

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ:

Chemiczny

KIERUNEK STUDIÓW:

Chemia

Przyporządkowany do dyscypliny:

D1 nauki chemiczne

POZIOM KSZTAŁCENIA:

studia drugiego stopnia (3-semesterne)

FORMA STUDIÓW:

stacjonarna

PROFIL:

ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:

polski

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

WYDZIAŁ: CHEMICZNY

Kierunek studiów: Chemia
Poziom studiów: studia drugiego stopnia
Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: nauki ścisłe i przyrodnicze
Dyscyplina: nauki chemiczne

Objaśnienie oznaczeń:

Odniesienie do charakterystyk PRK

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

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

po znaku podkreślenia:

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

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

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

INŻ – efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich.

Symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów uczenia się na II stopniu studiów dla kierunku Chemia

przed znakiem podkreślenia:

K – kierunkowe efekty uczenia się,

2 – drugi stopień studiów

A – profil ogólnoakademicki

ch – kod kierunku

po znaku podkreślenia:

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

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów Chemia Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K2Ach_W01	Dysponuje pogłębioną wiedzą z fizyki i nauk technicznych pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami niezbędnymi do opisu procesów chemicznych i biotechnologicznych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Ach_W02	Posiada zaawansowaną wiedzę z matematyki pozwalającą na zrozumienie, ilościowy opis i modelowanie i/lub projektowanie procesów chemicznych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Ach_W03	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie głównych działów chemii i/lub inżynierii i technologii chemicznej. Orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju chemii i nauk powiązanych.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W04	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	
K2Ach_W05	Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie mechaniki kwantowej i matematycznych metod obliczeniowych niezbędnych do rozumienia chemii kwantowej oraz mechaniki molekularnej.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W06	Posiada uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę pozwalającą na opis i charakterystykę współczesnych metod i technik chemicznych, fizykochemicznych i biochemicznych stosowanych w badaniach związanych ze studiowanym kierunkiem. Zna możliwości praktycznego zastosowania tych metod i technik.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W07	Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie struktury materii. Zna i rozróżnia techniki doświadczalne analizy materiałów dotyczące identyfikacji ich struktury.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W08	Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie doboru i dopasowania modelu matematycznego do danych eksperymentalnych. Zna metody opisowej i graficznej prezentacji danych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
K2Ach_W09	Zna wybrane współczesne narzędzia matematyczne i informatyczne, w tym służące do przeprowadzania obliczeń, modelowania/projektowania struktur chemicznych i/lub procesów chemicznych oraz do statystycznej oceny wyników eksperymentów.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W10	Zna prawne i etyczne uwarunkowania w kontekście działalności naukowej.	P7U_W	P7S_WK	
K2Ach_W11	Definiuje pojęcia i zna zasady związane z ochroną własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz zarządzania zasobami własności intelektualnej.	P7U_W	P7S_WK	

K2Ach_W12	Zna uwarunkowania ekonomiczne mające zastosowanie w obszarze nauk chemicznych.	P7U_W	P7S_WK	
K2Ach_W13	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowisku badawczym lub pomiarowym.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2Ach_W14	Ma podstawową wiedzę z zakresu tworzenia różnych form przedsiębiorczości.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
K2Ach_W15	Ma wiedzę w zakresie doboru surowców i materiałów do prowadzenia syntez i/lub procesów chemicznych oraz sterowania nimi w celu uzyskania optymalnych efektów z punktu widzenia wydajności reakcji, operacji lub procesu.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INŻ
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
K2Ach_U01	Stosuje terminologię chemiczną zgodnie z zaleceniami IUPAC.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U02	Dobiera i stosuje metody/narzędzia matematyczne i informatyczne w planowaniu, projektowaniu, optymalizacji i analizie eksperymentów i procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U03	Samodzielnie interpretuje matematyczny opis podstawowych zjawisk i procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U04	Potrafi zaplanować doświadczenia i wykonać analizy z wykorzystaniem odpowiednich metod i technik badawczych. Potrafi dokonać obliczeń teoretycznych i wykorzystać dostępne oprogramowanie do symulacji eksperymentu czy sprawdzenia korelacji pomiędzy strukturą a właściwościami związku chemicznego na podstawie danych eksperymentalnych i symulacji komputerowych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U05	Dobiera i potrafi wykorzystać odpowiednie metody, techniki i narzędzia badawcze w ramach właściwego kierunku studiów konieczne do wyjaśnienia postawionego problemu.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U06	Wykonuje zaawansowane obliczenia chemiczne, wykorzystując także programy obliczeniowe do modelowania/projektowania struktur chemicznych, reakcji chemicznych i/lub procesów chemicznych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U07	Dobiera i stosuje metody i narzędzia do analizy właściwości fizyko-chemicznych substancji.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U08	Potrafi dobrać i zastosować chemiczne, fizykochemiczne i biochemiczne metody i techniki eksperymentalne do ilościowej i jakościowej analizy różnych substancji i materiałów.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U09	Stosuje odpowiednie techniki spektroskopowe do analizy próbek. Potrafi rejestrować, symulować oraz jakościowo i ilościowo interpretować widma.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U10	Posługuje się oprogramowaniem komputerowym do opracowania wyników i statystycznej analizy danych doświadczalnych.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U11	Wykorzystuje zdobytą wiedzę w zakresie chemii do pokrewnych dziedzin nauki i dyscyplin naukowych. Wykazuje umiejętność pracy w zespołach interdyscyplinarnych.	P7U_U	P7S_UW P7S_UO	
K2Ach_U12	Pozyskuje, krytycznie ocenia i twórczo przetwarza informacje z literatury naukowej, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także anglojęzycznych.	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	
K2Ach_U13	Samodzielnie i/lub w grupie planuje oraz przeprowadza eksperymenty i badania naukowe w zakresie chemii z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Potrafi kierować pracą zespołu/grupy.	P7U_U	P7S_UO	
K2Ach_U14	Potrafi opracować wyniki badań, dokonać ich krytycznej analizy i formułować wnioski.	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INŻ

K2Ach_U15	Potrafi przedstawić wyniki badań własnych w postaci samodzielnie przygotowanego opracowania pisemnego.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U16	Potrafi przedstawić cele i wyniki pracy naukowej w formie prezentacji ustnej lub multimedialnej wykorzystując nowoczesne techniki informacyjno-komunikacyjne.	P7U_U	P7S_UW P7S_UK	P7S_UW_INŻ
K2Ach_U17	Ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku studiów, zgodnie z wymaganiami określonymi dla poziomu A1/A2 i B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7U_U	P7S_UK	
K2Ach_U18	Potrafi samodzielnie planować i realizować ciągłe doskonalenie się oraz ukierunkowuje innych w tym zakresie.	P7U_U	P7S_UU	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
K2Ach_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.	P7U_K	P7S_KK	
K2Ach_K02	Rozumie potrzebę przedsiębiorczego myślenia i działania oraz jest świadomy potrzeby działania na rzecz interesu publicznego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K03	Rozumie potrzebę podejmowania inicjatyw, inspirowania i organizowania działalności na rzecz otoczenia społeczno-gospodarczego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K04	Odpowiedzialnie współdziała w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_K05	Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_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	
K2Ach_K07	Ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej i konieczności podtrzymywania etosu zawodu inżyniera.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_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: CHEMIA	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 ASZ 1110 COM	<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, możliwości zatrudnienia</i> <i>Absolwent studiów II-go stopnia kierunku Chemia</i> <ul style="list-style-type: none">• wykazuje biegłą znajomość zagadnień z zakresu wybranej specjalności (Analityka środowiskowa i żywności – ASZ, Chemia organiczna i medyczna – COM);• jest przygotowany do podjęcia pracy w laboratoriach, zarówno tradycyjnych, jak i wyposażonych w zaawansowaną aparaturę, o profilu związanym z chemią, w tym: analizą chemiczną, syntezą organiczną, oceną i/lub kontrolą jakości, środowiskiem, żywnością, kosmetologią i farmacją;• jest zdolny do podjęcia pracy w jednostkach badawczych i badawczo-rozwojowych przemysłu chemicznego oraz innych pokrewnych gałęzi przemysłu oraz instytucjach naukowych;

	<ul style="list-style-type: none"> • dysponuje szeroką wiedzą pozwalającą na rozwiązywanie problemów chemicznych oraz proponowanie nowych koncepcji, szczególnie we współpracy za specjalistami innych dyscyplin naukowych; • potrafi przygotować i prezentować referaty, a także prowadzić merytoryczne dyskusje ze specjalistami; • jest przygotowany do pracy w zespole, również interdyscyplinarnym, organizowania pracy grupowej i do kreatywnego kierowania pracą zespołową; • potrafi samodzielnie pogłębiać swoją wiedzę i umiejętności; • jest przygotowany do podjęcia studiów w Szkole Doktorskiej
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p><i>Możliwość ubiegania się o przyjęcie do Szkoły Doktorskiej, studia podyplomowe</i></p>	<p><i>1.8 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”. Program studiów II stopnia na kierunku Chemia 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 z zakresu innowacyjnych procesów chemicznych, (5) rozwijanie kompetencji społecznych, ze szczególnym naciskiem na rozwój umiejętności pracy zespołowej, (6) rozwijanie zdolności pracy metodą projektową.</i></p>

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 15, U (umiejętności) = 18, 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>Analityka środowiskowa i żywności</i>	67
<i>Chemia organiczna i medyczna</i>	65

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 **Chemii** 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 doświadczenia naukowe, opracowywać i interpretować ich wyniki oraz wiązać je z odpowiednimi teoriami lub hipotezami naukowymi, (2) Zna mechanizmy budowania i funkcjonowania zespołów pracowników oraz czynników wpływających na ich efektywność i skuteczność. Wie jak planować i zarządzać czasem własnym w działaniach indywidualnych oraz w przedsięwzięciach zespołowych, (3) Posiada podstawową wiedzę o procesach zarządzania. Zna funkcje, zasady i instrumenty zarządzania, w tym zarządzania jakością, oraz identyfikuje podstawowe problemy zarządzania. Posiada poszerzoną wiedzę o procesach zarządzania, w tym w szczególności o cechach i kierunkach rozwoju współczesnego zarządzania oraz o wartościach istotnych dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględnianych w procesie zarządzania.

Zakładane efekty uczenia się wpisują się w aktualne potrzeby jednostek kontroli jakości, laboratoriów analitycznych, przemysłu chemicznego i branż z nim związanych, w tym firm i zakładów chemicznych zajmujących się projektowaniem, syntezą i rozwojem technologii wytwarzania nowoczesnych chemikaliów, przemysłu spożywczego, syntezy i przetwórstwa związków organicznych, w tym polimerów, peptydów i aktywnych składników farmaceutyków, wytwarzania materiałów ceramicznych, budowlanych, przemysłu metalurgicznego.

