi zastosowania związków nieorganicznych w obszarze medycyny i farmacji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – student posiada ogólną wiedzę na temat nieorganicznych leków i środków diagnostycznych oraz zna podstawowe pojęcia z zakresu nieorganicznej chemii medycznej.

PEU_W02 – student zna budowę powszechnie stosowanych leków nieorganicznych oraz ich właściwości fizykochemiczne, reaktywność, stabilność chemiczną i kinetyczną oraz mechanizm działania.

PEU_W03 – student ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie zastosowania związków nieorganicznych w terapii i diagnostyce

PEU_W04 – student potrafi wyróżnić poszczególne grupy leków nieorganicznych, przypisać im zastosowanie oraz efekt terapeutyczny

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Medyczna chemia nieorganiczna: aktualny stan wiedzy. Klasyfikacja leków nieorganicznych ze względu na ich mechanizmy działania (mikroelementy, środki lecznicze, radiofarmaceutyki, metalomika, terapia chelatująca, mimetyki enzymów, środki kontrastowe, regulatory aktywności białek/enzymów). Projektowanie środków leczniczych i diagnostycznych. Związki kompleksowe metali w wybranych cząsteczkach biologicznych.	2
Wy2	Teoria wiązań i oddziaływań niekowalencyjnych w medycznej chemii nieorganicznej, nomenklatura, geometria koordynacyjna, ligandy chelatujące i makrocycliczne, izomeria, stabilność kinetyczna i termodynamiczna.	2
Wy3	Nieorganiczne leki (leki przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe, leki przeciw pasożytnicze, leki przeciwwartretyczne, leki przeciwmalaryczne, leczenie cukrzycy i otyłości, mediatory i biosensory na bazie związków metali).	3
Wy4	Zaburzenia metaboliczne wywoływane przez nadmiar/niedobór lub szkodliwy wpływ związków metali (kontrowersyjne leki, zatrucia metalami ciężkimi, terapia chelatująca).	1
Wy5	Diagnostyka medyczna z wykorzystaniem nieorganicznych związków kompleksowych i radioizotopów (MRI, MRA, PET, SPECT).	2
Wy6	Odkrycie cisplatyny, otrzymanie, jej mechanizm działania oraz	2

	droga do otrzymania kolejnych generacji leków na bazie platyny.	
Wy7	Poszukiwania i charakterystyka nieplatynowych leków o ciekawych właściwościach biologicznych (leki na bazie: Pd, Ti, Ga, As, Ru, Bi, V, Au)	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.
 N2.
 N3.

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_W04	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] E. Alessio (Ed.) Bioinorganic Medicinal Chemistry, Wiley-VCH, 2011
- [2] K. A. Strohfeldt, Essentials of Inorganic Chemistry for Students of Pharmacy, Pharmaceutical Sciences and Medicinal Chemistry, Wiley, 2015,
- [3] J.C. Dabrowiak Metals in Medicine. Wiley, 2009.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] Nicholas P. Farrell, Uses of inorganic chemistry in medicine, RSC, 1999.
- [5] EudraLex, The Rules Governing Medicinal Products in the European Union, Volume 4, EU Guidelines for Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use, European Commission, health and consumers directorate-general, Ref. Ares(2012)778531 - 28/06/2012.
- [6] J.L.Sessler, S.R.Doctrow, T.J.McMurry, S.J.Lippard, Medicinal Inorganic Chemistry 2005
- [7] Metallopharmaceuticals I, DNA Interactions Eds. M.J. Clarke, P.J. Sadler (1999).
- [8] Metallopharmaceuticals II, Diagnosis and Therapy. Eds. M.J. Clarke, P.J. Sadler (1999).

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

dr hab. Rafał Petrus, rafal.petrus@pwr.edu.pl
dr inż. Magdalena Malik, magdalena.malik@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wprowadzenie do Statystyki
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introductory Statistics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry
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	W03BSS-SM2017C
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. Podstawowa wiedza z zakresu matematyki, algebry liniowej.
2. Podstawowa umiejętność obsługi arkusza kalkulacyjnego.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zapoznanie studenta z podstawami statystyki opisowej i możliwościami jej zastosowania

w praktyce.
C2. Zapoznanie studenta z możliwościami wykorzystania modeli matematycznych w analizie i interpretacji danych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student posiada podstawową wiedzę z zakresu statystyki opisowej.

PEU_W02 Student posiada informacje o metodach analizy danych z wykorzystaniem statystyki.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi rozwiązać podstawowe problemy z zakresu statystyki opisowej oraz prezentować we właściwy sposób zbiory danych eksperymentalnych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi zaprezentować i wyjaśnić efekty zrealizowanego projektu.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie do podstawowych zagadnień statystyki opisowej. Rodzaje danych.	2
Ćw2	Sposoby przetwarzania danych eksperymentalnych i ich analizy.	2
Ćw3	Liczbowa oraz graficzna reprezentacja danych statystycznych.	2
Ćw4	Przedziały ufności oraz testowanie hipotez statystycznych. Test studenta.	2
Ćw5	Funkcje rozkładu danych i ich zastosowanie.	2
Ćw6	Analiza spójności danych eksperymentalnych.	2
Ćw7	Wykorzystanie testów ANOVA w analizie danych.	2
Ćw8	Analiza typowych błędów i ich korekta. Sformułowanie wniosków końcowych.	1
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna.

N2. Rozwiązywanie zagadnień projektowych przy zastosowaniu oprogramowania do obliczeń matematycznych, w tym statystycznych.

N3. Projekt z wykorzystaniem metodyki *Design thinking*.

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_U01	Sprawozdanie 1

F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01	Sprawozdanie 2
F3	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_K01	Sprawozdanie 3
$P = (F1 + F2 + F3) / 3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Agresti, C. A. Franklin, Statistics: the art and science of learning from data, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, 2007,
- [2] T. Hill. P. Lewicki, Statistic: methods and applications: a comprehensive reference for science, industry and data mining, StatSoft, Tulsa, 2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] L. Rogers, D. Willoughby, Numbers: data and statistics for the non-specialist, HarperCollins Publishers, London, 2013.

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

dr hab. inż. Izabela Pawlaczyk-Graja, prof. uczelni izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU**Name of subject in Polish** Izolacja i identyfikacja bioproduktów**Name of subject in English** Isolation and identification of bioproducts**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Biosciences**Specjalność (jeśli dotyczy):** Medicinal Chemistry**Poziom studiów:** II stopień**Forma studiów:** stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Język wykładowy:** angielski**Cykl kształcenia od:** 2024/2025**Kod przedmiotu** W03BSS-SM2016L**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)			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

1. Znajomość chemii organicznej na poziomie uniwersyteckim.
2. Znajomość chemii analitycznej na poziomie uniwersyteckim.
3. Umiejętność praktycznej pracy w laboratorium chemii organicznej.
4. Znajomość podstawowych technik oznaczania związków chemicznych w mieszaninach.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z podziałem metod chromatograficznych
- C2 Zapoznanie z obsługą i oprogramowaniem chromatografu gazowego.
- C3 Zrozumienie wpływu parametrów eksperymentu chromatograficznego na rozdział związków organicznych.
- C4 Zapoznanie z zagadnieniami związanymi z analizą jakościową i ilościową.
- C5 Poznanie sposobów identyfikacji związków uwalnianych do środowiska.
- C6 Poznanie podstaw techniki chromatografii cienkowarstwowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna podział metod chromatograficznych i zasady podziału chromatograficznego.

PEU_W02 – zna rodzaje zastosowań technik chromatograficznych w różnych dziedzinach nauki.

PEU_W03 – rozumie zasadę działania sprzętu analitycznego.

PEU_W04 – potrafi zaplanować eksperyment naukowy.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – umie wykonać analizy z wykorzystaniem sprzętu analitycznego.

PEU_U02 – potrafi wykonać eksperyment naukowy

PEU_U03 – umie wyznaczyć stężenie związków organicznych w nieznannej próbce z wykorzystaniem sprzętu analitycznego.

PEU_U04 – umie wykonać raport z eksperymentu w postaci artykułu naukowego.

Z zakresu kompetencji:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązaniu problemów w zakresie identyfikacji bioproduktów

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Omówienie programu i formy zaliczenia zajęć. Warunki bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym. Opis podstawowych narzędzi pracy. Propozycja projektu naukowego	4
La2	Chromatografia gazowa. Przygotowanie metody do pierwszej analizy jakościowej. Wpływ temperatury i przepływu na rozdział lotnych związków organicznych. Analizy jakościowe roztworu związku naturalnego. Analiza ilościowa. Sporządzenie krzywej kalibracji dla związku naturalnego. Wyznaczenie stężenia w nieznannej próbce.	4
La3	Realizacja projektu naukowego zaplanowanego na projekcie. Praca własna.	4
La4	Realizacja projektu naukowego zaplanowanego na projekcie. Praca własna.	4

La5	Realizacja projektu naukowego zaplanowanego na projekcie. Praca własna.	4
La6	Realizacja projektu naukowego zaplanowanego na projekcie. Praca własna.	4
La7	Realizacja projektu naukowego zaplanowanego na projekcie. Praca własna.	4
La8	Zajęcia zaliczeniowe. Przedstawienie wyników projektu w postaci artykułu w formacie międzynarodowego czasopisma naukowego.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Praca przy komputerze z wykorzystaniem baz naukowych i patentowych.
N2	Samodzielna praca eksperymentalna z zakresu technik chromatograficznych.

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 (laboratorium)	PEU_W01- PEU_W04 PEU_U01- PEU_U04, PEU_K01	Pisemna praca zaliczeniowa

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

1. J.L. Anderson *et al.* *Analytical Separation Science*, vol. 3 Wiley-VCH Verlag, Weinheim, **2015**;
2. Anonymous (University of California Davis) *Thin Layer Chromatography*, LibreTexts: https://chem.libretexts.org/Core/Analytical_Chemistry/Lab_Techniques/Thin_Layer_Chromatography; ostatnia modyfikacja: **16.02.2017**
3. Wykład 3 – Chromatografia cienkowarstwowa | MIT 5.301 Chemistry Laboratory Techniques, IAP **2004**; Dostęp: Massachusetts Institute of Technology OpenCourseWare - <https://www.youtube.com/watch?v=EUn2skAAjHk>
4. K. Thet, N. Woo, *Gas Chromatography*. LibreTexts; https://chem.libretexts.org/Core/Analytical_Chemistry/Instrumental_Analysis/Chromatography/Gas_Chromatography ostatnia modyfikacja **13.03.2015**
5. A. Wesółowska *et al.* Comparison of chemical compositions of essential oils isolated by hydrodistillation from wild thyme (*Thymus serpyllum* L.) with use of Deryng and Clevenger apparatus. *herba polonica*, **2014**, 60(2), DOI: 10.2478/hepo-2014-0006

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

Dr inż. Daniel Strub, daniel.strub@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p>a. KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>b. Nazwa przedmiotu w języku polskim Uczenie maszynowe w chemii i biologii</p> <p>c. Nazwa przedmiotu w języku angielskim Machine Learning for Chemistry and Biology</p> <p>d. Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences</p> <p>e. 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 W03BSS-SM2013W, W03BSS-SM2013L</p> <p>Grupa kursów NIE</p>

	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 lub zaliczenie na ocenę)	Egzamin		zaliczenie		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		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		1,4		

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy chemii fizycznej. 2. Wiedza z zakresu budowy i struktury cząsteczek bioorganicznych. 3. Podstawy analizy matematycznej i algebry liniowej. 4. Podstawy programowania w języku python.
--

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z podstawami metod oraz metod uczenia maszynowego i głębokiego uczenia.
- C2 Zapoznanie studentów z możliwymi zastosowaniami modeli uczenia maszynowego w chemii i biologii.
- C3 Nabycie umiejętności identyfikacji i aplikacji najwłaściwszej metody uczenia maszynowego do rozwiązywania danego problemu badawczego oraz analizy danych.
- C4 Nabycie umiejętności oceny wytrenowanych modeli oraz interpretacji wyników