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)
Analityka środowiskowa i żywności	49,4
Chemia organiczna i medyczna	50,05

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

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

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

	ASZ	COM
Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	9	9
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	49	46
Łączna liczba punktów ECTS	58	55

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

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

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

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

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

4. Lista bloków zajęć:

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

4.1.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

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

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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																			

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

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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																			

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

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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																			

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.1.1.4 Technologie informacyjne (min. pkt ECTS):

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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 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 Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.2.1 Blok *Matematyka*

ASZ i COM

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	W03CHE-SM1028W	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09 K2Ach_K01	15	30	1		0,65	T/Z	Z				PD
Razem			1						15	30	1		0,65						

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	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
Razem																			

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.1.2.3 Blok *Chemia*

ASZ i COM

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	W03CHE-SM1023W	Chemia teoretyczna	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09 K2Ach_K01	30	75	3		1,3	T/Z	E				PD
Razem			2						30	75	3		1,3		1				

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
	w	ć	l	p	s					
ASZ COM	3					45	105	4		1,95

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. nauką – DN

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

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

4.1.3 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącзна	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno -uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W03CHE-SM1001C	Chemia teoretyczna		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K01	15	50	2		0,7	T/Z	Z			P	K
2.	W03CHE-SM1001L	Chemia teoretyczna			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15 K2Ach_K01	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
3.	W03CHE-SM1002W	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		K
4.	W03CHE-SM1002L	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K04	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	K
5.	W03CHE-SM1022W	Spektroskopia	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_K08	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		K
6.	W03CHE-SM1004W	Krystalografia	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01 K2Ach_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		K
7.	W03CHE-SM1004C	Krystalografia.		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną 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):

ASZ i COM

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.	W03-SM1002BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	1					K2Ach_W10 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	15	60	2		0,65	T/Z	Z	O			KO
2.	W03-SM1001BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	2					K2Ach_W11 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_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):

ASZ i COM

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-SM0002	Język obcy II		3				K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	45	60	2		1,8	T/Z	Z	O			P	KO
2.	SJO-SM0001	Język obcy I		1				K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	15	30	1		0,6	T/Z	Z	O			P	KO
Razem				4					60	90	3		2,4						3	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć 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					
ASZ COM	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

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 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

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

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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																			

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

Lp.	Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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																			

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					

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 (29 pkt ECTS):

ASZ i COM

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	W03W03-SM1053S	Proseminarium dyplomowe					1	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
2	W03W03-SM1054D	Praca dyplomowa I			4			K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	60	150	6	6	3	T	Z		DN	P	K
3	W03W03-SM1055D	Praca dyplomowa II			14			K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	210	500	20	20	9,5	T	Z		DN	P	K
4	W03W03-SM1056S	Seminarium. dyplomowe					1	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_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*

ASZ i COM (4 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	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	CHE-SM1001BW	Przedmiot wybieralny kierunkowy*	4					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	60	100	4		2,6	T/Z	Z				K
Razem			4						60	100	4		2,6						

Lista przedmiotów wybieralnych kierunkowych*

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- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W03CHE-SM1101W	Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
2.	W03CHE-SM1108W	Nowe leki nieorganiczne - projektowanie i właściwości	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
3.	W03CHE-SM1103W	Metalurgia chemiczna	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
4.	W03CHE-SM1105W	Sensory i biosensory – alternatywne narzędzia analityczne	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
5.	W03CHE-SM1109W	Naturalne produkty medyczne	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
6.	W03CHE-SM1110W	Nowoczesna chemia analityczna	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
7.	W03CHE-SM1102W	Fizyczna chemia organiczna	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
8.	W03CHE-SM1107W	Kataliza – podstawy i aplikacje	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
9.	W03CHE-SM1111W	Biokatalizatory w syntezie	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
10.	W03CHE-SM1112W	Leki biotechnologiczne	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
11.	W03CHE-SM1113W	Polimery w medycynie	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K
12.	W03CHE-SM1104W	Chemia związków koordynacyjnych, metaloorganicznych i supramolekularnych	2						30	50	2		1,3	T/Z	Z				K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną 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

***Lista przedmiotów wybieralnych kierunkowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do przedmiotu „przedmiot wybieralny”(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					
ASZ COM	4		18		2	360	825	33	29	16,5

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

4.2.4 Lista bloków specjalnościowych

4.2.4.1 Blok Przedmioty specjalnościowe

Analityka środowiskowa i żywności (29 pkt. ECTS)

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W03CHE-SM1003L	Spektroskopia			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U14 K2Ach_K05 K2Ach_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
2.	W03CHE-SM1005W	Metody i techniki izotopowe	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W13	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S
3.	W03CHE-SM1005L	Metody i techniki izotopowe.			1			K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U15 K2Ach_K04 K2Ach_K05	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
4.	W03CHE-SM1025W	Metody i techniki elektroanalityczne	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W15	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
5.	W03CHE-SM1007L	Metody i techniki elektroanalityczne.			1			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
6.	W03CHE-SM1026W	Analiza środowiskowa, żywności i leków..	1					K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	25	1	1	0,65	T/Z	E		DN		S
7.	W03CHE-SM1006L	Analiza środowiskowa, żywności i leków			4			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K04 K2Ach_K05	60	100	4	4	2,8	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 Ogólnuczelniany – 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

8.	W03CHE-SM1006S	Analiza środowiskowa, żywności i leków.					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
9.	W03CHE-SM1008W	Ekstrakcja i chromatografia w analityce	2					K2Ach_W01 K2Ach_W06 K2Ach_W15	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
10.	W03CHE-SM1008L	Ekstrakcja i chromatografia w analityce.			2			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U14 K2Ach_K04 K2Ach_K05	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
11.	W03CHE-SM1008S	Ekstrakcja i chromatografia w analityce..					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K04	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
12.	W03CHE-SM1027W	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		S
13.	W03CHE-SM1009L	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce.			2			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
14.	W03CHE-SM1009S	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce..					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
15.	W03CHE-SM1024W	Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W06 K2Ach_K08	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
16.	W03CHE-SM1029W	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce	2					K2Ach_W08 K2Ach_W09	30	50	2		1,3	T/Z	Z				S
17.	W03CHE-SM1011S	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce.					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	25	1		0,7	T/Z	Z			P	S
18.	W03CHE-SM1030W	Spektrometria mas i jej zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
19.	W03CHE-SM1012C	Spektrometria mas i jej zastosowania.		1				K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12	15	25	1	1	0,7	T/Z	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

							K2Ach_U14												
								405	725	29	26	18,4		3				17	

Chemia organiczna i medyczna (29 pkt. ECTS)

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedmiotu/ grupy zajęć	Sposób ³ zaliczenia	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
1.	W03CHE-SM1032W	Chemia koordynacyjna i metaloorganiczna	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_K01	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		S
2.	W03CHE-SM1031W	Planowanie syntezy: strategia i taktyka.	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_W15	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S
3.	W03CHE-SM1016P	Planowanie syntezy: strategia i taktyka				1		K2Ach_U01 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K02	15	25	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
4.	W03CHE-SM1033W	Techniki syntezy peptydów	2					K2Ach_W03 K2Ach_W15 K2Ach_U06	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
5.	W03CHE-SM1034W	Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów	2					K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W15 K2Ach_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		S
6.	W03CHE-SM1034L	Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów.			2			K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U11 K2Ach_K01 K2Ach_K08	30	50	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
7.	W03CHE-SM1035W	Projektowanie leków	2					K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_U04 K2Ach_U12 K2Ach_K02	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		S
8.	W03CHE-SM1020W	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S
9.	W03CHE-SM1020C	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych.		2				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07	30	50	2	2	1,4	T/Z	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

								K2Ach_U08 K2Ach_U09											
10.	W03CHE-SM1036L	Techniki syntezy organicznej			4			K2Ach_W03 K2Ach_W13 K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U12 K2Ach_U14	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	S
11.	W03CHE-SM1037W	Synteza i transformacje grup funkcyjnych	2					K2Ach_W03 K2Ach_W12	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
12.	W03CHE-SM1037S	Synteza i transformacje grup funkcyjnych					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U16	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
13.	W03CHE-SM1038L	Wieloetapowa synteza związków biologicznie aktywnych			4			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U09 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	60	75	3		2,8	T	Z			P	S
14.	W03CHE-SM1021L	Modelowanie molekularne			2			K2Ach_U06 K2Ach_U10 K2Ach_U11 K2Ach_U16 K2Ach_K01	30	50	2		1,4	T	Z			P	S
Razem			12	2	12	1	1		420	725	29	24	19,05		3			14	

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					
ASZ	10	1	12	0	4	405	725	29	26	18,4
COM	12	2	12	1	1	420	725	29	24	19,05

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

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

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

Typ pracy dyplomowej	licencyjska / inżynierska / magisterska*	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
3	29	W03W03-SM1053S W03W03-SM1054D W03W03-SM1055D W03W03-SM1056S
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	

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

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

6. Zakres egzaminu dyplomowego

ASZ

1. Zaawansowana chemia analityczna.
2. Metody analizy instrumentalnej

COM

1. Wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej chemii organicznej i medycznej
2. Metody analizy instrumentalnej.
3. Synteza organiczna

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

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

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

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

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ:	CHEMICZNY
KIERUNEK STUDIÓW:	CHEMIA
POZIOM KSZTAŁCENIA:	studia drugiego stopnia (3sem)
FORMA STUDIÓW:	stacjonarna
PROFIL:	ogólnoakademicki
SPECJALNOŚĆ:	Analityka środowiskowa i żywności
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	polski
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: CHEMIA****Specjalność: Analityka środowiskowa i żywności**

Przedmioty specjalnościowe

Przedmioty kierunkowe(wspólne z COM)

Przedmioty wybieralne

Sem.	I	II	III
Godz.	25h / 30ECTS / 2E	25h / 30 ECTS / 3E	23h / 30 ECTS
26			
25	Przedmiot wybieralny 2w (2 ECTS)	Przedmiot humanistyczno-menadżerski 1w (2 ECTS)	
24		Przedmiot humanistyczno-menadżerski 2w (3 ECTS)	
23	Metody i techniki izotopowe 1w + 1l (2 + 1 ECTS)		Przedmiot wybieralny 2w (2 ECTS)
22		Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania 1w (1 ECTS)	
21	Krystalografia 2w + 1c (3 + 2 ECTS) E	Metody i techniki elektroanalityczne 1w + 1l (1 + 1 ECTS)	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych 1w (1 ECTS)
20			Zapewnienie i kontrola jakości w analityce 2w + 1s (2 + 1 ECTS)
19		Analiza środowiskowa, żywności i leków E 1w + 4l + 1s (1 + 4 + 1 ECTS)	
18	Spektroskopia 1w (2 ECTS)		Spektrometria mas i jej zastosowania 1w + 1c (1 + 1 ECTS)
17	Spektroskopia 2l (2 ECTS)		
16			Praca dyplomowa II 14l (20 ECTS)
15	Metody instrumentalne w analizie chemicznej		
14	1w + 4l (2 + 3 ECTS)		
13		Ekstrakcja i chromatografia w analityce E 2w + 2l + 1s (2 + 2 + 1 ECTS)	
12			
11			
10	Chemia teoretyczna E 2w + 1c + 2l (3 + 2 + 2 ECTS)		
9			
8		Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce E 1w + 2l + 1s (2 + 2 + 1 ECTS)	
7			
6			
5			
4	Język obcy II 3c (2 ECTS)	Praca dyplomowa I 4l (6 ECTS)	
3			
2	Język obcy I 1c (1 ECTS)		
1	Proseminarium dyplomowe 1s (1 ECTS)		Seminarium dyplomowe 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 19

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. o	rodzaj ⁷
1.	W03CHE-SM1023W	Chemia teoretyczna	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09 K2Ach_K01	30	75	3		1,3	T/Z	E				PD
2.	W03CHE-SM1001C	Chemia teoretyczna		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K01	15	50	2		0,7	T/Z	Z			P	K
3.	W03CHE-SM1001L	Chemia teoretyczna			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15 K2Ach_K01	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
4.	W03CHE-SM1002W	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		K
5.	W03CHE-SM1002L	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K04	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	K
6.	W03CHE-SM1022W	Spektroskopia	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć 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

6 punktów ECTS

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	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-SM1053S	Proseminarium dyplomowe						1	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
2	SJO-SM0002	Język obcy II		3					K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	45	60	2		1,8	T/Z	Z	O		P	KO
3	SJO-SM0001	Język obcy I		1					K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	15	30	1		0,6	T/Z	Z	O		P	KO
4	CHE-SM1001BW	Przedmiot wybieralny kierunkowy*	2						K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	50	2		1,3	T/Z	Z				S
Razem			2	4				1		105	165	6	1	4,4					4	

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
9	6	9		1	375	765	30	18	16,65

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 specjalnościowe: *Analityka środowiskowa i żywności*

liczba punktów ECTS 19

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 prze- dmiotu/ grup y 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.	W03CHE-SM1025W	Metody i techniki elektroanalityczne	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_W15	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
2.	W03CHE-SM1007L	Metody i techniki elektroanalityczne.			1			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	15	25	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
3.	W03CHE-SM1026W	Analiza środowiskowa, żywności i leków..	1					K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	25	1	1	0,65	T/Z	E		DN		S
4.	W03CHE-SM1006L	Analiza środowiskowa, żywności i leków			4			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K04 K2Ach_K05	60	100	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
5.	W03CHE-SM1006S	Analiza środowiskowa, żywności i leków.					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
6.	W03CHE-SM1008W	Ekstrakcja i chromatografia w analityce	2					K2Ach_W01 K2Ach_W06 K2Ach_W15	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
7.	W03CHE-SM1008L	Ekstrakcja i chromatografia w analityce.			2			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U14 K2Ach_K04 K2Ach_K05	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 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

8.	W03CHE-SM1008S	Ekstrakcja i chromatografia w analityce..					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K04	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
9.	W03CHE-SM1027W	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	50	2	2	0,65	T/Z	E		DN		S
10.	W03CHE-SM1009L	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce.			2			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
11.	W03CHE-SM1009S	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce..					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
12.	W03CHE-SM1024W	Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W06 K2Ach_K08	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
Razem			6	9			3		270	475	19	19	12,3		3			12	

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

11 punktów ECTS

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ₆	rodzaj ⁷
1.	W03-SM1002BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	1					K2Ach_W10 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	15	60	2		0,65	T/Z	Z	O			KO
2.	W03-SM1001BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	2					K2Ach_W11 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	30	90	3		1,3	T/Z	Z	O			KO
3.	W03W03-SM1054D	Praca dyplomowa I			4			K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	60	150	6	6	3	T	Z		DN	P	K
Razem			3		4				105	300	11	6	4,95					6	

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		13		3	375	775	30	25	17,25

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 3

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 1

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.	W03CHE-SM1028W	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09 K2Ach_K01	15	30	1		0,65	T/Z	Z				PD
Razem			1						15	30	1		0,65						

Przedmioty specjalnościowe: *Analityka środowiskowa i żywności* liczba punktów ECTS 5

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	W03CHE-SM1029W	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce	2					K2Ach_W08 K2Ach_W09	30	50	2		1,3	T/Z	Z				S
2	W03CHE-SM1011S	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce.					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	25	1		0,7	T/Z	Z			P	S
3	W03CHE-SM1030W	Spektrometria mas i jej zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	25	1	1	0,65	T/Z	Z		DN		S
4	W03CHE-SM1012C	Spektrometria mas i jej zastosowania.		1				K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U14	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
Razem			3	1			1		75	125	5	2	3,35					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

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

24 punkty ECTS

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	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.	CHE-SM1001BW	Przedmiot wybieralny kierunkowy*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	50	2		1,3	T/Z	Z				S
2.	W03W03-SM1055D	Praca dyplomowa II			14			K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	210	500	20	20	9,5	T	Z		DN	P	K
3.	W03W03-SM1056S	Seminarium. dyplomowe					1	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K08	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			2		14		1		255	600	24	22	11,5					22	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
6	1	14		2	345	755	30	24	15,5

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwy przedmiotów/ grup zajęć kończących się egzaminem	Semestr
W03CHE-SM1004W	Krystalografia	1
W03CHE-SM1023W	Chemia teoretyczna	1
W03CHE-SM1026W	Analiza środowiskowa, żywności i leków	2
W03CHE-SM1008W	Ekstrakcja i chromatografia w analityce	2
W03CHE-SM1027W	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce	2

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 **Chemia**, na specjalności :
Analityka środowiskowa i żywności

.....
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:	CHEMIA
POZIOM KSZTAŁCENIA:	studia drugiego stopnia (3 sem)
FORMA STUDIÓW:	stacjonarna
PROFIL:	ogólnoakademicki
SPECJALNOŚĆ:	Chemia organiczna i medyczna
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	polski
OBYWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:	2024/2025

Struktura planu studiów (opcjonalnie)

1) w układzie punktowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

2) w układzie godzinowym

(miejsce na zamieszczenie schematu planu studiów)

STUDIA II STOPNIA, MAGISTERSKIE (3 sem)

KIERUNEK: CHEMIA

Specjalność: Chemia organiczna i medyczna

Przedmioty specjalnościowe

Przedmioty kierunkowe(wspólne z ASZ)

Przedmioty wybieralne

Sem.	I	II	III
Godz.	25 h / 30ECTS / 2E	25h / 30ECTS / 3E	24h/ 30ECTS
26			
25	Przedmiot wybieralny	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	
24	2w (2 ECTS)	2w (3 ETCS)	Przedmiot wybieralny
23	Planowanie syntezy: strategia i taktyka 1w + 1p (2 + 1) ECTS	Przedmiot humanistyczno-menedżerski 1w (2 ETCS)	2w (2 ECTS)
22		Techniki syntezy peptydów E 2w (2 ECTS)	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych 1w (1 ECTS)
21	Chemia koordynacyjna i metaloorganiczna		Wieloetapowa synteza związków biologicznie aktywnych
20	2w (2 ECTS)	Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów E	4l (3ECTS)
19	Krystalografia E	2w + 2l	
18	2w + 1c	(3 + 2) ECTS	Modelowanie molekularne
17			2l (2 ECTS)
16	Spektroskopia 1w (2 ECTS)	Projektowanie leków 2w (2 ECTS)	
15	Metody instrumentalne w analizie chemicznej		Praca dyplomowa II
14	1w + 4l	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	14l (20 ECTS)
13	(2 + 3) ECTS	1w + 2c (2 + 2) ECTS	
12			
11		Techniki syntezy organicznej 4l (3 ECTS)	
10	Chemia teoretyczna E		
9	2w + 1c + 2l		
8	(3 + 2 + 2) ECTS		
7			
6		Synteza i transformacje grup funkcyjnych E 2w + 1s	
5		(2 + 1) ECTS	
4	Język obcy II		
3	3c (2 ECTS)	Praca dyplomowa I 4l (6 ECTS)	
2	Język obcy I		
1	1c (1 ECTS)		
1	Proseminarium dyplomowe 1s (1 ECTS)		Seminarium dyplomowe 1s (2ECTS)
Sem.	I	II	III

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

Semestr 1

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 19

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W03CHE-SM1023W	Chemia teoretyczna	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09 K2Ach_K01	30	75	3		1,3	T/Z	E				PD
2	W03CHE-SM1001C	Chemia teoretyczna		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14 K2Ach_K01	15	50	2		0,7	T/Z	Z			P	K
3	W03CHE-SM1001L	Chemia teoretyczna			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15 K2Ach_K01	30	50	2		1,4	T	Z			P	K
4	W03CHE-SM1002W	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		K
5	W03CHE-SM1002L	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10 K2Ach_K04	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	K
6	W03CHE-SM1022W	Spektroskopia	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		K

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć 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

									K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_K08											
7	W03CHE-SM1004W	Krystalografia	2						K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01 K2Ach_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		K
8	W03CHE-SM1004C	Krystalografia.		1					K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11 K2Ach_K01 K2Ach_K04	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			6	2	6					210	475	19	12	9,5		2			9	

Przedmioty specjalnościowe: *Chemia organiczna i medyczna* liczba punktów ECTS 5

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	W03CHE-SM1031W	Planowanie syntezy: strategia i taktyka.	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_W15	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN			S
2	W03CHE-SM1016P	Planowanie syntezy: strategia i taktyka				1		K2Ach_U01 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K02	15	25	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P		S
3	W03CHE-SM1032W	Chemia koordynacyjna i metaloorganiczna	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_K01	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN			S
Razem			3			1			60	125	5	5	2,7						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 działal. naukową – DN

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

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

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

6 punktów ECTS

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	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	rodz aj ⁷	
1	W03W03-SM1053S	Proseminarium dyplomowe						1	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K07	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
2	SJO-SM0002	Język obcy II		3					K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	45	60	2		1,8	T/Z	Z	O		P	KO
3	SJO-SM0001	Język obcy I		1					K2Ach_U17 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K04	15	30	1		0,6	T/Z	Z	O		P	KO
4	CHE-SM1001BW	Przedmiot wybieralny*	2						K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	50	2		1,3	T/Z	Z				S
Razem			2	4				1		105	165	6	1	4,4					4	

Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
11	6	6	1	1	375	765	30	18	16,6