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 zna podstawowe strategie oraz algorytmy uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego.
- PEU_W02 ma wiedzę dotyczącą powszechnych zastosowań metod uczenia maszynowego w chemii i biologii.
- PEU_W03 potrafi ocenić mocne i słabe strony oraz ograniczenia poszczególnych metod uczenia maszynowego w zastosowaniach do różnych problemów w dziedzinie biologii obliczeniowej.
- PEU_W04 ma wiedzę z zakresu dobrych praktyk w trenowaniu modeli uczenia maszynowego pozwalającą na uniknięcie ich przetrenowania oraz identyfikację potencjalnych niedostatków w zestawie danych do trenowania.
- PEU_W05 zna różne formy reprezentacji struktury cząsteczek bioorganicznych, w tym powszechnie stosowane formaty geometrii (xyz, pdb, zmat, smiles, smarts, sdf) a także reprezentacje dedykowane dla uczenia maszynowego.
- PEU_W06 zna formaty oraz reprezentacje danych, które można wykorzystać do trenowania modeli uczenia maszynowego.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 potrafi skutecznie dobrać oraz przygotować reprezentatywny zestaw danych w odpowiednim formacie dla wybranej metody uczenia maszynowego.
- PEU_U02 potrafi zastosować modele uczenia nadzorowanego do klasyfikacji danych.
- PEU_U03 potrafi zastosować modele uczenia nienadzorowanego do grupowania danych (clustering).
- PEU_U04 potrafi w sposób koncepcyjny/schematyczny opisać algorytm do rozwiązania danego problemu badawczego lub analizy danych.
- PEU_U05 potrafi zaimplementować algorytm uczenia maszynowego w języku Python do rozwiązania danego problemu badawczego lub analizy danych.
- PEU_U06 potrafi dokonać oceny modeli uczenia maszynowego oraz interpretować wyniki jakie oferują.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 student potrafi pracować w grupie, pełniąc różne role, w tym lidera grupy
- PEU_K02 student ma świadomość społecznej roli magistra bioinformatyki
- PEU_K03 student jest gotowy krytycznie ocenić swoją wiedzę i otrzymane treści

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do uczenia maszynowego. Wyjaśnienie terminu uczenie maszynowe i jego relacji do tzw. sztucznej inteligencji. Zaznajomienie studentów z ogólną klasyfikacją metod uczenia nadzorowanego i nienadzorowanego. Przybliżenie najbardziej popularnych zastosowań uczenia maszynowego w naukach ścisłych, inżynierii oraz naukach i życiu.	2
Wy2	Zestawy danych do uczenia maszynowego. Źródła danych oraz reprezentatywne formaty, które mogą być wykorzystane do uczenia maszynowego. Źródła błędów w danych. Dobre praktyki w doborze danych.	2
Wy3	Uczenie nadzorowane - sztuczne sieci neuronowe I. Krótka historia sztucznych sieci neuronowych oraz podobieństwa do sieci biologicznych. Kierunki badań i zastosowania sieci neuronowych. Sieci liniowe.	2
Wy4	Uczenie nadzorowane - sztuczne sieci neuronowe II. Uczenie sieci neuronowej metodą spadku gradientowego oraz propagacji wstecznej. Perceptron Rosenblatta. Sieci wielowarstwowe i głębokie. Szczegółowe przykłady zastosowań.	2
Wy5	Uczenie nadzorowane - pozostałe metody. Maszyny wektorów wspierających, regresja grzbietowa jądra, drzewa decyzyjne, losowy las.	2
Wy6	Uczenie nienadzorowane. Opis podstawowych metod uczenia nienadzorowanego. Klasyfikacja i grupowanie. Trenowanie modelu w celu rozpoznawania cech charakteryzujących zestaw danych.	2
Wy7	Biologia strukturalna I. Wprowadzenie/przypomnienie wybranych zagadnień w biologii strukturalnej dotyczących budowy i dynamiki białek oraz kwasów nukleinowych. Przewidywanie struktury struktury drugorzędowej peptydów z sekwencji.	2
Wy8	Biologia strukturalna II. Przewidywanie struktury białek - AlphaFold i kwasy nukleinowe.	2
Wy9	Modele uczenia maszynowego w symulacjach molekularnych I. Wprowadzenie/przypomnienie elementów chemii obliczeniowej. Powierzchnie energii potencjalnej i energii swobodnej. Klasyfikacja różnych metod w chemii obliczeniowej wliczając potencjały uczenia maszynowego.	2
Wy10	Modele uczenia maszynowego w symulacjach molekularnych II. Reprezentacja geometrii/struktury cząsteczek w uczeniu maszynowym. Trenowanie modeli do odtwarzania kształtu powierzchni energii potencjalnej i dobór zestawu danych. Zalety i wady sieci neuronowych oraz regresji grzbietowej jądra.	2
Wy11	Modele uczenia maszynowego w symulacjach molekularnych III. Uczenie własności molekularnych. Oddziaływania niewiążące, stopnie utlenienia i konfiguracje elektronowe.	2
Wy12	Projektowanie leków. Oddziaływanie leku z centrum aktywnym. Metody szacowania energii swobodnej wiązania substancji aktywnej w centrum aktywnym.	2

Wy13	Przewidywanie szlaków syntezy cząsteczek organicznych. Baza reaxys. Formaty zapisu struktury SMARTS i SMILES. Podejścia do przewidywania szlaków syntezy organicznej z wykorzystaniem retrosyntezy.	2
Wy14	Analiza obrazów i zastosowania medyczne. Przykłady oraz metody analizy obrazów diagnostycznych z wykorzystaniem uczenia maszynowego	2
Wy15	Powtórzenie najważniejszych zagadnień poruszonych w trakcie wykładów. Przygotowanie do egzaminu, dyskusja oraz pytania.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym. Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych. Przypomnienie elementów oraz wybranych poleceń systemu operacyjnego LINUX. Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Korzystanie z Anaconda oraz Jupyter Notebooks.	2
La2	Wprowadzenie do podstaw statystyki z wykorzystaniem modułu Pandalas. Zadania: histogramy, wykresy blokowe, eksploracja generowania liczb pseudolosowych, tworzenie siatki histogramów za pomocą Pandalas; rozkłady dwumianowe, poissona i normalne. Wprowadzenie do biblioteki SciKit-learn w języku python.	4
La3	Wizualizacja danych i redukcja wymiarowości - wprowadzenie i ćwiczenia. Zadania: wykorzystanie wykresów blokowych do wizualizacji wielu zmiennych jednocześnie. Analiza korelacji pomiędzy danymi na podstawie map termicznych.	4
La4	Klasyfikacja danych - wprowadzenie i ćwiczenia. Zadania: klasyfikacja win na białe i czerwone na podstawie własności fizykochemicznych. Ocena dokładności wytrenowanego modelu.	4
La5	Metody regresji - wprowadzenie i ćwiczenia. Zadania: regularyzacja.	4
La6	Biologia strukturalna: Grupowanie struktur białek z wykorzystaniem algorytmu DBSCAN. Przewidywanie struktury drugorzędowej peptydów na podstawie sekwencji.	4
La7	Trenowanie modeli do symulacji molekularnych na podstawie obliczeń DFT - modele oparte na regresji grzbietowej jądra (AQML) oraz sieciach neuronowych (ANI).	4
La8	Praca nad indywidualnymi projektami. Prezentacja raportów z realizacji projektów indywidualnych.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja multimedialna. N2. Rozwiązywanie zadań w grupie. N3. Realizacja zadań projektowych na pracowni komputerowej.

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_U06, PEU_K01-03	Ocena raportów cząstkowych (max 50 pkt)
P1	PEU_U01-PEU_U06	Zaliczenie końcowe (max 50 pkt)
P2	PEU_W01-PEU_W06	Zaliczenie końcowe (max 100 pkt)
<p>P (lab classes)</p> <p>2.0 jeśli (F1+P1) < 50 pkt 3.0 jeśli (F1+P1) = 50 - 59 pkt 3.5 jeśli (F1+P1) = 60 - 69 pkt 4.0 jeśli (F1+P1) = 70 - 79 pkt 4.5 jeśli (F1+P1) = 80 - 89 pkt 5.0 jeśli (F1+P1) = 90 - 97 pkt 5.5 jeśli (F1+P1) = 98 - 100 pkt</p> <p>P (lecture)</p> <p>2.0 jeśli (P2) < 50 pkt 3.0 jeśli (P2) = 50 - 59 pkt 3.5 jeśli (P2) = 60 - 69 pkt 4.0 jeśli (P2) = 70 - 79 pkt 4.5 jeśli (P2) = 80 - 89 pkt 5.0 jeśli (P2) = 90 - 97 pkt 5.5 jeśli (P2) = 98 - 100 pkt</p>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2020.
- [2] B. Ramsunda, P. Eastman, P. Walters, V. Pande, Deep Learning for the Life Sciences, O'Reilly Media, Sebastopol, CA, 2019.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [2] Lafuente D. et al., A Gentle Introduction to Machine Learning for Chemists: An Undergraduate Workshop Using Python Notebooks for Visualization, Data Processing, Analysis, and Modeling, J. Chem. Educ. 2021, 98, 2892–2898
- [3] Keith J.A. et al., Combining Machine Learning and Computational Chemistry for Predictive Insights Into Chemical Systems, Chem. Rev. 2021, 121, 9816–9872.
- [4] Artrith N. et al., Best practices in machine learning for chemistry, Nat. Chem. 2021, 13, 505-508.

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

dr inż. Rafał Szabla, rafal.szabla@pwr.edu.pl

i.

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** Naturalne produkty medyczne**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** Medicinal natural products**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** Biosciences**Specjalność (jeśli dotyczy):** Medicinal chemistry**Poziom studiów:** II stopień**Forma studiów:** stacjonarna**Rodzaj przedmiotu:** obowiązkowy**Język wykładowy:** angielski**Cykl kształcenia od:** 2024/2025**Kod przedmiotu** W03BSS-SM2022W, W03BSS-SM2022L**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	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)	0		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

1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej i organicznej
2. Umiejętności w zakresie podstawowych technik laboratoryjnych stosowanych w chemii organicznej i analitycznej

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zdobyć wiedzę na temat ważnych grup związków aktywnych występujących w materiale roślinnym – ich budowy, właściwości, metod izolacji i identyfikacji, mechanizmu działania,

aktywności, źródła występowania

C2 Zapoznanie studentów z metodami izolacji oraz identyfikacji produktów związków biologicznie czynnych

C3 Zdobyć umiejętności doboru metod izolacji do określonego surowca roślinnego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 zna podstawowe pojęcia z obszaru fitochemii i farmakognozji

PEU_W02 zna grupy związków chemicznych decydujących o właściwościach leczniczych substancji i przetworów roślinnych

PEU_W03 zna bazowe struktury chemiczne kumaryn, flawonoidów, terpenoidów oraz alkaloidów ich działanie i zastosowanie

PEU_W04 zna główne szlaki biogenetyczne oraz bloki budulcowe roślinnych metabolitów wtórnych

PEU_W05 zna metody izolacji związków biologicznie aktywnych z materiału roślinnego

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi bezpiecznie zachowywać się podczas pracy w laboratorium chemii organicznej

PEU_U02 potrafi poprawnie przeprowadzić zaplanowany eksperyment chemiczny

PEU_U03 potrafi wyizolować związek biologicznie czynny z materiału naturalnego (np. roślinnego)

PEU_U04 potrafi zastosować techniki destylacyjne oraz ekstrakcyjne w procesach izolacji produktu naturalnego

PEU_U05 potrafi wykorzystać metody chromatograficzne w celu oczyszczenia oraz identyfikacji wyizolowanego związku

PEU_U06 potrafi przygotować pisemny raport z przeprowadzonego eksperymentu, przeanalizować otrzymane wyniki i wyciągnąć prawidłowe wnioski

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 potrafi współpracować w grupie podczas zajęć laboratoryjnych

PEU_K02 jest gotów do efektywnego organizowania własnej pracy, krytycznej oceny posiadanej wiedzy i stanu zaawansowania realizowanych zadań