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Semestr 2

Przedmioty specjalnościowe: *Chemia organiczna i medyczna*

liczba punktów ECTS 19

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 zalicze ni a	Przedmiot/grupa zajęć			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łąc zna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno -uczel niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1.	W03CHE-SM1033W	Techniki syntezy peptydów	2					K2Ach_W03 K2Ach_W15 K2Ach_U06	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		S
2.	W03CHE-SM1034W	Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów	2					K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W15 K2Ach_K01	30	75	3	3	1,3	T/Z	E		DN		S
3.	W03CHE-SM1034L	Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów.			2			K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U11 K2Ach_K01 K2Ach_K08	30	50	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
4.	W03CHE-SM1035W	Projektowanie leków	2					K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_U04 K2Ach_U12 K2Ach_K02	30	50	2	2	1,3	T/Z	Z		DN		S
5.	W03CHE-SM1020W	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	50	2	2	0,65	T/Z	Z		DN		S
6.	W03CHE-SM1020C	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych.		2				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	30	50	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
7.	W03CHE-SM1036L	Techniki syntezy organicznej			4			K2Ach_W03 K2Ach_W13 K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U12 K2Ach_U14	60	75	3	3	2,8	T	Z		DN	P	S
8.	W03CHE-SM1037W	Synteza i transformacje grup funkcyjnych	2					K2Ach_W03 K2Ach_W12	30	50	2	2	1,3	T/Z	E		DN		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 działal. naukową – DN

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

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

9.	W03CHE-SM1037S	Synteza i transformacje grup funkcyjnych					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U16	15	25	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
Razem			9	2	6		1		270	475	19	19	12,15		3			8	

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

11 punktów ECTS

Lp.	Kod przedmiotu/ grupy zajęć	Nazwa przedmiotu/grupy zajęć (grupę zajęć oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² przedm iotu/ grupy zajęć	Spo- sób ³ zali- czenia	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-SM1002BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	1					K2Ach_W10 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	15	60	2		0,65	T/Z	Z	O				KO
2.	W03-SM1001BH	Przedmiot humanistyczno-menedżerski	2					K2Ach_W11 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03 K2Ach_K07	30	90	3		1,3	T/Z	Z	O				KO
3.	W03W03-SM1054D	Praca dyplomowa I			4			K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	60	150	6	6	3	T	Z		DN	P	K	
Razem			3		4				105	300	11	6	4,95						6	

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					
12	2	10		1	375	775	30	25	17,1

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 działal. naukową – DN

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

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

Semestr 3

Przedmioty/grupy zajęć obowiązkowe liczba punktów ECTS 1

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	W03CHE-SM1028W	Uczenie maszynowe w naukach chemicznych	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09 K2Ach_K01	15	30	1		0,65	T/Z	Z				PD
Razem			1						15	30	1		0,65						

Przedmioty specjalnościowe: *Chemia organiczna i medyczna* liczba punktów ECTS 5

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	W03CHE-SM1038L	Wieloetapowa synteza związków biologicznie aktywnych			4			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U09 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K04	60	75	3		2,8	T	Z				P	S
2	W03CHE-SM1021L	Modelowanie molekularne			2			K2Ach_U06 K2Ach_U10 K2Ach_U11 K2Ach_U16 K2Ach_K01	30	50	2		1,4	T	Z				P	S
Razem					6				90	125	5		4,2						5	

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

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

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

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

Przedmioty/grupy zajęć wybieralne

liczba punktów ECTS 24

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			ogól no- uczel - nian y ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. 6	rodzaj ⁷
1.	CHE-SM1001BW	Przedmiot wybieralny kierunkowy*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	50	2		1,3	T/Z	Z				S
2.	W03W03-SM1055D	Praca dyplomowa II			14			K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15 K2Ach_K01 K2Ach_K05 K2Ach_K07	210	500	20	20	9,5	T	Z		DN	P	K
3.	W03W03-SM1056S	Seminarium. dyplomowe					1	K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K08	15	50	2	2	0,7	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			2		14		1		255	600	24	22	11,5					22	

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
3		20		1	360	755	30	22	16,35

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Przedmiot/ grupa zajęć Ogólnouczelniany – O

⁵Przedmiot/ grupa zajęć związany/-a z prowadzoną 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

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod przedmiotu/grupy zajęć	Nazwy przedmiotów/ grup zajęć kończących się egzaminem	Semestr
W03CHE-SM1004W	Krystalografia	1
W03CHE-SM1023W	Chemia teoretyczna	1
W03CHE-SM1033W	Techniki syntezy peptydów	2
W03CHE-SM1034W	Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów	2
W03CHE-SM1037W	Synteza i transformacje grup funkcyjnych	2

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 **Chemia**, na specjalności :
Chemia organiczna i medyczna

.....
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

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

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

KARTY PRZEDMIOTÓW

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Analiza środowiskowa, żywności i leków
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Environmental, food and medicaments analysis
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności
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	W03CHE-SM10026W, W03CHE-SM1006L, W03CHE-SM1006S
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		60		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	25		100		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	1		4		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,65		2,8		0,7

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
<ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia 2. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z podstawową terminologią i definicjami dotyczącymi próbek środowiskowych, żywności i leków
- C2 Zapoznanie z metodami pobierania i przygotowania próbek środowiskowych, leków i żywności w celu przeprowadzenia analizy chemicznej
- C3 Przedstawienie technik eksperymentalnych oraz metod i procedur przygotowania próbek środowiskowych, leków i żywności stosowanych w celu przeprowadzenia analizy chemicznej oraz zastosowanie technik instrumentalnych.
- C4 Zaznajomienie z teoretycznymi podstawami funkcjonowania odpowiedniej aparatury pomiarowej stosowanej rutynowo w procesie analizy próbek środowiskowych, leków i żywności.
- C5 Zdobycie umiejętności wyboru i przeprowadzenia optymalnej dla danego rodzaju próbek i celu analizy metody pobierania i przygotowania próbek do analizy
- C6 Uzyskanie umiejętności zastosowania aparatury pomiarowej w instrumentalnej analizie chemicznej.
- C7 Utrwalenie umiejętności wykonywania obliczeń niezbędnych do opracowania wyników przeprowadzanych oznaczeń i analiz oraz statystycznego opracowania wyników i analizy błędów
- C8 Nabycie i utrwalenie umiejętności przeprowadzania przeglądów literaturowych na tematy związane z analityką oraz umiejętności przygotowania i wygłoszenia prezentacji multimedialnych na podstawie zgromadzonej literatury

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Student zna podstawowe definicje i terminy typowe dla próbek środowiskowych, żywności i leków, zna aspekty prawne mające zastosowanie w analizie tego rodzaju próbek
- PEU_W02 Student zna zasady pobierania różnego rodzaju próbek środowiskowych, żywności i leków
- PEU_W03 Student zna metody przygotowania próbek do analizy, umie wybrać metodę optymalną dla danego rodzaju próbek i celu analizy
- PEU_W04 Student zna metody instrumentalne stosowane w analizie składników i zanieczyszczeń próbek środowiskowych, żywności i leków, zna ich zalety, wady i typowe zastosowania
- PEU_W05 Student zna metody walidacji procedur analitycznych i technik instrumentalnych oraz cel i sposób zastosowania certyfikowanych materiałów odniesienia, potrafi przeprowadzić analizę statystyczną wyników analitycznych oraz ich interpretację.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_U01 Student umie wybrać i zastosować optymalną dla danego rodzaju próbki i celu przeprowadzenia analizy metodę pobierania i przygotowania próbek
- PEU_U02 Student potrafi wykonać analizy z wykorzystaniem aparatury odpowiedniej dla rodzaju oznaczanego składnika i celu analizy
- PEU_U03 Student umie wykonać obliczenia niezbędne w czasie przygotowania próbek do analizy oraz prowadzące do uzyskania końcowego wyniku przeprowadzonych analiz i oznaczeń oraz potrafi przeprowadzić ocenę poprawności uzyskanych wyników i weryfikację błędów pomiarowych
- PEU_U04 Student umie przeprowadzić przegląd literatury na zadany temat związany z analizą i monitoringiem próbek środowiskowych, żywności i leków oraz przeanalizować wyniki przedstawione w publikowanych pracach

PEU_U05	Student potrafi przygotować prezentację multimedialną na zadany temat na podstawie wybranych publikacji
PEU_U06	Student umie przedstawić prezentację multimedialną przygotowaną przez siebie i odpowiedzieć na zadawane przez słuchaczy pytania związane z omawianym tematem.
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji i ciągłego dokształcania się
PEU_K02	Student i współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze, ma świadomość odpowiedzialności za wspólne działania
PEU_K03	Student potrafi określić priorytety niezbędne do realizacji zadań własnych lub innych członków grupy

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy 1	Wprowadzenie do analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Żywność: definicje (UE i inne), rodzaje składników produktów żywnościowych (klasyfikacje), charakterystyka badań typowych dla danego rodzaju próbki. Leki: definicja; terminologia; wprowadzenie w kwestie prawne, farmakopee.	2
Wy 2	Wprowadzenie do analityki leków; harmonizacja. Analityka środowiskowa – charakterystyka i specyfika pomiarów. Metrologia w analizie środowiskowej, żywności i leków. Niepewność i budżet niepewności, walidacja, spójność i inne parametry. Metody referencyjne.	2
Wy 3	Analiza środowiskowa: klasyfikacja próbek środowiskowych. Prawo unijne, krajowe, normy. Obiekty i ekosystemy – układy otwarte i zamknięte. Aktywne i pasywne metody pobierania próbek. Problemy reprezentatywności próbek. Ogólne zasady wstępnego postępowania z próbkami. Monitoring i mobilność zanieczyszczeń. Analiza powietrza i gazów.	2
Wy 4	Analiza zanieczyszczeń powietrza – wybrane problemy. Analiza wody i ścieków: rodzaje wód i ścieków oraz ich charakterystyka i składniki; próbkowanie, zanieczyszczenia; chemiczne i fizyczne metody analizy; wybrane aspekty mikrobiologiczne. Analiza gleby: charakterystyka i rodzaje gleb; składniki gleb; kwasowość; rodzaje wody; przykładowe typowe badania gleby.	2
Wy 5	Analiza gleby: oznaczanie składników mineralnych; oznaczanie pH gleby; analiza związków organicznych; oznaczanie różnych rodzajów węgla, analizatory. Środowiskowe próbki z matrycą biologiczną: ekosystem, flora i fauna, bioindykatory; rodzaje badań. Surfaktanty i metody ich oznaczania. Walidacja i certyfikowane materiały odniesienia w analizie środowiskowej.	2
Wy 6	Analiza żywności: przykładowe ogólne procedury postępowania; procedury pobierania i przygotowania próbek do pomiaru – składniki mineralne, pierwiastki, składniki organiczne, mikroorganizmy; metody analizy i kontroli żywności; aspekty prawne - normy; specjacja; żywność transgeniczna i jej analiza – testy i metody immunochemiczne; oznaczanie podstawowych składników żywności; pestycydy.	2