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rozwój fitochemii i chemii produktów naturalnych. Podstawowe pojęcia, rola związków pochodzenia naturalnego we współczesnym leczeniu i w farmacji. Metabolity wtórne. Współczesne zasady klasyfikacji związków roślinnych. Informacje wstępne, zasady zaliczenia.	1
Wy2	Biogeneza i bloki budulcowe. Główne szlaki biogenetyczne oraz bloki budulcowe roślinnych metabolitów wtórnych. Informacje obejmować będą elementy ich biogenezy.	2
Wy3	Kumaryny. Charakterystyka kumaryn jako grupy związków o dużej różnorodności działań farmakologicznych (np. działanie przeciwzakrzepowe, fotouczulające). Właściwości, budowa i mechanizmy działania. Surowce roślinne. Preparaty kumarynowe dostępne na polskim rynku.	3
Wy4	Flawonoidy i stilbeny. Występowanie i charakterystyka związków polifenolowych na przykładzie flawonoidów i stilbenów, naturalnych antyoksydantów, o różnorodnym znaczeniu farmakologicznym (np. przeciwzapalnym, rozkurczającym, przeciwdrobnoustrojowym, uszczelniającym naczynia krwionośne). Budowa, klasyfikacja, właściwości, zastosowanie związków polifenolowych (również w formie glikozydów) w produkcie leczniczym; surowce bogate w związki polifenolowe. Preparaty	4

	polifenolowe dostępne na polskim rynku.	
Wy5	Terpenoidy. Charakterystyka, budowa i właściwości związków terpenowych wchodzących w skład olejków eterycznych, stosowanych jako produkty lecznicze i suplementy diety (np. w zaburzeniach pracy układu pokarmowego), surowce bogate w olejki eteryczne. Preparaty dostępne na polskim rynku.	2
Wy6	Alkaloidy i ich glikozydy. Budowa, definicja, właściwości i klasyfikacja alkaloidów, właściwości farmakologiczne wybranych alkaloidów i protoalkaloidów, surowce roślinne. Wybrane preparaty alkaloidowe dostępne na polskim rynku.	3
	Suma godzin	15

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, omówienie metod izolacji substancji czynnej z materiału roślinnego oraz szkolenie BHP	2
La2	Tłuszcze roślinne – izolacja trimirystyny z gałki muskatołowej. Oznaczanie wartości liczby estrowej. Hydroliza trimirystyny do kwasu mirystynowego. Oznaczanie liczby kwasowej.	4
La3	Terpeny – izolacja eugenolu z olejku z goździków	4
La4 i 5	Rola likopenu i β -karotenu w organizmie – izolacja likopenu i β -karotenu z pomidorów oraz marchwi. Zastosowanie chromatografii kolumnowej do rozdzielania produktów.	8
La6	Steroidy - izolacja cholesterolu z żółtka jaja kurzego.	4
La7 i 8	Alkohole triterpenowe – izolacja betuliny z kory brzoźowej. Ekstrakcja ciągła. Kolokwium zaliczeniowe.	8
	Suma godzin	30

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. Wykład z udziałem środków audiowizualnych
N2. Zajęcia laboratoryjne – wykonanie doświadczeń

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	egzamin
F1 (laboratorium)	PEU_U01 - PEU_U06, PEU_K01-K02	zaliczenie na ocenę
F2 (laboratorium)	PEU_U01 - PEU_U06, PEU_K01-K02	ocena poprawności wykonania doświadczeń oraz przygotowanie raportu po zakończeniu zajęć laboratoryjnych
P (laboratorium) = F1 + F2; F1 – 60%; F2 – 40%		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] J. Sołoducho, J. Cabaj, *Medicinal natural products*, <http://zasobynauki.pl/>

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] P.M. Dewick, *Medicinal natural products*, Wiley 2009

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

Joanna Cabaj, joanna.cabaj@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** METABOLOMIKA**Nazwa przedmiotu w języku angielskim** METABOLOMICS**Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** BIOSCIENCES**Specjalność (jeśli dotyczy):** MEDICINAL CHEMISTRY**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** W03BSS-SM2021W, W03BSS-SM2021L**Grupa kursów** NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
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)	0,65		1,4		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa znajomość biochemii.
2. Posiada umiejętność wyszukiwania informacji naukowych w czasopismach.
3. Posiada umiejętność pracy w grupie.
4. Posiada umiejętność korzystania z narzędzi pracy na odległość.
5. Znajomość języka angielskiego.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z metabolomiką oraz praktycznymi możliwościami jej wykorzystania w medycynie i biotechnologii.
- C2. Zapoznanie studentów z zastosowaniem nowoczesnych metod diagnostyki chemicznej w medycynie oraz metodami analitycznymi spektroskopii NMR i spektrometrii mas.
- C3. Zapoznanie studentów z metodami przygotowania próbek biologicznych do analizy; zasady bezpieczeństwa.
- C4. Zapoznanie studentów z literaturą naukową oraz umiejętnościami interpretowania wyników oraz opracowywania protokołów badawczych.
- C5. Zapoznanie studentów z elementami chemometrii i statystyki.
- C6. Zapoznanie studentów z metabolomicznymi bazami danych.
- C7. Zapoznanie studentów z etycznymi problemami w nauce – metabolomice.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – wie co to jest metabolomika i zna zakres jej stosowalności.
- PEU_W02 – umie interpretować dane o metabolitach na podstawie ścieżek metabolomicznych.
- PEU_W03 – wie co to jest chemometria i zna podstawowe metody analizy danych.
- PEU_W04 – umie posługiwać się bazami danych.
- PEU_W05 – wie co to jest spektroskopia NMR i spektrometria MS i wie jak można je zastosować w badaniach metabolomicznych.
- PEU_W06 – zna procedury przygotowania materiału biologicznego dla określonej metody pomiarowej.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 – potrafi odczytywać dane chemometryczne i statystyczne.
- PEU_U02 – potrafi przyporządkować odpowiednią procedurę przygotowywania próbki do odpowiedniej metody pomiarowej.
- PEU_U03 – potrafi konstruować złożone pytania w faktograficznych bazach danych oraz odszukiwać i analizować literaturę fachową.
- PEU_U04 – potrafi szukać zależności między ścieżkami biochemicznymi na podstawie metabolomicznych danych.
- PEU_U05 – zna narzędzia bioinformatyczne przeznaczone do analizy danych metabolomicznych.
- PEU_U06 – potrafi pracować w laboratorium z materiałem biologicznym.
- PEU_U07 – potrafi wykorzystywać odpowiednie techniki laboratoryjne do zastosowania w metabolomice.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_K01 – jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedstawienie ogólne charakterystyki przedmiotu – założenia, cele, możliwości <i>Ogólne omówienie przedmiotu, definicje założenia i cele metabolomiki</i>	1

Wy2	Metody przygotowania próbek do analizy metabolomicznej. <i>Omówienie przygotowania różnego rodzaju próbek do analizy. Omówienie przygotowania próbek biofluidów, tkanki mięśniowej, kału, grzybów strzępkowych oraz bakterii.</i>	2
Wy3	Zastosowanie spektrometrii mas MS w metabolomice. <i>Omówienie podstaw i zasad działania spektrometru masowego sprzężonego z chromatografią cieczą.</i>	2
Wy4	Zastosowanie spektrometrii jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR) w metabolomice <i>Omówienie podstaw i zasad działania spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego.</i>	2
Wy5	Zastosowanie metod chemometrycznych i statystycznych w metabolomice. <i>Wprowadzenie do metod statystycznych i chemometrycznych stosowanych w metabolomice, zapoznanie z interpretacją wyników.</i>	2
Wy6	Narzędzia bioinformatyczne <i>Zostaną omówione programy do analizy metabolomicznej np. program MetPa wraz z wyznaczaniem zaburzonych szlaków metabolicznych</i>	2
Wy7	Zastosowanie metod metabolomicznych w diagnostyce medycznej <i>Omówienie wykorzystania metod metabolomicznych w dyskryminacji metabolomicznej, medycznej i biotechnologicznej.</i>	4
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Przedstawienie ogólnej charakterystyki przedmiotu – przegląd literaturowy <i>Omówienie podstawowych pojęć i definicji. Zakres stosowalność badań metabolomicznych. Wykorzystywane metody</i>	1
La2	Zastosowanie spektroskopii NMR w metabolomice– przegląd literaturowy <i>Omówienie zasad działania spektroskopii NMR, obróbka i interpretacja widm, poszukiwania biomarkerów</i>	5
La3	Zastosowanie spektrometrii mas MS w metabolomice – przegląd literaturowy <i>Omówienie zasad działania spektrometrii mas MS, obróbka i interpretacja widm, poszukiwanie biomarkerów</i>	5
La4	Zastosowanie metod statystycznych i chemometrycznych w metabolomice– przegląd literaturowy <i>Omówienie metod statystycznych i chemometrycznych (PCA, PLS-DA, OPLS-DA) stosowanych w metabolomice, interpretacja otrzymanych danych, poszukiwanie panelu biomarkerów.</i>	4
La5	Omówienie działania instrumentów, wykonanie widm NMR i MS <i>Prezentacja instrumentu NMR i MS wraz z omówieniem wykonania pomiarów. Demonstracja ważnych poszczególnych etapy pomiarów.</i>	2
La6	Przygotowanie próbek biofluidów do analizy (np. krwi oraz mleka - komercyjny materiał pochodzenia zwierzęcego) wraz z ekstrakcją metabolitów oraz bez ekstrakcji wraz z wykonaniem	3

	widm NMR Przygotowanie biofluidów wraz z poszczególnymi etapami ekstrakcji metabolitów. Wpływ warunków przygotowania próbek/ekstrakcji na otrzymane wyniki. Przygotowanie próbek - z ekstrakcją metabolitów i bez ekstrakcji. Różnice w procesie przygotowywania próbek	
La7	Przygotowanie tkanki mięśniowej, wątrobowej do analizy (modelowy materiał kupny- wieprzowina) wraz z wykonaniem widm NMR i MS. <i>Przygotowanie tkanki mięśniowej oraz wątrobowej wraz z poszczególnymi etapami ekstrakcji metabolitów. Wpływ warunków przygotowania próbek/ekstrakcji na otrzymane wyniki.</i>	3
La8	Analiza otrzymanych widm oznaczenia wybranych metabolitów. Prezentacja widm wraz z omówieniem metabolitów i ich interpretacja. <i>Zastosowanie programów komputerowych do wizualizacji widm NMR i MS wraz z ich omówieniem</i>	4
La9	Zastosowanie narzędzi statystycznych, chemometrycznych i bioinformatycznych do analizy wyników, analiza dyskryminacyjna <i>Zastosowanie programów komputerowych do analizy statystycznej, chemometrycznej i bioinformatycznej otrzymanych wyników – badania porównawcze i dyskryminacyjne.</i>	3
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacje multimedialnych na wykładzie.
N2. Pokazy filmowe.
N3. Instrumenty laboratorium metabolomicznego (homogenizator, wirówka etc.)
N4. Programy komputerowe

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, PEU_K01	kolokwium
Laboratorium		
F1	PEU_U01- PEU_U07	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2		Aktywność na zajęciach
P		$P = 70\%F1 + 30\%F2$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych pod red. Wojciecha Zielińskiego i Andrzeja Rajcy ; [aut.] Roman Mazurkiewicz [et al.]
- [2] Statystyka i chemometria w chemii analitycznej, James Miller
- [3] Materiały z wykładu
- [4] czasopisma naukowe zawierające informacje ZWIĄZANE Z PRZEDMIOTEM
- [5] wiedza znajdująca się na stronach www.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] William J Griffiths, NMR spectroscopy, Basic principles, concepts, and applications in chemistry, Secodn Edition, H Guenter, JOOHN WILEY & SONS
- [2] Metabolomics, Methods and Protocols, Wolfram Weckwerth, HUMANA PRESS;
- [3] Metabolomics, Metabonomics and Metabolite Profiling, William J. Griffiths, RSC Publishing
- [4] Mass Spectrometry, Juergen H Gross, Springer

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

prof. dr hab. Piotr Młynarz, piotr.mlynarz@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim	Nowoczesne Leki i Biofarmaceutyki
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Modern Pharmaceuticals and Biopharmaceuticals
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry
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	W03BSS-SM2023W, W03BSS-SM2023L
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,4		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii organicznej, teoretyczna oraz umiejętności praktyczne.
2. Wiedza podstawowa z zakresu biochemii.
3. Zalecana wiedza z zakresu podstaw metod analitycznych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studenta z wiedzą na temat podziału substancji biologicznie aktywnych,

produktów leczniczych i wyrobów medycznych.

C2 Zapoznanie studenta z zagadnieniami dotyczącymi podstawowych jednostkowych procesów produkcyjnych w obszarze technologii farmaceutycznej i w biofarmacji.