Wy 7	Analiza reologiczna i sensoryczna. Analiza leków: badania wstępne i ogólne; metody chemiczne i fizyczne w analizie leków; materiały odniesienia i standardy; aspekty prawne – walidacja i harmonizacja; polimorfizm leków – transformacje i metody analizy form polimorficznych. Chiralność leków.	2
Wy 8	Trendy w analityce próbek środowiskowych, żywności i leków. Substancje ziołowe i ich analityka. Analiza śladowa. Analiza frakcjonowana.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sposób prowadzenia i warunki zaliczenia kursu. Zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium. Wprowadzenie do zajęć laboratoryjnych – zasady pracy zgodne z Dobrą Praktyką Laboratoryjną	4
La2	Analiza ilościowa substancji czynnych w wybranych preparatach farmaceutycznych	4
La3	Analiza suplementów diety - oznaczanie żelaza	4
La4	Oznaczenie zawartości pektyn w marmoladach i dżemach	4
La5	Oznaczanie szczawianów w wybranych używkach	4
La6	Pośrednie oznaczanie chlorków i siarczanów	4
La7	Ocena przydatności tłuszczów do spożycia – wyznaczanie liczb tłuszczowych	4
La8	Analiza cukrów	4
La9	Zastosowanie metod spektrofotometrycznych do oznaczania witaminy E w żywności	4
La10	Oznaczanie kofeiny	4
La11	Oznaczanie małych ilości azotanów (III) metodą riwanolową	4
La12	Oznaczanie ortofosforanów rozpuszczonych metodą kolorymetryczną	4
La13	Oznaczanie zawartości związków polifenolowych w próbkach pochodzenia roślinnego	4
La14	Oznaczanie Ca, K, Mg i Na w wodach z wykorzystaniem metody OES ze wzbudzeniem w mikroplazmie	
La15	Warsztaty dydaktyczne	4
	Suma godzin:	60

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie celów i technik zbierania informacji na wybrane tematy seminaryjne z zakresu analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Wybór dwóch tematów. Ustalenie terminów i zasad prezentacji. Omówienie zasad oceniania wystąpień i prezentacji.	2
Se2- Se4	Seminarium na wybrany przez Studenta temat dotyczący analizy próbek środowiskowych, żywności i leków - prezentacje studenckie	6
Se5- Se7	Seminarium na wybrany przez Studenta temat dotyczący weryfikacji dokładności wyników analitycznych z zakresu analizy próbek środowiskowych, żywności i leków oraz walidacji procedur analitycznych - prezentacje studenckie	6
Se8	Podsumowanie wystąpień Studentów	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjny
- N2. Wykład problemowy
- N3. Wykonanie ilościowych oznaczeń analitycznych
- N4. Przygotowanie sprawozdania
- N5. Przygotowanie referatu
- N6. Prezentacja multimedialna
- N7. 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 (wykład)	PEU_W01- PEU_W05	Egzamin końcowy; egzamin pisemny
P (laboratorium)	PEU_U04- PEU_U05	Sprawozdania
F1 (seminarium)	PEU_U04- PEU_U05	Uczestnictwo w seminarium: maksimum 10 % nieobecności obecności nieusprawiedliwionych
F2 (seminarium)	PEU_U04- PEU_U05	Pozytywna ocena prezentacji (każdy student przygotowuje i wygłasza dwie prezentacje) – ocena: średnia arytmetyczna
P (seminarium) \Rightarrow jeżeli $F1 > 90\%$, to $F2 =$ średnia arytmetyczna ocen za prezentacje		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Jankiewicz M, Kędzior, Metody pomiarów i kontrola jakości w przemyśle spożywczym i biotechnologii, WAR Poznań 2003
- [2] Watson D.G., Pharmaceutical Analysis. Elsevier 2012
- [3] Dojlido J, Dożańska W, Hermanowicz W, Koziorowski B, Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków, Wydawnictwo Arkady, 1999
- [4] Dojlido J, Instrumentalne metody badania wody i ścieków, Wydawnictwo Arkady, 2010
- [5] Wybrane metody analizy żywności. Oznaczenie podstawowych składników, substancji dodatkowych i zanieczyszczeń, M. Małecka red., Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, 2010
- [6] Spectral Methods in Food Analysis Instrumentation and Applications. Edited by Magdi M. Mossoba, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Food and Drug Administration Washington, D.C.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Namieśnik J., Łukasiak J., Jamrógiwicz Z.: Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995;
- [2] Namieśnik J., Jamrógiwicz Z., Pilarczyk M., Torres L.: Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000
- [3] Andrews JE, Brimblecombe P, Jickells TP, Liss PS, Wprowadzenie do chemii środowiska. WNT, Warszawa 1999;

- | |
|---|
| [4] O'Neill P, Chemia środowiska. Wyd. PWN Warszawa-Wrocław 1998
[5] Zejca A., Gorczyca M., Chemia leków. PZWL - Wydawnictwo Lekarskie 2004.
[6] Baryłko-Pikielna N, Matuszewska I, Sensoryczne badania żywności. Podstawy -
Metody – Zastosowania, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, 2009 |
|---|

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

dr inż. Anna Leśniewicz, anna.lesniewicz@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Chemia koordynacyjna i metaloorganiczna Nazwa przedmiotu w języku angielskim Coordination and metaloorganic chemistry Kierunek studiów (jeśli dotyczy):Chemia..... Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i medyczna Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: polski Cykl kształcenia od:2024/2024. Kod przedmiotu W03CHE-SM1032W Grupa kursów NIE*</p>
--

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

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Znajomość chemii organicznej, nieorganicznej i fizycznej na poziomie studiów I stopnia</p>
--

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z zakresem badawczym i podstawową terminologią obowiązującą w chemii koordynacyjnej ze szczególnym uwzględnieniem kompleksów wernerowskich, klastrów i związków metaloorganicznych.
- C2 Poznanie rodzajów wiązań występujących w związkach koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- C3. Zapoznanie z izomerią związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- C4. Opis związków koordynacyjnych w aspekcie termodynamicznym i kinetycznym.
- C5. Zapoznanie z najważniejszymi metodami preparatyki związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- C6 Zapoznanie z reaktywnością związków metaloorganicznych.
- C7 Poznanie podstawowych mechanizmów reakcji metaloorganicznych
- C8 Poznanie klasycznych reakcji organicznych wykorzystujących katalityczne działanie związków koordynacyjnych metali przejściowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

- PEU_W01 Student zna zakres badawczy chemii koordynacyjnej i metaloorganicznej, podstawy nomenklatury chemicznej.
- PEU_W02 Student zna budowę strukturalną omawianych związków, podstawowe rodzaje ligandów.
- PEU_W03 – Student zna podstawowe zagadnienia geometrii koordynacyjnej, podstawowe rodzaje wielościanów koordynacyjnych
- PEU_W04 Student zna teorie wiązań chemicznych stosowane do opisu związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- PEU_W05 – Student posiada wiedzę dotyczącą izomerii omawianych związków oraz czynników determinujących ich trwałość termodynamiczną, kinetyczną oraz reaktywność.
- PEU_W06 Zna metody otrzymywania i analizy związków koordynacyjnych i metaloorganicznych. Jest zapoznany z zagadnieniami z zakresu izomerii związków koordynacyjnych.
- PEU_W07 Uzyskał podstawową wiedzę odnośnie zastosowań związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- PEU_W08 Uzyskał wiedzę o reaktywności związków metaloorganicznych
- PEU_W09 Zna istotne reakcje chemiczne przebiegające z udziałem katalizatorów metaloorganicznych.
- PEU_W10 Zna główne elementy mechanizmów reakcji w chemii metaloorganicznej.
- PEU_W11 Zna przykłady klasycznych reakcji wykorzystujących katalizatory metaloorganiczne o znaczeniu praktycznym.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Student umie podać prawidłową nazwę oraz zapisać wzór chemiczny/strukturalny prostych związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- PEU_U02 Student potrafi opisać geometrię koordynacyjną jonu metalu, rodzaj użytych ligandów oraz sposób ich koordynacji.
- PEU_U03 Student potrafi zastosować kilka różnych teorii do opisu natury wiązań i charakteru oddziaływań w związkach koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- PEU_U04 Student w oparciu o znajomość parametrów termodynamicznych i kinetycznych jest w stanie określić trwałość, stabilność lub reaktywność analizowanych związków.
- PEU_U05 Student potrafi w oparciu o budowę strukturalną poznanych związków określić ich podstawowe właściwości fizykochemiczne i podać przykłady zastosowań praktycznych.
- PEU_U06 Student Umie rozpoznać typ istotnych składowych reakcji katalizowanej przez związek metaloorganiczny i opisać jej mechanizm.
- PEU_U07 Student Umie zaproponować wykorzystanie związków metaloorganicznych w syntezie organicznej

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy

PEU_K02 Korzystanie z obiektywnych źródeł informacji.
 PEU_K03 Formułowanie wniosków na podstawie własnych spostrzeżeń i obserwacji.
 PEU_K04 Wdrażanie zasad współpracy w grupie i doskonalenie umiejętności współpracy zawodowej.
 PEU_K05 Formułowanie opinii dotyczących różnych aspektów działalności zawodowej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedmiot badawczy chemii koordynacyjnej i metaloorganicznej. Definicja związków koordynacyjnych i metaloorganicznych. Omówienie budowy związków metali z ligandami jedno- i wielofunkcyjnymi, makrocyklicznymi.	2
Wy2	Liczba koordynacyjna i geometria otoczenia koordynacyjnego atomu centralnego.	2
Wy3	Wiązania w związkach koordynacyjnych i metaloorganicznych Teoria wiązań walencyjnych. Teoria pola krystalicznego. Teoria orbitali molekularnych. Teoria VSEPR. Wiązania w związkach kompleksowych pierwiastków f-elektronowych.	2
Wy4	Izomeria związków kompleksowych. Termodynamika i kinetyka procesów kompleksowania. Ogólne zależności dotyczące trwałości związków koordynacyjnych. Mechanizmy wymiany ligandów. Efekt chelatowy i makrocykliczny.	2
Wy5-6	Związki metaloorganiczne. Podstawowe pojęcia chemii metaloorganicznej. Związki metaloorganiczne metali przejściowych. Związki metaloorganiczne pierwiastków bloku s i p. Kompleksy alkilowe, alkenowe, alkinowe, metaloceny (proste, zgięte, trójwarstwowe), karbonylki metali.	2
Wy7	Zastosowania praktyczne związków metaloorganicznych w syntezie organicznej, reakcjach polimeryzacji, aktywacji małych cząsteczek – przegląd ogólny.	2
Wy 8	Podstawy chemii metaloorganicznej metali grup 1 i 2. Stechiometryczne reakcje związków metaloorganicznych	4
Wy9	Wstęp do katalizy. Kinetyka i mechanizmy reakcji. Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej. Wprowadzenie pojęcia obrotu katalitycznego (TON, TOF) do opisu aktywności i żywotności katalizatora. Ligandy organiczne i klasy metali przejściowych.	2
Wy10	Elementarne reakcje w chemii metaloorganicznej pierwiastków bloku d: oksydacyjna addycja, redukcyjna eliminacja, migracyjna addycja, beta-eliminacja, reakcje związanych z metalem ligandów.	4
Wy 11	Klasyczne reakcje hydrogenacji: homogeniczne katalizatory reakcji uwodornienia wiązań C=C i C=O	2
Wy12	Klasyczne reakcje sprzęgania katalizowane przez płaskie związki koordynacyjne palladu (np. Suzuki-Miaura, Negishi, Stille, Hecka, Sonogashiry) i miedzi (Ullmana).	2