C3 Zapoznanie studenta z technologią otrzymywania różnych form środków leczniczych i wyrobów medycznych, z uwzględnieniem norm jakościowych w przemyśle farmaceutycznym i pokrewnym, z uwzględnieniem zasad REACH.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – posiada wiedzę dotyczącą podziału produktów leczniczych i wyrobów medycznych na podstawowe grupy,

PEU_W02 – zna metody otrzymywania substancji biologicznie aktywnych oraz produkcyjne procesy jednostkowe stosowane w technologii farmaceutycznej i w biofarmacji,

PEU_W03 – potrafi zdefiniować różne formy środków leczniczych i wyrobów medycznych i zna sposoby ich otrzymywania,

PEU_W04 – posiada wiedzę ogólną na temat ogólnie obowiązujących norm jakościowych w przemyśle farmaceutycznym i pokrewnym, dotyczących procesu produkcyjnego i wyrobu końcowego, z uwzględnieniem rozporządzenia REACH.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – posiada podstawowe umiejętności w analizie formulacji farmaceutycznej, pod względem jakościowym oraz ilościowym, zgodnie z zasadami właściwego przygotowania próbek do analiz, precyzyjnego i powtarzalnego wykonania pomiarów,

PEU_U02 – posiada umiejętności przygotowania prostej formulacji biofarmaceutycznej,

PEU_U03 – posiada umiejętności pracy zgodnie z zasadami dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP), interpretowania otrzymanych wyników, oceny błędów pomiarowych oraz prowadzenia dokumentacji pracy laboratoryjnej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - Student potrafi współpracować w grupie i planować doświadczenie.

PEU_K02 - Student potrafi omawiać rezultaty eksperymentu i ich jakość.

PEU_K03 - Student świadomie i efektywnie pracuje w podgrupie wyszukując informacje i potrafi je poddać krytycznej analizie.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Współczesny przemysł farmaceutyczny: kluczowe elementy postępu naukowego i medycznego.	2
Wy2	Cele leków – idea tzw. „złotej kuli” dla białek, węglowodanów, lipidów, DNA i RNA.	2
Wy3	Od odkrycia do badań klinicznych – etapy rozwoju produktu farmaceutycznego. Zasady dobrej praktyki klinicznej (GCP) ustanowione przez WHO.	2
Wy4	Zapewnienie jakości produktów farmaceutycznych i biofarmaceutycznych.	2

Wy5	Sposoby otrzymywania aktywnych składników farmaceutycznych (API).	2
Wy6	Rozwój produktów leczniczych na bazie biotechnologii.	
Wy7	Biofarmaceutyki – perspektywy historyczne i kierunki rozwoju.	2
Wy8	Biofarmaceutyki pochodzenia zwierzęcego i mikrobiologicznego.	
Wy9	Fizyczne i fizykochemiczne podstawy formulacji farmaceutycznej.	2
Wy10	Preformulacja farmaceutyczna: rodzaje substancji pomocniczych pochodzenia naturalnego. Problem czystości.	2
Wy11	Preformulacja farmaceutyczna: substancje pomocnicze syntetyczne i półsyntetyczne.	2
Wy12	Projektowanie tabletek i kapsułek. Nowoczesne systemy dozowania substancji w formulacjach stałych.	2
Wy13	Kontrolowane uwalnianie API z preparatów stałych i półstałych – problem biodostępności.	2
Wy14	Rola mikro- i nanotechnologii w przemyśle farmaceutycznym. Farmaceutycznie akceptowalne mikro- i nanosystemy.	2
Wy15	Nowoczesne mechanizmy kontroli przemysłu farmaceutycznego. Wpływ trendów światowych na system regulacji leków.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady bezpieczeństwa w laboratorium chemii organicznej, dobra praktyka laboratoryjna (GLP) oraz zasady sporządzania sprawozdań. Wprowadzenie do technik separacji i identyfikacji API.	2
La2	Identyfikacja i analiza jakościowa chlorowodoru drotaweryny w tabletkach NO-SPA, zgodnie z metodą z Farmakopei.	4
La3	Zawiesina - lek dla dzieci zawierający ibuprofen – techniki izolacji i oczyszczania API. Analiza głównego składnika.	4
La4	Lek trójskładnikowy: Etopiryina (etenzamid + kwas acetylosalicylowy + kofeina) – strategie wydzielania API z masy tabletkowej.	4
La5	Lek trójskładnikowy – analiza wyizolowanych API.	4
La6	Polimerowe nanonośniki do podawania doustnego, zawierające witaminy o właściwościach lipofilowych – synteza i charakterystyka.	4
La7	Kinetyka uwalniania klotrimazolu z maści do stosowania zewnętrznego.	4
La8	Elektroforeza jako narzędzie do jakościowej i ilościowej analizy wysokobiałkowego suplementu diety.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.
N2. Wykonanie eksperymentów laboratoryjnych.
N3. Przygotowanie sprawozdań z eksperymentów.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
---	--------------------------	---

– podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_W01 - W04, PEU_U01 – PEU_U03	Egzamin - ocena z części dotyczącej wykładu
F2	PEU_U01 – PEU_U04 PEU_K01 – PEU_K03	oceny z doświadczeń laboratoryjnych (sprawozdania)
P = ocena z kolokwium końcowego z wykładu + średnia ocen ze sprawozdań laboratoryjnych		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] House of Commons Health Committee. The Influence of the Pharmaceutical Industry. HC 42-I [Incorporating HC 1030-i-iii], Published by authority of the House of Commons London: The Stationery Office Limited. 2005.
- [2] The European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations. The Pharmaceutical Industry in Figures. 2022.
- [3] Quality assurance of pharmaceuticals: a compendium of guidelines and related materials. Vol. 2, Good manufacturing practices and inspection. – 2nd ed. WHO Press. 2007.
- [4] Shayne Cox Gad, Pharmaceutical Manufacturing Handbook. Production and Processes. John Wiley & Sons, Inc. 2008.
- [5] Alfred Fahr, Voigt's Pharmaceutical Technology. John Willey & Sons Inc., 2018.
- [6] Introduction to Biopharmaceuticals. Montgomery County Community College, 2016.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [7] EudraLex, The Rules Governing Medicinal Products in the European Union, Volume 4, EU Guidelines for Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use, European Commission, health and consumers directorate-general, Ref. Ares(2012)778531 - 28/06/2012
- [8] Mark Gibson. Pharmaceutical Preformulation and Formulation Second Edition. A Practical Guide from Candidate Drug Selection to Commercial Dosage Form. Informa Healthcare USA, Inc. 2009.

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

dr hab. inż. Izabela Pawlaczyk-Graja, prof. uczelni izabela.pawlaczyk@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: Dynamika Molekularna Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Molecular dynamics Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences. Specjalność (jeśli dotyczy): Bioinformatics Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03BSS-SM2002W, W03BSS-SM2002L Grupa kursów NIE</p>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100		50		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4		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		1,4		

*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I
KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Chemia ogólna, Fizyka I i II
2. Algebra, Analiza matematyczna
3. Chemia fizyczna.

CELE PRZEDMIOTU

C1	Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą z termodynamiki statystycznej.
C2	Zapoznanie studentów z projektowaniem pól siłowych i schematem obliczeń dynamiki molekularnej.
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy o algorytmach wykorzystywanych w symulacjach dynamiki molekularnej.
C4	Nauczenie wykonywania podstawowych obliczeń symulacji dynamiki molekularnej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna podstawowe pojęcia i prawa termodynamiki statystycznej,

PEU_W02 – potrafi prawidłowo zapisać równanie energii potencjalnej dla pola siłowego i równania dla poszczególnych jej składowych,

PEU_W03 – ma podstawowe wiadomości o metodach poszukiwania globalnego minimum w układach biologicznych,

PEU_W04 – zna podstawy i potrafi posługiwać się kryteriami wyboru algorytmów całkowania,

PEU_W05 – zna podstawowe metody kontrolowania temperatury i ciśnienia w trakcie symulacji dynamiki molekularnej,

PEU_W06 – zna podstawowe metody obliczania entalpii swobodnej w metodzie dynamiki molekularnej,

PEU_W07 – potrafi zanalizować wyniki uzyskane z obliczeń dynamiki molekularnej.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – potrafi praktycznie posługiwać się systemem operacyjnym Linux,

PEU_U02 – potrafi praktycznie posługiwać się programami do wizualizacji i modyfikacji biomolekuł,

PEU_U03 – umie przygotować pliki wsadowe i potrafi wykonać proste obliczenia minimalizacji i dynamiki molekularnej dla rozpuszczalnika,

PEU_U04 – umie przeprowadzić podstawowe obliczenia dynamiki molekularnej dla białek.

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Lic
Wy1	Pojęcia podstawowe. Mechanika molekularna vs. mechanika kwantowa. Ograniczenia w zastosowaniu mechaniki molekularnej do opisywania zjawisk fizykochemicznych w układach molekularnych. Realizm symulacji dynamiki molekularnej w odniesieniu do danych eksperymentalnych. Krok czasowy w dynamice molekularnej w opisie określonych zjawisk fizykochemicznych	2
Wy2	Wstęp do termodynamiki statystycznej. Permutacje i konfiguracje. Teoria prawdopodobieństwa w chemii. Przybliżenie Stirlinga. Rozkład Boltzmanna. Funkcja rozdziału. Znaczenie rozkładu Boltzmanna w chemii. Zespoły statystyczne. Zespół kanoniczny. Kanoniczna funkcja rozdziału: człon translacyjny, rotacyjny, oscylacyjny i elektronowy.	2
Wy3	Wstęp do termodynamiki statystycznej – część 2. Energia wewnętrzna a funkcja rozdziału: wkład translacyjny, rotacyjny, oscylacyjny, elektronowy. Pojemność cieplna w stałej objętości a funkcja rozdziału. Entropia a funkcja rozdziału. Równanie Boltzmanna wiążące entropię z kanoniczną funkcją rozdziału. Entropia rezydualna. Entalpia swobodna i stała równowagi chemicznej a funkcja rozdziału.	2
Wy4	Kolokwium nr 1. Termodynamika statystyczna	2
Wy5	Pola siłowe – część 1. Definicja pola siłowa. Energia potencjalna w polu siłowym. Składowe wiążące i niewiążące potencjału. Potencjał harmoniczny i potencjał Morse'a. Człony mieszane. Model ładunków punktowych. Procedura RESP. Potencjał Buckingham'a i Lennarda-Jonesa. Reguły kombinacyjne do tworzenia parametrów van der Waalsa. Skalowanie oddziaływań niewiążących. Koszt obliczenia poszczególnych członów oddziaływania.	2
Wy6	Pola siłowe – część 2. Pola siłowe: 'all-atom' i 'united-atom'. Transferowalność parametrów pól siłowych pomiędzy różnymi polami siłowymi. Algorytm optymalizujący parametry pola siłowego dla danej cząstki. Dokładność popularnych pól siłowych.	2

Wy7	Przygotowanie plików wsadowych do obliczeń dynamiki molekularnej. Zapoznanie się z podstawowymi możliwościami programu GROMACS. Jak wybrać strukturę początkową? Wybór pola siłowego. Fazy prowadzenia obliczeń MD: minimalizacja, faza podgrzewania, równoważenia i produkcyjna. Przygotowanie danych do obliczeń MD.	2
Wy8	Metody poszukiwania globalnego minimum w biomolekułach. Metody minimalizacji energii. Paradoks Levinthala. Lokalne i globalne minima w bioukładach. Metoda Monte-Carlo. Metoda symulowanego wyżarzania. Metoda algorytmów genetycznych. Metoda wzrostu łańcucha. Modelowanie przez homologię. Metoda bazująca na więzach geometrycznych uzyskanych z metod eksperymentalnych. Metoda bazująca na fragmentach molekularnych.	2
Wy9	Algorytmy MD – część 1. Determinizm. Niestabilność Lyapunova. Formalizm Newtona. Formalizm Lagrange'a. Formalizm Hamiltona. Algorytmy całkowania: Eulera, Verlet, velocity-Verlet, leap-frog, predictor-corrector. Pożądane cechy algorytmów całkowania. Kryteria wyboru algorytmu całkowania.	2
Wy10	Algorytmy MD – część 2. Kryteria wyboru kroku całkowania. Algorytmy 'Shake' i 'Rattle'. Metoda 'Multiple time-step'. Operator Liouville'a.	2
Wy11	Algorytmy MD – część 3. Periodyczne warunki brzegowe. 'Minimum image convention'. Technika cut-off. Funkcje 'switching' i 'shifting'. Metoda 'Neighbor list', 'Cell list' i 'Verlet list'.	2
Wy12	Algorytmy MD – część 4. Temperatura i ciśnienie w MD. Metody kontrolowania temperatury w MD: stochastyczne, słabo-sprzęgające, silnie-sprzęgające i metoda Nose-Hoovera. Metody kontrolowania ciśnienia w MD: skalowania objętości, Berendsena, Nose-Hoovera i Andersena.	2
Wy13	Obliczenia energii/entalpii swobodnej w MD. Algorytmy obliczania energii swobodnej w MD: 'Thermodynamic perturbation' (np. Metoda powolnego wzrostu), 'Thermodynamic integration' i 'Linear interaction energy'. Energia swobodna solwatacji. Energia swobodna wiązania inhibitora do enzymu.	2
Wy14	Analiza wyników uzyskanych z symulacji MD. Wartości średnie – temperatura i ciśnienie. Fluktuacje: izochoryczna i izobaryczna pojemność cieplna. Wielkości strukturalne: funkcja rozkładu par i statyczny czynnik struktury. Wielkości dynamiczne: współczynnik dyfuzji, funkcja autokorelacji prędkości, dynamiczny czynnik struktury, MSD. Funkcja autokorelacji momentu dipolowego.	2
Wy15	Kolokwium nr 2. Algorytmy MD	2

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

Forma zajęć - laboratorium		Lic
La1	Sposób prowadzenia i zaliczenia laboratorium. Dokładność obliczeń.	2
La2	Zapoznanie się z podstawowymi komendami Linuxa.	2
La3	Zapoznanie się z podstawowymi komendami edytora tekstu 'vim' w systemie Linux/Unix.	2
La4	Termodynamika statystyczna - rozwiązywanie zadań i problemów.	2
La5	Termodynamika statystyczna - rozwiązywanie zadań i problemów.	2
La6	VMD jako narzędzie do analizy rezultatów obliczeń dynamiki molekularnej.	2
La7	VMD jako narzędzie do analizy rezultatów obliczeń dynamiki molekularnej.	2
La8	Przygotowanie danych i plików wsadowych do symulacji MD 216 cząsteczek wody w programie GROMACS. Obliczenia i analiza wyników.	2
La9	Przygotowanie danych i plików wsadowych do symulacji MD 216 cząsteczek metanolu. Obliczenia i analiza wyników.	2
La10	Przygotowanie danych i plików wsadowych do symulacji MD dla rybonukleazy S w wodzie. Symulacje MD.	2
La11	Analiza wyników symulacji dynamiki molekularnej dla rybonukleazy S w wodzie.	2
La12	Przygotowanie danych i plików wsadowych do obliczeń MD dla inhibitora trypsyny trzustki wołowej (BPTI) w wodzie – minimalizacja układu	2
La13	Obliczenia MD dla inhibitora trypsyny trzustki wołowej (BPTI) w wodzie – faza podgrzewania, równoważenia i produkcyjna MD.	2

La14	Analiza trajektorii MD dla białka BPTI: obliczenia RMSD, RMSF, energii kinetycznej, temperatury, ciśnienia, wykresu Ramachandrana, analiza wiązań wodorowych i mostków solnych, analiza gęstości białka i rozpuszczalnika,	2
La15	Jak zmiana kroku czasowego, pola siłowego, zmiana współrzędnych początkowych białka, zmiana algorytmu i sposób obliczania oddziaływań van der Waalsa wpływa na właściwości fizyczne białka – analiza.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	rozwiązywanie zadań
N3	wykorzystanie oprogramowania
N4	przygotowanie sprawozdania

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_W01, PEU_K01	Kolokwium 1
F2 (wykład)	PEU_W02 – PEU_W07, PEU_K01	Kolokwium 2
P (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U05	Raport+obowiązkowa obecność na wszystkich zajęciach laboratoryjnych.
<p>P (wykład) = 3,0 jeżeli (F1 + F2) = 50-60% max. liczby punktów. 3,5 jeżeli (F1 + F2) = 61-70% max. liczby punktów. 4,0 jeżeli (F1 + F2) = 71-80% max. liczby punktów. 4,5 jeżeli (F1 + F2) = 81-90% max. liczby punktów. 5,0 jeżeli (F1 + F2) = 91-99% max. liczby punktów. 5,5 jeżeli (F1 + F2) = 100% max. liczby punktów.</p>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

1. D. Frenkel, B. Smith "Understanding Molecular Simulation", Academic Press, 2001.
2. J.M. Haile "Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods", Wiley-Interscience, 1997.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] M. P. Allen, D. J. Tildesley "Computer Simulation of Liquids", Oxford University Press, 1989.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

prof. dr hab. Tadeusz Andruniów, tadeusz.andruniow@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 Inżynieria molekularna w analizach genomowych Nazwa przedmiotu w języku angielskim Molecular engineering in genomic analyses Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences Specjalność (jeśli dotyczy): Bioinformatics 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 W03BSS-SM2015L Grupa kursów TAK / NIE*</p>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
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)			2,1		

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>Znajomość podstaw biologii molekularnej i inżynierii genetycznej. Znajomość podstaw pracy laboratoryjnej. Umiejętność wykonywania podstawowych obliczeń biochemicznych, w tym przeliczanie stężeń masowych i molowych.</p>

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z technikami analizy DNA stosowanymi w biotechnologii, medycynie, rolnictwie, archeologii i innych.
- C2 Zyskanie umiejętności z zakresu izolacji materiału genetycznego.
- C3 Zapoznanie z metodami wykrywania polimorfizmu w obrębie sekwencji genowych.
- C4 Zapoznanie z metodami edytowania sekwencji nukleotydowej.
- C5 Zapoznanie z technikami do analizy struktury genów/genomów.
- C6 Zapoznanie z technikami do analizy ekspresji i funkcji genów/genomów i ich produktów.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – zna podstawowe narzędzia molekularne i techniki służące do otrzymywania i analizy cząsteczek DNA
- PEU_W02 – zna podstawowe techniki izolacji, amplifikacji i biochemicznego/biofizycznego opisu DNA
- PEU_W03 – zna techniki służące analizie sekwencji genów i genomów
- PEU_W04 – zna techniki służące analizie ekspresji i funkcji genów/genomów
- PEU_W05 – zna możliwości zastosowania inżynierii genetycznej w biotechnologii, medycynie, rolnictwie, archeologii i innych
- PEU_W06 – zna sposoby edytowania sekwencji DNA

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_U01 – potrafi dokonać izolacji materiału genetycznego pochodzącego z różnych źródeł
- PEU_U02 – umie zaplanować mieszaninę restrykcyjną i przeprowadzić trawienie restrykcyjne
- PEU_U03 – potrafi przeprowadzić elektroforezę w żelu agarozowym i dokonać interpretacji otrzymanych wyników
- PEU_U04 – umie zaplanować program PCR służący wzmocnieniu konkretnego fragmentu genu, zaprojektować startery do PCR, pozwalające na wzmocnienie konkretnego fragmentu
- PEU_U05 – potrafi posługiwać się narzędziami bioinformatycznymi w celu porównywania sekwencji genomowych

TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia wstępne, omówienie zasad BHP, omówienie zasad zaliczenia, wstępne omówienie zagadnień, jakie będą poruszane w trakcie kursu, pipetowanie	6
La2	Izolacja materiału genetycznego z nabłonka policzka	6
La3	Polimorfizm genu dehydrogenazy alkoholowej ADH3	6
La4	Analiza polimorfizmu insercyjno-delecyjnego genu konwertazy angiotensynowej ACE	6

La5	Analiza zależności pomiędzy SNP a zdolnością do odczuwania gorzkiego smaku	6
La6	Analiza autentyczności produktu mięsnego	6
La7	Wykrywanie transgenicznej soi w produktach żywnościowych lub Analiza polimorfizmu insercyjnego elementu <i>Alu</i>	6
La8	Test	3
	Suma godzin	45

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wstęp teoretyczny
- N2. Prezentacja multimedialna
- N3. Wykonywanie doświadczenia
- N4. Rozwiązywanie zadań
- N5. Przygotowanie sprawozdania
- N6. Programy bioinformatyczne

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_W01- PEU_W06 PEU_U01- PEU_U05	kolokwium końcowe i/lub kartkówki (według wymagań prowadzącego przedstawionych na zajęciach organizacyjnych)
F2	PEU_U01- PEU_U05	sprawozdania z ćwiczeń
F3	PEU_U01- PEU_U05	aktywność na zajęciach
F4	PEU_U01- PEU_U05	przygotowanie prezentacji

$$P (\text{laboratorium}) = 0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4$$

Obecność na zajęciach i rozliczenie wszystkich sprawozdań są konieczne do zaliczenia kursu

$$P (\text{laboratorium}) = 3,0 \text{ jeżeli } (0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4) = 60,0 - 70,0 \text{ pkt.}$$

$$3,5 \text{ jeżeli } = (0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4) 70,1 - 75,0 \text{ pkt.}$$

$$4,0 \text{ jeżeli } = (0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4) 75,1 - 80,0 \text{ pkt.}$$

$$4,5 \text{ jeżeli } = (0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4) 80,1 - 85,0 \text{ pkt.}$$

$$5,0 \text{ jeżeli } = (0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4) 85,1 - 90,0 \text{ pkt.}$$

$$5,5 \text{ jeżeli } = (0,75 \cdot F1 + 0,10 \cdot F2 + 0,05 \cdot F3 + 0,10 \cdot F4) 90,1 - 100,0 \text{ pkt}$$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Brown, T.A. *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction*. John Wiley & Sons, 7th edition
- [2] Instrukcje do zajęć laboratoryjnych oraz materiały dodatkowe (dostępne sieciowo).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Voet, D., Voet, J.G. *Biochemistry* Wiley & Sons, Inc., 4th edition
- [2] Brown, T.A. *Genomy* PWN 2018
- [3] Węgleński, P. *Genetyka molekularna* PWN 2012
- [4] Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. *Biochemia* PWN 2018
- [5] Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. *Biochemistry* W.H. Freeman and Co., New York – 9th edition
- [6] <http://www.blackwellpublishing.com/genecloning/>

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

Prof. dr hab. inż. Andrzej Ożyhar, andrzej.ozyhar@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Modelowanie molekularne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Molecular modeling
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od 2024/2025	
Kod przedmiotu W03BSS-SM2007W, W03BSS-SM2007L, W03BSS-SM2007S	
Grupa kursów NIE	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		50		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		2		1
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		1,4		0,7

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH	
1.	Podstawy znajomości budowy cząsteczek i hybrydyzacji
2.	Podstawy geometrii analitycznej
3.	Podstawowa znajomość chemii organicznej
4.	Podstawowe umiejętności korzystania z komputera

CELE PRZEDMIOTU
C1 Nauczenie konstrukcji trójwymiarowych modeli cząsteczek

C2 Nauczenie zastosowań metod chemii kwantowej
 C3 Nauczenie podstawowych koncepcji teorii oddziaływań międzycząsteczkowych
 C4 Zapoznanie z technikami modelowania agregatów cząsteczek
 C5 Zapoznanie z podstawami modelowania reakcji chemicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – wiedza o tym jak budować trójwymiarowe modele molekularne i je przekształcać
 PEU_W02 – wiedza o podstawowych metodach modelowania molekularnego oraz zakresie ich stosowalności
 PEU_W03 – wiedza o głównych składowych energiach oddziaływań
 PEU_W04 – wiedza o metodach modelowania leków i biokatalizatorów