Wy13	Reakcje metatezy na przykładzie metatezy olefin z wykorzystaniem karbenowych kompleksów rutenu (Grubbs) i molibdenu (Schrock)	2
Wy14	Kolokwium końcowe	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z prezentacją multimedialną i tablicą
 N2. Wykład problemowy
 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_W10 PEU_U01 - PEU_U06, PEU_K01- PEU_K05	Kolokwium zaliczeniowe F = max 100 punktów
F2		
F3		
P		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] C. A. Housecroft, A. G. Sharpe, Inorganic Chemistry, Pearson Pentice Hall (2005).
 [2] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski „Podstawy chemii koordynacyjnej”, PWN (2010)
 [3] F. Pruchnik. Chemia metaloorganiczna:, PWN (1991).
 [4] F. Cotton, G. Wilkinson - Chemia nieorganiczna. Podstawy. PWN (2002).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] L. S. Hegedus, B. C. G. Söderberg, Transition metals in the synthesis of complex organic molecules, 3rd Ed. University Science Books, Sausalito CA (2010)

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

Dr hab. Przemysław Boratyński, przemyslaw.boratynski@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):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia organiczna i medyczna
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	angielski
Cykl kształcenia od:	2024/2025
Kod przedmiotu	W03CHE-SM1023W, W03CHE-SM1001C, W03CHE-SM1001L
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)	75	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 funkcyjna 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 Walsh. 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	Egzamin końcowy
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01 – PEU_U04	Zadania domowe i kolokwium
F3 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U05	Wykonanie zadań i projektów

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] L. Pielą, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.
 [2] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna (cz. 2), PWN, Warszawa, 2005.
 [3] D. O. Hayward, Mechanika Kwantowa dla Chemików, PWN, Warszawa, 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] R. W. Góra, Materiały do wykładu: "Chemia Teoretyczna ", 2019
 [5] Engel, T., Reid, P., Quantum Chemistry and Spectroscopy, 3rd ed. ed. Pearson, Boston, 2013.

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

Robert Góra, robert.gora@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Ekstrakcja i chromatografia w analityce
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Extraction and chromatography in analytical chemistry
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	polski
Cykl kształcenia od:	2024/2025
Kod przedmiotu	W03CHE-SM1008W, W03CHE-SM1008L, W03CHE-SM1008S
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		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)			2		1
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
<ol style="list-style-type: none"> Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie się ze sposobami przygotowania próbek do analizy, w tym metodami ekstrakcyjnymi stosowanymi w analizie chemicznej (również w analityce śladowych ilości analitów)
- C2 Poznanie różnych technik chromatograficznych
- C3 Uzyskanie poszerzonej wiedzy na temat zastosowań spektrometrii mas w analizie związków organicznych
- C4 Zdobycie umiejętności zastosowania technik ekstrakcyjnych i chromatograficznych w procesie przygotowania próbek do analiz
- C5 Utrwalenie umiejętności opracowywania wyników pomiarów oraz nabycie umiejętności interpretacji wyników i ich weryfikacji z uwzględnieniem problemów zapewnienia i kontroli jakości pomiarów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Student zna kryteria podziału technik ekstrakcyjnych i kryteria ich wyboru. Zna techniki ekstrakcyjne służące do przygotowania i frakcjonowania próbek stosowane w analizie ich składu chemicznego (w tym w analizie śladowej)
- PEU_W02 Student ma utrwalone wiadomości na temat podstaw technik chromatograficznych stosowanych w analityce, kryteriów ich podziału i obszarach zastosowań.
- PEU_W03 Student zna budowę, działanie i zastosowania podstawowych elementów chromatografów gazowych i cieczowych: dozownikami, kolumnami i detektorami.
- PEU_W04 Student zna zasadę działania spektrometru mas w układzie aparatu MS sprzężonego z chromatografem gazowym i cieczowym.
- PEU_W05 Student zna zasady interpretacji niskorozdzielczych widm mas i analizy ilościowej w układzie GC/MS.
- PEU_W06 Student zna technikę termicznej desorpcji sprzężonej z GC i GC/MS.
- PEU_W07 Student ma wiedzę na temat podstaw chromatografii żelowej, budowy aparatu i zastosowania tej techniki

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Student umie dokonać wyboru optymalnej techniki ekstrakcyjnej. Potrafi przygotować próbki do analizy śladowej posługując się technikami ekstrakcji w celu przeprowadzenia rozdziału, frakcjonowania i zateżania oznaczanych substancji/indywiduów.
- PEU_U02 Student jest w stanie dobrać właściwy układ chromatograficzny do analizy danego typu związków, szczególnie typu kolumny, detektora i określić optymalne parametry ich pracy.
- PEU_U03 Student ma umiejętność posługiwania się chromatografem gazowym.
- PEU_U04 Student umie dobrać optymalne warunki przeprowadzenia analizy prostych mieszanin związków organicznych w układzie GC/MS, podjąć próbę interpretacji jakościowej widma MS i analizy ilościowej.
- PEU_U05 Student potrafi się posługiwać techniką termicznej desorpcji sprzężonej z GC/MS.
- PEU_U06 Student potrafi przygotować prezentację multimedialną na zadany temat na podstawie wybranych publikacji
- PEU_U07 Student umie przedstawić prezentację multimedialną przygotowaną przez siebie i odpowiedzieć na zadawane przez słuchaczy pytania związane z omawianym tematem

Z zakresu kompetencji społecznych:
 PEU_K01 Student umie pracować samodzielnie i współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie: warunki prowadzenia zajęć i zaliczenia kursu. Metody rozdzielania składników próbek – techniki separacyjne. Ekstrakcja jako metoda izolacji analitu. Eliminacja matrycy. Zateżnianie składników.	2
Wy2	Ekstrakcja w laboratorium analitycznym. Kryteria podziału technik ekstrakcyjnych. Parametry opisujące ilościowo proces ekstrakcji. Ekstrakcja jednoetapowa i sekwencyjna.	2
Wy3	Ekstrakcja próbek gazowych. Rozdzielanie lotnych składników próbek. Ekstrakcja do fazy ciekłej. Ekstrakcja składników próbek gazowych do fazy stałej.	2
Wy4	Ekstrakcja w analizie próbek ciekłych. Rodzaje próbek ciekłych i analitów z nich izolowanych. Izolacja lotnych składników próbek ciekłych (ekstrakcja w układzie ciecz-gaz). Klasyczna ekstrakcja rozpuszczalnikowa – wady i zalety metody oraz jej zastosowania. Zielona chemia a techniki ekstrakcyjne.	2
Wy5	Ekstrakcja w analizie próbek ciekłych. Ekstrakcja składników próbek ciekłych do fazy stałej. Mikroekstrakcja do fazy stałej. Frakcjonowanie, zateżnianie i rozdzielanie składników. Ekstrakcja do punktu zmętnienia. Podstawy fizykochemiczne procesu. Zakres zastosowań.	2
Wy6	Ekstrakcja próbek stałych. Rodzaje analitów. Przygotowanie próbki do analizy śladowej i specjacyjnej. Ekstrakcja do fazy gazowej. Ekstrakcja w układzie ciało stałe-ciecz. Techniki wspomaganie/przyspieszania procesu ekstrakcji (w tym wspomaganie procesu ekstrakcji energią mikrofal i ultradźwiękami). Ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym.	2
Wy7	Zastosowanie technik ekstrakcyjnych w analityce. Przygotowanie próbek do analizy metodami ekstrakcyjnymi. Analiza śladowa i specjacyjna. Frakcjonowanie analitów. Ekstrakcja sekwencyjna. Ekstrakcja enzymatyczna. Technika Quechers	2
Wy8	Wprowadzenie. Zarys historii chromatografii. Klasyfikacja metod chromatograficznych. Podstawy teoretyczne procesu chromatograficznego. Zastosowanie metod chromatograficznych w analizie jakościowej i ilościowej. Chromatografia gazowa I. Zasada działania chromatografu gazowego. Podstawowe określenia stosowane w chromatografii gazowej. Rozdzielczość kolumn chromatograficznych.	2
Wy9	Chromatografia gazowa II. Konfiguracja układu GC i jej wpływ na przebieg analizy. Dozowniki. Kolumny chromatograficzne: parametry fizyczne, rodzaje wypełnień. Detektory chromatograficzne.	2
Wy10	Określanie składu enancjomerów. Dyssymetria związków chemicznych. Metody analizy jakościowej i ilościowej enancjomerów. Chromatograficzna analiza składu enancjomerów: wady i zalety.	2
Wy11	Wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC. Podział technik HPLC. Kolumny, adsorbenty, rozpuszczalniki. Detektory stosowane w HPLC. Zastosowanie i rozwój technik HPLC.	2
Wy12	Sprzężone techniki GC/MS i LC/MS. Znaczenie i zakres stosowania GC/MS i LC/MS. Budowa GC/MS. Typy układów sprzężania chromatografu gazowego ze spektrometrem mas. Podstawy spektrometrii mas. Typy jonizacji cząsteczek.	2