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – umiejętność konstruowania trójwymiarowych modeli cząsteczek na podstawie rozpoznanego typu hybrydyzacji
 PEU_U02 – umiejętność obliczeniowego przewidywania struktury i właściwości cząsteczek
 PEU_U03 – umiejętność przewidywania możliwych struktur agregatów cząsteczkowych
 PEU_U04 – umiejętność analizy oddziaływań w układach białko-ligand
 PEU_U05 – umiejętność modelowania właściwości dynamicznych agregatów cząsteczkowych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe idee i interdyscyplinarny charakter modelowania molekularnego. Źródła struktur cząsteczek i typowe zastosowania modelowania. Hybrydyzacja, algorytmy konstrukcji modeli 3D, transformacje współrzędnych, podstawowe koncepcje wizualizacji molekuł	2
Wy2	Podstawowe założenia i przegląd metod chemii kwantowej. Metody orbitali molekularnych: Huckla, półempiryczne, ab initio. Teoretyczne przewidywanie właściwości fizycznych i struktur.	2
Wy3	Konstrukcja modeli cząsteczkowych – ćwiczenia i test	2
Wy4	Podstawowe koncepcje teorii oddziaływań międzycząsteczkowych. Rachunek zaburzeń. Charakterystyka podstawowych składowych energii oddziaływań.	2
Wy5	Wiązania wodorowe. Molekularny rozkład ładunku i modele elektrostatyczne. Pola siłowe.	2
Wy6	Przewidywanie właściwości i struktur agregatów cząsteczkowych – ćwiczenia i test	2
Wy7	Modelowanie oddziaływań w centrach aktywnych enzymów i w receptorach. Techniki projektowania leków. Modelowanie przez homologię.	2
Wy8	Analiza katalitycznej aktywności enzymów i projektowanie biokatalizatorów.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie i organizacja zajęć. Edycja struktur cząsteczek.	2
La2	Parametryzacja pola siłowego dla cząsteczek organicznych: topologia, typy atomów, parametry niewiążące	2
La3	Parametryzacja pola siłowego dla cząsteczek organicznych: optymalizacja ładunków atomowych	2
La4	Parametryzacja pola siłowego dla cząsteczek organicznych: parametry wiążące	2
La5	Indywidualne zadanie obliczeniowe 1	2
La6	Przygotowanie obliczeń dynamiki molekularnej	2
La7	Przygotowanie obliczeń dynamiki molekularnej	2
La8	Analiza wyników i trajektorii dynamiki molekularnej	2
La9	Indywidualne zadanie obliczeniowe 2	2
La10	Wprowadzenie do modelowania metodami hybrydowymi QM/MM	2
La11	Modelowanie profilu energetycznego reakcji z użyciem metod QM/MM	2
La12	Indywidualne zadanie obliczeniowe 3	2
La13	Dokowanie receptor-ligand oraz wirtualny screening.	2
La14	Kwantowe obliczenia energii oddziaływań	2
La15	Indywidualne zadanie obliczeniowe 4	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Studenckie prezentacje na wybrane tematy	1
Se2		2
Se3		2
Se4		2
Se5		2
Se6		2
Se7		2
Se8		2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład z prezentacją multimedialną
N2.	Rozwiązywanie problemów
N3.	Wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania
N4.	Studenckie prezentacje multimedialne
N5.	Przygotowanie raportów z wyników i analizy obliczeń

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_Wy1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01	Test #1 z rozwiązywaniem problemów

F_Wy2	PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U03	Test #2 z rozwiązywaniem problemów
F_La1	PEU_W04, PEU_U05	Indywidualne zadanie obliczeniowe 1
F_La2	PEU_W01, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U04	Indywidualne zadanie obliczeniowe 2
F_La3	PEU_W04, PEU_U03, PEU_U04	Indywidualne zadanie obliczeniowe 3
F_La4	PEU_W04, PEU_U02	Indywidualne zadanie obliczeniowe 4
P_wykład = F_Wy1+F_Wy2 lub egzamin		Punkty Ocena 50-59,99% 3,0 60-69,99% 3,5 70-79,99% 4,0 80-89,99% 4,5 90-100% 5,0
P_lab = F_La1+F_La2+F_La3+F_La4		
P_seminarium		Przygotowanie i prezentacja zadanego tematu Aktywne uczestnictwo w dyskusji podczas cudzych prezentacji

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] L. Piel, Quantum Chemistry Ideas, Elsevier, 2010
- [2] A.R. Leach, Molecular Modeling: Principles and Applications, (2-nd Ed), Prentice Hall, 2001
- [3] H.D. Hotje, Molecular modeling. Basic principles and applications, (3-rd Ed), Wiley, 2008
- [4] T. Schlick, Molecular modeling and simulation, Springer, 2002.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] F. Jensen, Introduction to computational chemistry, Wiley, 2006 (2-nd Ed)
- [2] J.M. Goodman, Chemical Applications of Molecular Modeling, RSC, 1999.
- [3] J.P. Doucet, J. Weber, Computer-Aided Molecular Design, 1996, Academic Press, 1996
- [4] G.H. Grant, W.G. Richards, Computational chemistry, Oxford Sci. Publ., 1995

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

Paweł Kędzierski, Pawel.Kedzierski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim Wieloetapowa Synteza Organiczna****Nazwa przedmiotu w języku angielskim ... Multistep Organic Synthesis ...****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): BIOSCIENCES.....****Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal Chemistry.....****Poziom studiów: II stopień****Forma studiów: stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Język wykładowy: angielski****Cykl kształcenia od: 2024/2025****Kod przedmiotu W03BSS-SM2024L****Grupa kursów TAK / NIE***

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			75		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)			Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,8		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza i umiejętności na poziomie ukończenia kursu „Podstawy chemii organicznej – laboratorium” lub równoważnego
2. Podstawowa znajomość języka angielskiego

CELE PRZEDMIOTU

C1 Nabycie przez studentów biegłości w pracy laboratoryjnej z wykorzystaniem zaawansowanych technik eksperymentalnych syntezy organicznej.

C2 Umiejętność praktycznego wykorzystania różnych metod transformacji w syntezie wieloetapowej – tworzenie nowych wiązań C-C, transformacje na grupach funkcyjnych
 C3 Przeprowadzenie złożonej sekwencji syntetycznej na podstawie danych literaturowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – potrafi przeprowadzić kilkietapową syntezę związku organicznego,

PEU_U02 – umie posługiwać się literaturą naukową i chemicznymi bazami danych

PEU_U03 – umie dobrać warunki różnych transformacji oraz zaplanować sposoby izolacji i oczyszczania produktów,

PEU_U04 – potrafi samodzielnie interpretować wyniki, zmierzyć podstawowe stałe fizykochemiczne, interpretować widma spektroskopowe związków organicznych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – zna język angielski na poziomie komunikatywnym, potrafi prowadzić dziennik laboratoryjny po angielsku

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1		
Wy2		
Wy3		
Wy4		
....		
Suma godzin		

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

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Omówienie sposobu prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń, prowadzenia dziennika laboratoryjnego. Podstawowa aparatura (szklana i metalowa) i operacje laboratoryjne. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium: substancje szkodliwe, palne, itp. Planowanie syntezy – posługiwanie się literaturą i bazami danych.	4
La2	Przeprowadzenie jednoetapowych syntez wymagających	4
La3	selektywnej redukcji wiązania C=O oraz C=C- procedury	4
La4	do wyboru przez prowadzącego (z przygotowanego skryptu)	4
La5		4

La6	Przeprowadzenie jednoetapowej syntezy wymagającej selektywnego utleniania – procedury do wyboru przez prowadzącego (z przygotowanego skryptu)	4
La7		4
La8	Przeprowadzenie 3- oraz 4-etapowej syntezy związku o znanej aktywności biologicznej obejmujące zarówno tworzenie nowych wiązań C-C, jak i transformacje na różnych grupach funkcyjnych. Oczyszczanie, identyfikacja i charakteryzowanie produktów – pomiar stałych fizyko-chemicznych. Obliczenia wydajności na poszczególnych etapach oraz wydajności całkowitej. Interpretacja wyników.	4
La9		4
La10		4
La11		4
La12		4
La13		4
La14		4
La15		Rozliczenie sprzętu i dzienników laboratoryjnych.
	Suma godzin	60

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. Omówienie eksperymentu: zaplanowanie aparatury, używanych technik oraz kolejnych etapów syntezy
N2. Samodzielne wykonanie eksperymentów
N3. Przygotowanie sprawozdania w dzienniku laboratoryjnym (w języku angielskim)

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_U01- PEU_U04 PEU_K01	Wykonanie samodzielnie syntezy zadanych preparatów, pomiar stałych fiz.-chem. w celu charakterystyki produktów, przygotowanie sprawozdania w dzienniku laboratoryjnym w języku angielskim.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R. Siedlecka, Multistep organic synthesis. Laboratory course for students of medicinal chemistry, Wrocław, 2020;
- [2] A. Mucha, R. Siedlecka, Multistep organic synthesis. Practical course, Wrocław, 2010;
- [3] A. I. Vogel, Preparatyka organiczna, WNT, Warszawa, 2006;
- [4] Bazy danych: Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit, Współczesna synteza organiczna, PWN, Warszawa, 2004
- [2] L.-T. Ho, *Tactics of Organic Synthesis*, J. Wiley, New York, 1994

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

Dr hab. inż. Renata Siedlecka, renata.siedlecka@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ Chemiczny

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim : sieci i stacje robocze z systemem unix****Nazwa przedmiotu w języku angielskim: networks and workstations with unix system****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): biosciences****Specjalność (jeśli dotyczy): bioinformatics****Poziom studiów: II stopień****Forma studiów: stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Język wykładowy: angielski****Cykl kształcenia od: 2024/2025****Kod przedmiotu W03BSS-SM2003L****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)			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

1. Język angielski na poziomie podstawowym
2. Podstawowa umiejętność obsługi komputera

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studenta z mechanizmami systemu uniksowego i z regułami sieci komputerowej, opartej na protokole internetowym.
- C2 Rozwinięcie umiejętności używania systemu uniksowego na poziomie samodzielnego administrowania.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi uruchamiać programy z linii poleceń, wykonywać różne operacje na plikach i używać edytora tekstu

PEU_U02 Student potrafi używać dokumentacji programów, dostępnej w systemie uniksowym

PEU_U03 Student potrafi zapisać plik inittab i proste skrypty, odpowiadające za wstępną konfigurację systemu, sprawdzać wewnętrzną spójność systemu plików i dołączać go do drzewa katalogów

PEU_U04 Student potrafi dodawać i usuwać konta użytkowników, zmieniać hasła, przypisywać użytkowników do grup i pisać skrypty sesji (powłoka bash)

PEU_U05 Student potrafi przypisać adres sieciowy do interfejsu sieciowego, zbudować tablicę tras, utworzyć lokalną listę powiązań adres-nazwa i przygotować system do używania usługi DNS

PEU_U06 Student potrafi używać usług sieciowych: zdalnego terminala, kopiowania plików między systemami i poczty elektronicznej, potrafi udostępnić je użytkownikom zdalnym i ograniczać zdalny dostęp do wybranych adresów

PEU_U07 Student potrafi uruchamiać lokalne i zdalne aplikacje graficzne w systemie okien X11

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Programy i procesy. Procesy macierzyste i potomne, mechanizmy systemowe uruchamiania programów i zakańczania procesów. Sygnały. Identyfikatory użytkownika i grupy – wprowadzenie mechanizmów, regulujących prawa dostępu do różnych zasobów systemu.	2
La2	Pliki i rodzaje plików: zwykłe, katalogi, specjalne (urządzenia znakowe i blokowe), reprezentujące kanały komunikacyjne (gniazda i łącza nazwane). Zwykłe łącza i ich podobieństwo do plików. Pojęcie systemu plików, dowiązania twarde i symboliczne. Przegląd programów, przeznaczonych do wykonywania różnych operacji na plikach, w tym krótkie wprowadzenie do edytora vi.	2
La3	Uruchamianie jądra linuxa pod kontrolą emulatora QEMU. Utworzenie pliku, reprezentującego dysk twardy, partycjonowanie i tworzenie systemu plików. Archiwa utworzone programem tar. Instalacja minimalnego zbioru programów, potrzebnych do działania systemu.	2
La4	Zadania programu, działającego z inentyfikatorem procesu równym 1. Konfigurowanie programu init (implementacja: sysvinit) – plik inittab. Przegląd zadań, wykonywanych na etapie inicjalizacji systemu.	2
La5	Sprawdzanie spójności systemu plików, dołączanie systemów plików do drzewa katalogów. Programy mount i umount, plik /etc/fstab. Biblioteki dzielone.	2

La6	Konta użytkowników – pozycje w pliku /etc/passwd, powiązanie nazw z identyfikatorami użytkowników, katalogi osobiste, kodowanie i przechowywanie haseł. Systemowe i osobiste skrypty sesji. Tworzenie grup (plik /etc/group). Programy su i newgrp.	2
La7	Adres IP, klasa adresu, struktura adresu w ramach segmentu sieci (maska sieci). Przypisanie adresu IP do interfejsu sieciowego, za pomocą programu ifconfig. Interfejs loopback. Tworzenie tablicy tras, programem route.	2
La8	Nazwy internetowe, relacja nazwa-adres. Metody tłumaczenia nazw na adresy i vice versa: lokalnie przechowywana lista w pliku /etc/hosts i usługa sieciowa DNS.	2
La9	Protokoły transportowe TCP i UDP. Pojęcie gniazda sieciowego. Przypisanie usług sieciowych do numerów portów (plik /etc/services). Reguły udostępniania usług poprzez program inetd.	2
La10	Ograniczanie zdalnego dostępu do usług sieciowych – mechanizm i konfiguracja oprogramowania TCP wrappers (program tcps i kod biblioteczny), przez listy kontroli dostępu w plikach /etc/hosts.allow i /etc/hosts.deny.	2
La11	Praca w systemie zdalnym – usługi zdalnego terminala (telnet, ssh) i przesyłania plików (ftp, scp, sftp). Powody używania szyfrowanych kanałów komunikacji.	2
La12	Poczta elektroniczna – programy MTA i MUA, uruchomienie programu MTA (smail) i używanie programu mutt (MUA). Podstawowe reguły zabezpieczania serwera poczty.	2
La13	Serwer WWW – podstawy konfiguracji programu boa, tworzenie najprostszych stron WWW w języku HTML. Program lynx – tekstowa przeglądarka WWW.	2
La14	System okien X11 – środowisko graficzne o architekturze klient-serwer.	2
La15	Zaliczenie.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Pokaz
N2. Ćwiczenia praktyczne, pod kontrolą prowadzącego
N3. Ćwiczenia praktyczne, z prostym problemem do samodzielnego rozwiązania

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-U07	ćwiczenia praktyczne (do 25 punktów)
P1	PEU_U02-U06	Pisemny test (do 75 punktów)
F2	PEU_U02-U06	Wybitna wiedza lub umiejętności (do 10 punktów)
P=F1+P1+F2 50 <= P < 60 3.0 60 <= P < 70 3.5 70 <= P < 80 4.0 80 <= P < 90 4.5		

90 <= P < 100 5.0
P >= 100 5.5

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] AELEEN FRISCH, UNIX: ADMINISTRACJA SYSTEMU, O'REILLY & ASSOCIATES, WYDAWNICTWO RM, WARSZAWA 1997

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] CRAIG HUNT, TCP/IP : ADMINISTRACJA SIECI. WYDAWNICTWO RM, WARSZAWA 2003

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

**dr hab. in. Krzysztof Strasburger, e-mail: krzysztof.strasburger@pwr.edu.pl,
strasbur@chkw386.ch.pwr.wroc.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

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Racjonalne projektowanie leków Nazwa przedmiotu w języku angielskim Rational drug design Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences Specjalność (jeśli dotyczy): Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: angielski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03BSS-SM2006W 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)	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (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

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Znajomość podstaw chemii organicznej 2. Znajomość podstaw biologii</p>

<p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>C1 Zapoznanie studentów z podstawami projektowania leków. C2 Poznanie ekonomicznych aspektów projektowania leków.</p>

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna podstawowe zasady projektowania leków,

PEU_W02 – potrafi dobrać odpowiednią technikę projektowania leku w zależności od poziomu wiedzy na temat procesu fizjologicznego,

PEU_W03 – ma podstawową wiedzę o kosztach i horyzoncie czasowym projektowania leków,

PEU_W04 – rozumie fizjologiczne i ekonomiczne skutki stosowania leków.

Z zakresu kompetencji:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – uznaje znaczenie pozatechnicznych aspektów działalności naukowej

TREŚCI PROGRAMOWE

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Economics of drug design and development. Cost and time required to introduce new drug to the market. Generic drugs. Globalization.	2
Wy2	Randomized screening. Historical perspective. Illustration of the opinion of Louyis Pasteur „Fortune favors prepared minds”. Case studies.	2
Wy3	Natural products as a source of drugs. History of the discovery of aspirin, morphine, artemisinin, quinine, penicillin and taxol. Current trends in natural drug research.	2
Wy4	Choice of the target. HIV as an example for choice of the target for drug design.	4
Wy5	Theory of structural analogy. Historical perspective (sulfonamides). Direct similarity versus topological one with analogs of morphine and anti-influenza drugs as examples.	2
Wy6	Theory of structural analogy. Chemical outlook, tricks and “magic methods”. Peptidomimetics.	2
Wy7	Covalent drugs. Overview of functional groups able for irreversible bonding with proteins. Techniques of design of covalent drugs. Case studies.	2
Wy8	Transition-state analogues. Techniques used for the identification of transition state. Pauling's theory of the course of enzymatic reaction. Construction of transition-state analogues. Computer-aided techniques.	2
Wy9	Topological conformity. Antagonists and agonists. Natural peptides as scaffolds.	2
Wy10	QSAR models. Analysis of inhibitory activity using Hansh and Wilson models.	2

Wy11	Three-dimensional structure of receptors as a basis for drug design. Construction of pharmacophore. Computer-aided methods for drug design – QSAR and molecular modeling. Receptor flexibility.	2
Wy12	Selective complexation enzyme inhibitors. The analysis of forces governing the ligand-protein binding.	2
Wy13	Structure-based drug design. The use of protein crystal structure and molecular modelling tools for drug design.	2
Wy14	Drug targeting and delivery. Prodrugs. Engineered metabolic activation. Targeted enzyme prodrug therapy.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład z prezentacją multimedialną N2. Praca własna

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 do PEU_W04 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. K. M. Merz, Drug Design, structure and Ligand-Based Approaches, Cambridge University Press, 2010 2. Medicinal Chemistry and Drug Design, Intech (open access), 2012 <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Design of Drugs: Basic Principles and applications, ed. J. H. Poupaert, Marcel Dekker, 2002 2. The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, Academic Press, 2004 3. Virtual Screening. ed. M. O. Taha, Intech (open access), 2012 4. Drug Development – A Case study Based Insight intor Modern Startegies, Intech (open access), 2011
NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)
Prof. dr hab. Łukasz Berlicki, lukasz.berlicki@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim** *Informacja naukowa i techniczna***Nazwa przedmiotu w języku angielskim** *Retrieval of scientific and technical information***Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** *Biosciences***Specjalność (jeśli dotyczy):** *Bioinformatics, Medicinal Chemistry***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** W03BSS-SM2008L**Grupa kursów** ~~TAK~~ / **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

1. Znajomość technologii informatycznych

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z elementami literatury naukowej

C2 Zapoznanie studentów z literaturowymi bazami danych

C3 Zapoznanie studentów z chemicznymi i biotechnologicznymi faktograficznymi bazami danych

C4 Zapoznanie studentów z systemem finansowania badań naukowych
 C5 Zapoznanie studentów z etycznymi problemami w nauce

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi konstruować złożone zapytania w literaturowych bazach danych

PEU_U02 Student potrafi konstruować złożone zapytania w faktograficznych bazach danych

PEU_U03 Student potrafi znajdować oferty pracy, staży naukowych

PEU_U04 Student potrafi znaleźć aktualnie realizowane granty na dany temat

PEU_U05 Student potrafi sprawdzić czy dany tekst nie jest plagiatem

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student rozumie potrzebę krytycznej oceny jakości i wiarygodności informacji naukowej

PEU_K02 Student jest gotów do przestrzegania zasad etyki naukowej i poszanowania praw autorskich

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1		
Wy2		
Wy3		
Wy4		
....		
	Suma godzin	

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

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Struktura i pisanie publikacji naukowych	2
La2	Literaturowa baza Current Contents, konstrukcja zapytań	2
La3	Literaturowa baza Web of Science, Journal Citation Reports	2
La4	Granty naukowe, oferty pracy i staży, patentowe bazy danych	2
La5	Analiza danych strukturalnych z Cambridge Structural Database	2
La6	Bazy danych Beilstein-Reaxys oraz Chemical Abstracts-Scifinder	2
La7	Poszukiwanie ofert pracy i pisanie życiorysów naukowych	2
La8	Etyczne problemy w nauce	1

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

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. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Rozwiązywanie zadań
N3. Wykorzystywanie oprogramowania do rozwiązywania zadań

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	PEU_U01- PEU_U05 PEU_K01, PEU_K02	Sprawozdanie końcowe (max 100 punktów)
P = 3,0 (F=50-60 punktów) 3,5 (F=61-70 punktów) 4,0 (F=71-80 punktów) 4,5 (F=81-90 punktów) 5,0 (F=91-95 punktów) 5,5 (F=96-100 punktów)		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] D. Lindsay, Dobre rady dla piszących teksty naukowe, Oficyna Wydawnicza PWr, 1995
- [2] D. Ridley, Finding scientific information – information retrieval, Wiley, 2002
- [3] M. Carter, Designing Science Presentations. A Visual Guide to Figures, Papers, Slides, Posters, and More, Academic Press 2013

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] On Being a Scientist: A Guide to Responsible Conduct in Research: Third Edition, 2009, The National Academies Press

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

Dr inż. Edyta Dyguda-Kazimierowicz, Edyta.Dyguda@pwr.edu.pl

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

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim Metody spektroskopowe w chemii medycznej.....

Nazwa przedmiotu w języku angielskim Spectroscopic methods in medicinal chemistry...

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biosciences.....

Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal chemistry.....

Poziom studiów: II stopień

Forma studiów: stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Język wykładowy: angielski

Cykl kształcenia od: 2024/2025

Kod przedmiotu W03BSS-SM2020W, W03BSS-SM2020L

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 lub zaliczenie na ocenę)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3		1,4		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.
2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.
3. Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej.
4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych i matematycznych.
5. Podstawowa wiedza z zakresu stosowanych technik spektroskopowych w analizie strukturalnej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie wiedzy o spektroskopowych metodach analizy
- C2 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji jednowymiarowych widm rezonansu magnetycznego.
- C3 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego.
- C4 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji widm FT-IR oraz widm spektroskopii mas.
- C5 Praktyczne poznanie wybranych zastosowań spektroskopii mas oraz rezonansu magnetycznego.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Posiada wiedza o metodach spektroskopowych analizy

PEU_W02 Posiada wiedze o zastosowaniu spektroskopii w analizie

PEU_W03 Posiada wiedzę o zastosowaniu metod spektroskopowych a diagnostyce medycznej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi przygotować materiał do analizy

PEU_U02 Potrafi ocenić jakimi metodami rozwiązać aktualny problem

PEU_U03 Potrafi analizować dane spektroskopowe

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Ma świadomość powiązań pomiędzy różnymi obszarami nauk chemicznych i/lub technicznych oraz ich aspekty praktyczne.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do metod spektroskopowych	2
Wy2	Spektroskopia IR – podstawy teoretyczne i zastosowanie	2
Wy3	Spektroskopia Ramana – podstawy teoretyczne	2
Wy4	Spektroskopia Ramana - zastosowania	2
Wy5	Spektrometria mas – podstawy teoretyczne	2
Wy6	Spektrometria mas – typy jonizacji	2
Wy7	Spektrometria mas - analizatory	2
Wy8	Spektrometria mas – fragmentacja i interpretacja widm	2
Wy9	Spektroskopia UV-Vis i CD	2
Wy10	Spektroskopia NMR - podstawy teoretyczne	2
Wy11	Spektroskopia NMR – przesunięcie chemiczne	2
Wy12	Spektroskopia NMR – stała sprzężenia	2
Wy13	Spektroskopia NMR – metody 2D	2
Wy14	Spektroskopia NMR – metody 2D	2
Wy15	Spektroskopia EPR	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do metod spektroskopowych	2
La2	Spektroskopia IR – interpretacja widm	2
La3	Spektroskopia Ramana	2
La4	Spektroskopia Ramana	2
La5	Spektrometria mas – podstawowe pojęcia	2
La6	Spektrometria mas - fragmentacja	2
La7	Spektrometria mas – interpretacja widm	2
La8	Spektrometria mas – interpretacja widm	2
La9	Spektroskopia NMR – podstawowe pojęcia	2
La10	Spektroskopia NMR – interpretacja widm 1D	2
La11	Spektroskopia NMR – interpretacja widm 2D	2
La12	Spektroskopia NMR – symulacja widm	2
La13	Spektroskopia NMR – symulacja widm	2
La14	Spektroskopia UV-Vis - zastosowania	2
La15	Spektroskopia CD – interpretacja i symulacja widm	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
<p>N1. Wykłady problemowe – prezentacje multimedialne</p> <p>N2. Laboratorium – zagadnienia problemowe (prezentacje multimedialne)</p> <p>N3. Laboratorium- rozwiązywanie praktycznych przykładów, rysowanie struktur i widm oraz wykonywanie obliczeń na tablicy multimedialnej</p> <p>N4. Praca własna – przygotowanie do testów cząstkowych</p> <p>N5. Praca własna – konsultacje z prowadzącym</p>