Wy13	Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC/MS). Jonizacja w strumieniu elektronów (EI). Analizator kwadropolowy. Reguły fragmentacji. Znaczenie izotopów w spektrometrii mas. Interpretacja niskorozdzielczych widm mas EI różnych grup związków. Chemiczna jonizacja (CI). Źródło jonów. Porównanie widm mas EI i CI.	2
Wy14	GC/MS - analiza jakościowa i ilościowa. Detektor i systemy zbierania danych i kontroli GC/MS. Derywatyzacja w zastosowaniu do GC/MS. Opcja SCAN i SIM pracy GC/MS. Przykłady.	2
Wy15	Chromatografia żelowa (GPC/SEC). Zastosowanie. Zasada działania chromatografii żelowej. Budowa aparatury GPC/SEC. Fazy stacjonarne, kolumny, detektory. Dobór parametrów rozdzielania.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie. Prezentacja pracowni instrumentalnych. Zapoznanie z zasadami BHP.	1
La2	Alkohole C1-C5. Analiza ilościowa	2
La3	Estry metylowe kwasów tłuszczowych. Analiza triglicerydów	2
La4	Oznaczanie składu enancjomerów	2
La5	Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w próbkach środowiskowych I	2
La6	Oznaczanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w próbkach środowiskowych II	2
La7	Oznaczenie substancji promieniochronnych stosowanych w kremach przeciwsłonecznych	2
La8	Ekstrakcja micelarna jonów metali	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie celów i technik zbierania informacji na wybrane tematy z zakresu technik rozdzielania składników próbek. Wybór dwóch tematów. Ustalenie terminów i zasad prezentacji. Omówienie zasad oceniania wystąpień i prezentacji.	2
Se2- Se4	Seminarium na wybrany przez Studenta temat dotyczący zastosowań technik ekstrakcyjnych - prezentacje studenckie	6
Se5- Se7	Seminarium na wybrany przez Studenta temat dotyczący zastosowań technik chromatograficznych - prezentacje studenckie	6
Se8	Podsumowanie wystąpień Studentów	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład z prezentacją multimedialną
N2. wykład problemowy
N3. wykład informacyjny
N4. wykonanie analiz chemicznych
N5. przygotowanie sprawozdania
N6. konsultacje
N7. przygotowanie prezentacji multimedialnej
N8. przygotowanie referatu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	PEU_W01-PEU_W15	egzamin końcowy, egzamin pisemny
F1(laboratorium)	PEU_U01-PEU_U05	kartkówki, sprawozdania
F2(laboratorium)	PEU_U01-PEU_U05 PEU_K01	ocena za wykonane ćwiczenie będzie średnią arytmetyczną ocen ze sprawozdań (w sumie 7 ocen)
P2 (laboratorium) Ocena = (0,7F1+0,3F2)		
F1 (seminarium)	PEU_U06-PEU_U07	Uczestnictwo w seminarium: maksimum 25 % nieobecności obecności nieusprawiedliwionych
F2 (seminarium)	PEU_U06-PEU_U07 PEU_K01	Ocena prezentacji, pracy samodzielnej i grupowej (student przygotowuje i przedstawia dwie różne tematycznie prezentacje), ocena udziału w dyskusji
P3 (seminarium) ⇒ jeżeli F1 > 75%, to F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Skoog D.A., West D.M., Holler F.J. Crouch, S.R., Podstawy chemii analitycznej Tom 2, Wydawnictwo Naukowe PWN 2007;
- [2] Namieśnik J, Jamrógiwicz Z, Pilarczyk M, Torres L, Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000
- [3] Witkiewicz Z, Harper J, Chromatografia gazowa. WNT, Warszawa 2001.
- [4] de Hoffmann E, Charette J, Stroobant V. Spektrometria mas. WNT, Warszawa 1998

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [5] Red. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinak. Nowe horyzonty i wezwania w analityce i monitoringu środowiska. CEEAM, Gdańsk 2003.
- [6] Szczepaniak W, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996
- [7] Cygański A., Chemiczne metody analizy ilościowej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne WNT, Warszawa, 2005;
- [8] Minczewski J., Marczenko Z., Chemia analityczna, Tom 2: Chemiczne metody analizy ilościowej,
- [9] Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2009

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

dr hab. inż. Piotr Rutkowski, piotr.rutkowski@pwr.edu.pl
dr inż. Anna Leśniewicz, anna.lesniewicz@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ Chemiczny	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Krystalografia
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Crystallography
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia organiczna i medyczna, Analityka Środowisko i Żywności
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	W03CHE-SM1004W, W03CHE-SM1004C
Grupa kursów	TAK /NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
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	0,7			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
<ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość chemii organicznej, nieorganicznej oraz chemii materiałów na poziomie studiów I stopnia 2. Znajomość geometrii analitycznej i teorii grup na poziomie podstawowym

CELE PRZEDMIOTU
C1 Zapoznanie studenta z krystalografią na poziomie podstawowym.

- | | |
|----|--|
| C3 | Zapoznanie studenta z elementami symetrii, układami krystalograficznymi, oraz z zasadami tworzenia krystalograficznych grup punktowych i przestrzennych. |
| C2 | Zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych w kontekście organizacji cząsteczek w ciele stałym. |
| C4 | Zapoznanie studenta z podstawowymi strukturami krystalicznymi. |
| C5 | Zapoznanie studenta z podstawami rentgenowskiej analizy strukturalnej. |
| C6 | Umiejętność przeszukiwania Bazy Danych Strukturalnych Cambridge (CSD) i prowadzenia badań strukturalnych za pomocą CSD Cambridge. |

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Student zna podstawowe pojęcia i koncepcję kryształu i sieci krystalicznej
- PEU_W02 Student zna podstawowe oddziaływania międzycząsteczkowe i rozumie ich charakter.
- PEU_W03 – Student zna mikroskopowe i makroskopowe elementy symetrii w kryształach i rozumie ich kombinacje.
- PEU_W04 – Student zna krystalograficzne grupy punktowe i rozumie krystalograficzne grupy przestrzenne.
- PEU_W05 – Student zna podstawowe struktury pierwiastków i prostych związków chemicznych.
- PEU_W06 – Student zna teorię Bragga-Wulfa i poznał zasady krystalografii rentgenowskiej.
- PEU_W07 – Student rozumie co to jest czynnik struktury i zna zasady systematycznego wygaszania refleksów.
- PEU_W08 – Student zna podstawowe krystalograficzne bazy danych i narzędzia informatyczne.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Student umie się posługiwać zasobami Bazy Danych Strukturalnych Cambridge i podstawowymi programami krystalograficznymi.
- PEU_U02 Student potrafi określić indeksy Milera.
- PEU_U03 Student potrafi odczytać informacje zawarte w symbolu grupy przestrzennej.
- PEU_U04 Student potrafi odróżnić centro-symetryczne od nie centro-symetrycznych grup przestrzennych.
- PEU_U05 – Student potrafi posługiwać się Tablicami Krystalograficznymi (International Crystallographic Tables)
- PEU_U06 – Student potrafi wykorzystać do analizy wyników badań rentgenograficznych programy komputerowe takie jak Mercury, QualX, SHAPE, itp.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Dostrzeganie i rozpoznawanie własnych ograniczeń oraz dokonywanie samooceny deficytów i potrzeb edukacyjnych
- PEU_K02 Korzystanie z obiektywnych źródeł informacji
- PEU_K03 Formułowanie wniosków na podstawie własnych spostrzeżeń i obserwacji
- PEU_K04 Wdrażanie zasad współpracy w grupie i doskonalenie umiejętności współpracy zawodowej.
- PEU_K05 Formułowanie opinii dotyczących różnych aspektów działalności zawodowej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedmiot kursu krystalografia. Podstawowe pojęcia i koncepcje. Krystalochemia. Krystalografia geometryczna; krystalografia fizyczna; krystalografia optyczna; krystalografia strukturalna; krystalografia dyfrakcyjna. Alotropia. Polimorfizm.	2
Wy2	Teoria sieciowa. Sieć prosta, sieć złożona. Komórka elementarna. Wskaźniki węzłów sieci; symbole prostej sieciowej i płaszczyzny węzłowej. Prawo pasowe. Układy krystalograficzne.	2
Wy3	Dwu- i trójwymiarowe sieci translacyjne. Typy komórek elementarnych. Trójosiowy i czteroosiowy układ współrzędnych w układzie heksagonalnym. Sieć odwrotna.	2
Wy4	Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii. Symetria zbiorów skończonych. Makroskopowe elementy symetrii: osie zwykłe, osie inwersyjne, środek symetrii, płaszczyzna zwierciadlana; symbole międzynarodowe i graficzne.	2
Wy5	Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii. Symetria zbiorów nieskończonych. Strukturalne elementy symetrii: osie śrubowe i płaszczyzny poślizgu; symbole międzynarodowe i graficzne.	2
Wy6	Krystalograficzne grupy punktowe. Projektowanie elementów symetrii. Rzuty stereograficzne. Kombinacje elementów symetrii; zasady tworzenia międzynarodowych krystalograficznych klas symetrii.	2
Wy7	Morfologia kryształów. Symetria wielościanów. Postacie proste i złożone; symbole ścian.	2
Wy8	Krystalograficzne grupy przestrzenne. Kombinacje elementów symetrii. Składanie osi i płaszczyzn z translacją. Jedno, dwu- i trójwymiarowe sieci. Pozycje ogólne i pozycje szczególne. Symbole międzynarodowe.	2
Wy9	Trójwymiarowe grupy przestrzenne. Symbole międzynarodowe (pełen i skrócony zapis). Pozycje ogólne i pozycje szczególne. Interpretacja informacji z Międzynarodowych Tablic Krystalograficznych.	2
Wy10	Uogólniona teoria symetrii. Symetria w układach biologicznych (kryształy białek i wirusów). Symetria pozorną. Harmonia kryształów. Symetria krzywoliniowa. Homologia kryształów. Symetria podobieństw.	2
Wy11	Antysymetria i symetria wielobarwna. Przekształcenia antysymetryczne. Grupy punktowe antysymetrii. Trójwymiarowe grupy przestrzenne antysymetrii. Antysymetria wielokrotna. Symetria wielobarwna.	2
Wy12	Kryształ w kontekście organizacji i energii sieci. Wiązanie chemiczne. Oddziaływanie międzycząsteczkowe.	2
Wy13	Klasyfikacja ciał krystalicznych. Zwarta warstwa heksagonalna, zwarte struktury przestrzenne. Pozycje międzywęzłowe i typy luk w gęsto opakowanych strukturach. Przegląd podstawowych struktur pierwiastków. Promienie atomowe. Struktury jonowe. Krystaliczne promienie jonowe. Przegląd przykładowych sieci dwu i trójskładnikowych.	2

Wy14	Metody otrzymywania monokryształów i defekty sieci krystalicznej. Wzrost kryształów z roztworów. Wzrost kryształów z fazy gazowej. Krystalizacja ze stopów. Epitaksja i metody epitaksji. Defekty liniowe, punktowe, powierzchniowe, objętościowe i mieszane.	2
Wy15	Krystalografia rentgenowska. Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Teoria Lauego. Teoria Bragga-Wulfa. Wskaźniki refleksów. Natężenie rentgenowskich refleksów dyfrakcyjnych. Wygaszania systematyczne.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wskaźnikowanie kierunków i płaszczyzn krystalograficznych.	1
Ćw2	Prawo pasowe metoda geometryczna i algebraiczna.	1
Ćw3	Symbole kierunków i płaszczyzn w układzie heksagonalnym - czterowskaźnikowe symbole.	1
Ćw4	Obliczenia geometryczne.	1
Ćw5	Operacje symetrii. Macierzowe przedstawienie przekształceń symetrycznych.	1
Ćw6	Działanie elementów symetrii i ich kombinacji.	1
Ćw7	Składanie elementów symetrii.	1
Ćw8	Projekcje stereograficzne elementów symetrii. Grupy punktowe. Rzuty stereograficzne postaci kryształów.	1
Ćw9	Proste i złożone sieci dwu- i trójwymiarowe. Symetria sieci płaskich. Dwuwymiarowe grupy przestrzenne.	1
Ćw10	Symetria sieci trójwymiarowych. Trójwymiarowe grupy przestrzenne. Korzystanie z Tablic Międzynarodowych Grup Przestrzennych.	1
Ćw11	Przekształcenia antysymetryczne.	1
Ćw12	Gęste upakowanie kul. Struktury pierwiastków. Stopień wypełnienia przestrzeni i luki - obliczenia.	1
Ćw13	Równanie Bragga. Obliczenia	1
Ćw14	Krystalograficzne Bazy Danych. Korzystanie z krystalograficznych baz danych: związków organicznych (CSD), związków nieorganicznych (ICSD), związków biologicznych (PDB).	1
Ćw15	Programy wykorzystywane w badaniach i analizie struktur krystalicznych. Podstawowe programy wykorzystywane w badaniach strukturalnych monokryształów, wizualizacji i analizie parametrów geometrycznych.	1
	Suma godzin	15