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-W03, PEU_K01	egzamin
F2 (laboratorium)	PEU_U01-U02	testy
P (laboratorium) = średnia arytmetyczna ocen z testów		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2 Fizykochemia molekularna, Wyd. PWN, Warszawa 2007
- [2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001
- [3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych PWN, Warszawa 2007.
- [4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, PWN, Warszawa 2007.
- [5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej. WNT Warszawa, 2009
- [2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t 3, Obliczenia fizykochemiczne, PWN, Warszawa 2010
- [3] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN, Warszawa 2009.
- [4] P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.
- [5] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, WNT, Warszawa 2000

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

Prof. dr hab. Rafał Latajka, rafal.latajka@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Chemia Teoretyczna
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Theoretical Chemistry
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biosciences
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od:	2024/2025
Kod przedmiotu	W03BSS-SM2001W, W03BSS-SM2001C, W03BSS-SM2001L
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	100	50	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	3	2	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3	0,7	1,4		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
<ol style="list-style-type: none"> 1. Chemia i fizyka ogólna 2. Podstawy algebry liniowej i analizy matematycznej 3. Podstawy chemii fizycznej i kwantowej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie słuchaczy z podstawami molekularnej mechaniki kwantowej.
C2 Zapoznanie słuchaczy z nowoczesnymi metodami teoretycznego opisu struktury elektronowej atomów i cząsteczek oraz zagadnieniami praktycznymi zastosowania tych metod do wyznaczania struktury elektronowej i właściwości układów molekularnych.
C3. Przekazanie umiejętności zastosowania metod chemii teoretycznej do przewidywania i interpretacji wybranych właściwości spektralnych i termodynamicznych układów molekularnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_W01 – rozumie problemy i niedostatki fizyki klasycznej w opisie mikroskopowym,
PEU_W02 – zna postulaty mechaniki kwantowej i elementy rachunku operatorowego,
PEU_W03 – potrafi zapisać równanie Schrödingera (RS) dla modelowych układów oraz dla dowolnego układu molekularnego,
PEU_W04 – zna rozwiązanie RS dla cząstki swobodnej, cząstki w modelowych potencjałach oraz atomu wodoru i interpretację tych rozwiązań,
PEU_W05 – zna podstawowe przybliżenia stosowane w opisie struktury elektronowej układów molekularnych: przybliżenie Borna-Oppenheimera oraz podstawy rachunku wariacyjnego i rachunku zaburzeń,
PEU_W06 – zna podstawy teorii orbitali molekularnych,
PEU_W07 – ma podstawową wiedzę o rozwiązaniach równań Hartree-Focka (HF) oraz Hartree-Focka-Roothana,
PEU_W08 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii korelacji elektronowej i metod jej obliczania (metoda mieszania konfiguracji, wielociałowy rachunek zaburzeń, teoria funkcjonału gęstości),
PEU_W09 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii oddziaływań międzycząsteczkowych

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_U01 – potrafi zaplanować i przeprowadzić obliczenia struktury elektronowej cząsteczek w przybliżeniu HF oraz wybranych metod uwzględniających korelację elektronową oraz zinterpretować ich wyniki,
PEU_U02 – umie przewidywać strukturę równowagową cząsteczek,
PEU_U03 – umie przewidywać i interpretować widma stanów elektronowych cząsteczek,
PEU_U04 – potrafi interpretować pomiary spektroskopowe w oparciu o obliczenia kwantowo-chemiczne,
PEU_U05 – potrafi badać mechanizmy reakcji chemicznych w oparciu o obliczenia metodami chemii kwantowej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_K01 –potrafi krytycznie ocenić swoją wiedzę i przekazane treści

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do molekularnej mechaniki kwantowej. Omówienie postulatów nierelatywistycznej mechaniki kwantowej. Definicja funkcji falowej i jej probabilistyczna interpretacja. Definicja operatorów reprezentujących wielkości mechaniczne i elementy algebry operatorów. Równanie Schrödingera zależne i niezależne od czasu.	2
Wy2	Cząstka swobodna i w modelowych potencjalach. Rozwiązania równania Schrödingera dla cząstki swobodnej, cząstki w pudle potencjału oraz w potencjale harmonicznym.	2
Wy3	Atom wodoru. Rozwiązania równania Schrödingera dla rotatora sztywnego i atomów wodoropodobnych.	2
Wy4	Hamiltonian molekularny. Rozdzielenie ruchu elektronów i jąder atomowych. Przybliżenie adiabatyczne i przybliżenie Borna-Oppenheimera. Przybliżenie harmoniczne. Analiza drgań normalnych i interpretacja widm absorpcyjnych w zakresie podczerwieni.	2
Wy5	Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera I. Rachunek wariacyjny i jego proste zastosowania. Metoda Rayleigha-Ritza. Teoria orbitali molekularnych. Metoda Hückela i przykłady jej zastosowania.	2
Wy6	Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera II. Rachunek zaburzeń niezależny od czasu. Zaburzenie w układzie dwustanowym i wielostanowym. Rachunek zaburzeń dla zwyrodniałych stanów referencyjnych.	2
Wy7	Funkcje falowe dla układów wieloelektronowych. Symetria funkcji falowej. Wyznacnikowa funkcja falowa. Reguły Slatera-Condon. Ogólne wyrażenia na elementy macierzowe pomiędzy wyznacznikami Slatera.	2
Wy8	Metoda Hartree-Focka. Metoda pola samouzgodnionego. Metoda Hartree-Focka-Roothana. Gęstość ładunku i elementy macierzowe operatora Focka.	2
Wy9	Orbitale molekularne. Elementy teorii grup punktowych. Symetria i nomenklatura orbitali molekularnych. Diagramy orbitali molekularnych dla cząsteczek dwuatomowych i wieloatomowych. Diagramy Walsha.	2
Wy10	Korelacja elektronowa I. Ograniczenia metody Hartree-Focka. Definicja i metody wyznaczania korelacji elektronowej. Metoda oddziaływania konfiguracji.	2
Wy11	Korelacja elektronowa II. Rachunek zaburzeń Møllera-Plesseta. Elementy teorii sprzężonych klasterów.	2
Wy12	Teoria funkcjonalu gęstości. Jednocząstkowa macierz gęstości i macierz gęstości par. Twierdzenia Hohenberga-Kohna. Metoda Kohna-Shama.	2
Wy13	Oddziaływanie materii z promieniowaniem elektromagnetycznym. Los cząsteczek w stanach wzbudzonych elektronowo. Fotochemiczne i fotofizyczne procesy w układach molekularnych. Diagram Jabłońskiego. Widma absorpcji i fluorescencji w zakresie UV i widzialnym. Struktura subtelna widm absorpcji i fluorescencji.	2
Wy14	Procesy bezpromienistej dezaktywacji stanów wzbudzonych. Złota reguła Fermiego. Reguły wyboru. Konwersja wewnętrzna. Przecięcia stożkowe. Przejścia międzysystemowe. Transfer energii wzbudzenia - mechanizmy Förstera i Dextera. Naturalne i sztuczne układy przechwytyjące światło. Fotosynteza.	2
Wy15	Oddziaływania międzycząsteczkowe. Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych. Wiązanie wodorowe. Struktura drugorzędowa układów molekularnych, analiza konformacyjna.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. Przypomnienie elementów algebry liniowej. Rachunek operatorowy. Zagadnienie własne i badanie właściwości operatorów.	2
Ćw2	Rozwiązania równania Schrödingera dla modelowych problemów.	2
Ćw3	Proste zastosowania zasady wariacyjnej do modelowych problemów.	2
Ćw4	Proste zastosowania rachunku zaburzeń Rayleigha-Schrödingera do modelowych problemów.	2
Ćw5	Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek I. Przybliżenie π -elektronowe i podstawowe założenia metody Hückela dla węglowodorów nienasyconych. Rozwiązanie zagadnienia własnego. Wyznaczanie współczynników orbitali molekularnych dla prostych cząsteczek.	2
Ćw6	Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek II. Zagadnienie własne w postaci macierzowej. Diagonalizacja hamiltonianu i interpretacja widm wartości własnych i wektorów własnych. Macierz gęstości i rzędów wiązań i analiza populacyjna.	2
Ćw7	Metoda Hartree-Focka. Reguły Slatera-Condon. Rozwiązywanie zadań z metody Hartree-Focka.	2
Ćw8	Zajęcia zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym. Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych.	2
La2	Elementy systemu LINUX I. Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Wybrane polecenia powłoki BASH.	2
La3	Elementy systemu LINUX II. Obsługa wybranych edytorów tekstu. Proste skrypty powłoki BASH.	2
La4	Omówienie wybranych pakietów obliczeń struktury elektronowej. Przygotowanie plików wsadowych. Obliczenia struktury elektronowej atomów w ograniczonej i nieograniczonej metodzie Hartree-Focka (HF). Struktura plików wynikowych i interpretacja wyników obliczeń.	2
La5	Reprezentacja struktury geometrycznej układów molekularnych. Współrzędne ortogonalne i współrzędne wewnętrzne na przykładzie macierzy-Z.	2
La6	Dokładność metod chemii obliczeniowej. Wybór bazy funkcyjnej. Porównanie dokładności wybranych metod ab initio i teorii funkcyjnej gęstości. Walidacja metod obliczeniowych.	2
La7	Optymalizacja geometrii równowagowej cząsteczek i analiza drgań normalnych. Omówienie algorytmów gradientowych optymalizacji geometrii równowagowej. Obliczenia widma częstości drgań cząsteczek w przybliżeniu harmonicznym. Analiza współrzędnych normalnych. Przewidywanie i interpretacja widm w podczerwieni.	2
La8	Teoria orbitali molekularnych. Wyznaczanie krzywych energii potencjalnej cząsteczek dwuatomowych w metodzie HF. Wyznaczanie i interpretacja diagramów orbitali molekularnych i diagramów Walsha. Analiza populacyjna.	2
La9	Metoda oddziaływania konfiguracji. Obliczenia widm stanów elektronowych metodą oddziaływania konfiguracji z pojedynczymi (CIS) i podwójnymi wzbudzeniami (CISD). Badanie ekstensywności i spójności rozmiarowej metody CI.	2

La10	Projekt I – struktura i właściwości termodynamiczne cząsteczki.	2
La11	Mechanizmy reakcji chemicznych. Lokalizacja geometrii stanów przejściowych.	2
La12	Projekt II – Obliczenia widm stanów elektronowych i ich interpretacja dla wybranych cząsteczek wieloatomowych.	2
La13	Praca nad indywidualnymi projektami I.	2
La14	Praca nad indywidualnymi projektami II.	2
La15	Praca nad indywidualnymi projektami III.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład przy tablicy
 N2. Prezentacja multimedialna
 N3. Realizacja zadań/projektów w pracowni komputerowej
 N4. Komputery osobiste / zasoby centrum obliczeniowego / specjalistyczne oprogramowanie

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_W09, PEU_K01	Egzamin końcowy
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01 – PEU_U04, PEU_K01	Zadania domowe i kolokwium
F3 (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U05, PEU_K01	Wykonanie zadań i projektów

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Engel, T., Reid, P., Quantum Chemistry and Spectroscopy, 3rd ed. ed. Pearson, Boston, 2013.
 [2] L. Piela, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.
 [3] D. O. Hayward, Mechanika Kwantowa dla Chemików, PWN, Warszawa, 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] R. W. Góra, Materiały do wykładu: "Chemia Teoretyczna ", 2019

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

Robert Góra, robert.gora@pwr.edu.pl