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

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		

Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja multimedialna
N2. Rozwiązywanie zadań
N3. Karty pracy
N4. Komputer / program komputerowy / modelowanie / projektowanie / programowanie

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P(wykład)	PEU_W01 - PEU_W08	egzamin
F1(ćwiczenia)	PEU_U01 – PEU_06, PEU_K01- PEU_K06	praca zaliczeniowa
F2(ćwiczenia)	PEU_U02 – PEU_06	kolokwium
P(ćwiczenia) = (F1 + F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] Z. Trzaska Durski i H. Trzaska Durska, Podstawy Krystalografii, PANalytical, Warszawa 2003.
[2] Z. Trzaska Durski i H. Trzaska Durska, Podstawy Krystalografii strukturalnej i rentgenografii, PWN, Warszawa, 1994.
[3] Z. Bojarski, M Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, Krystalografia, PWN, Warszawa 1996.
[4] Z. Kosturkiewicz, Metody krystalografii, Wydawnictwo naukowe UAM, 2000.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] W. Massa, Crystal Structure Determination, Springer, Berlin, 2004.
[2] J. Glusker and K. Trueblood, Crystal Structure Analysis, Oxford Science Publication, 2010

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

dr hab. Rafał Petrus, rafal.petrus@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ Chemiczny</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Metody instrumentalne w analizie chemicznej Nazwa przedmiotu w języku angielskim Instrumental methods in chemical analysis Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i medyczna 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 W03CHE-SM1002W, W03CHE-SM1002L Grupa kursów NIE</p>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50		75		
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	Egzamin/ zaliczenie na ocenę*		Egzamin/ zaliczenie na ocenę*		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		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)	0,65		2,8		

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość podstaw chemii nieorganicznej 2. Znajomość analizy matematycznej i algebry z geometrią 3. Znajomość podstaw fizyki

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią analityczną
 C2 Poznanie technik pomiarowych
 C3 Uzyskanie wiedzy o aparaturze pomiarowej
 C4 Nauczenie wyboru właściwej metody pomiarowej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – zna podstawowe pojęcia analityczne
 PEU_W02 – potrafi wybrać odpowiednią technikę analityczną
 PEU_W03 – umie ocenić zakres stosowalności metody pomiarowej
 PEU_W04 – ma podstawową wiedzę z optyki, spektroskopii i elektrochemii
 PEU_W05 – umie opisać jakościowo i ilościowo procesy fizykochemiczne

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – potrafi praktycznie posługiwać się przyrządami pomiarowymi
 PEU_U02 – umie sporządzić roztwory wzorcowe w wymaganym zakresie stężeń
 PEU_U03 – potrafi samodzielnie wykonać pomiar
 PEU_U04 – umie wykonać obliczenia, wykresy i dokonać analizy błędów
 PEU_U05 – potrafi sporządzać sprawozdania z wykonywanych doświadczeń

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – potrafi pracować w grupie

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Wymagania dotyczące zaliczenia kursu. Sygnał i szum. Statystyczne metody w chemii analitycznej: błędy, przedziały ufności, rozstęp, regresja i korelacja.	2
Wy2	Wstęp do pomiarów. Aparatura pomiarowa. Opracowanie danych: zapis wyników, wykresy i tabele. Dokładność i przegląd metod pomiarowych: metoda krzywej wzorcowej, metoda dodawania wzorca, metoda wielokrotnych dodatków wzorca, metoda porównania z wzorcem, metoda wzorca wewnętrznego. Przegląd technik analitycznych.	2
Wy3	Podstawy optyki i podzespoły optyczne. Podstawowe prawa optyczne. Optyka geometryczna i falowa. Przyrządy optyczne: źródła światła, detektory, polaryzatory, lustra, soczewki. Konstrukcja podstawowych przyrządów optycznych: interferometr, polarymetr, refraktometr	2
Wy4	Metody optyczne. Zasada pomiarów optycznych. Oddziaływanie światła z materią. Wpływ rodzaju materiału i stężenia substancji na stan fali świetlnej. Interpretacja wyników pomiarowych.	2
Wy5	Absorpcjometria, luminescencja i fotometria płomieniowa. Zastosowania spektroskopii. Typy i budowa spektrofotometrów. Metody absorpcyjne i emisyjne. Wstęp do elektrochemii. Model pasmowy. Przewodnictwo jonowe. Elektrolity.	2
Wy6	Elektroanaliza (Polarografia, Potencjometria, Amperometria,	2

	Konduktometria). Elektroliza. Prawa Faradaya. Ogniwa elektrochemiczne. Konstrukcja stanowisk elektrochemicznych. Opis technik pomiarowych. Interpretacja wyników. Wprowadzenie do wybranych, innych metod analitycznych.	
Wy7	Powtórzenie materiału i I kolokwium	2
Wy8	Powtórzenie materiału i II kolokwium	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sposób prowadzenia laboratorium. Rozmieszczenie stanowisk. Szkolenie BHP. Wymagania dotyczące zaliczenia kursu.	4
La2	Absorpcjometria	4
La3	Widmo absorpcji	4
La4	Miareczkowanie fotometryczne	4
La5	Fotometryczna analiza śladowa	4
La6	Interferometria	4
La7	Refraktometria Abbego	4
La8	Polarymetria	4
La9	Luminescencja	4
La10	Fotometria płomieniowa	4
La11	Miareczkowanie potencjometryczne	4
La12	Miareczkowanie amperometryczne	4
La13	Przewodnictwo elektrolitów	4
La14	Powtórzenie materiału	4
La15	Powtórzenie materiału, sprawdzenie wiedzy i zaliczenie kursu	4
	Suma godzin	60

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Wykonanie doświadczenia
N3. 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
F (wykład)	PEU_W01 – PEU_W05	Kolokwium końcowe
F2 (laboratorium)	PEU_W01 – PEU_W05	Kartkówka
F2 (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U05, PEU_K01	Sprawozdanie
P (laboratorium) = (F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Komorowski L. Olszowski A. ed. nauk. *Chemia fizyczna Tom 4. Laboratorium fizykochemiczne*. PWN 2018, Warszawa
- [2] Ewing G. W. *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN, 1980, Warszawa
- [3] Szyszko E. *Instrumentalne metody analityczne*, PZWL 1982, Warszawa
- [4] Cygański A. *Metody spektroskopowe w chemii analitycznej*, WNT 2002, Warszawa.
- [5] Cygański A. *Metody elektroanalityczne*, WNT 1995, Warszawa

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Szmaj Z., Lipiec T. *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, PZWL 1997, Warszawa
- [2] Minczewski J., Marczenko Z. *Chemia analityczna, tom 3, Analiza instrumentalna*, PWN 1985, Warszawa
- [3] Szczepaniak W. *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN 2004, Warszawa

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

Prof. Stanisław Bartkiewicz, stanislaw.bartkiewicz@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY / STUDIUM.....	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Metody i techniki elektroanalityczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Electroanalytical methods and technics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności
Poziom studiów:	II stopień
Forma studiów:	stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Język wykładowy:	polski
Cykl kształcenia od:	2024/25
Kod przedmiotu	W03CHE-SM1025W, W03CHE-SM1007L
Grupa kursów	NIE

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość chemii fizycznej w zakresie elektrochemii

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Pogłębienie wiedzy o procesach elektrochemicznych
 C2 Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami elektroanalitycznymi
 C3 Współpraca w grupie

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Posiada rozszerzoną wiedzę na temat elektrochemicznych metod pomiarowych.
Zna zasady działania odpowiednich urządzeń oraz zastosowania technik elektrochemicznych w różnych dziedzinach nauki i techniki.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi dobrać i wykorzystać odpowiednie metody i techniki elektroanalityczne konieczne do wyjaśnienia postawionego problemu.

PEU_U02 Student umie oznaczać zawartości substancji w roztworach metodami elektrochemicznymi.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student jest gotów odpowiedzialnie współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu elektrochemii. Metody konduktometryczne. Miareczkowanie konduktometryczne. Konduktometria bezpośrednia.	2
Wy2	Potencjometria. Miareczkowanie potencjometryczne i phmetryczne.	2
Wy3	Elektrody jonoselektywne. Budowa i zastosowanie elektrod jonoselektywnych. Czujniki chemiczne.	2
Wy4	Polarografia i woltamperometria. Metody polarograficzne stała i zmiennoprądowe. Metody inwersyjne. Elektrody modyfikowane chemicznie	3
Wy5	Zastosowania metod woltamperometrycznych w analityce.	2
Wy6	Amperometria. Rodzaje miareczkowań amperometrycznych.	1
Wy7	Kulometria. Kulometria potencjostatyczna i amperostatyczna. Elektrogravimetria i elektrografia.	1
Wy8	Sprawdzian wiadomości	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Miareczkowanie bipotencjometryczne	3
La2	Preparatyka elektrod jonoselektywnych	3
La3	Stripping potencjometryczny	3
La4	Stripping woltamperometryczny	3
La5	Woltamperometria cykliczna	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna
N2. Wykonywanie zadań w laboratorium

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)		
P (wykład)	PEU_W01 PEU_U01	Sprawdzian końcowy
F1-F5 (laboratorium)	PEU_U02 PEU_K01	Ocena sprawozdania
P (laboratorium)		Średnia ocen ze sprawozdań

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Cygański, Podstawy metod elektroanalizy, WNT 1999.
- [2] A. Kiszka, Elektrochemia. Jonika, WNT, 2000.
- [3] A. Kiszka, Elektrochemia. Elektrodyka, WNT, 2001.
- [4] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t I, PWN, 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Electroanalytical methods, Ed. F. Scholz, Springer 2002
- [2] R. Holze, Experimental Electrochemistry, Wiley-VCh, 2009

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

dr inż. Tomasz Misiaszek, tomasz.misiaszek@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody i techniki izotopowe</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Isotope methods and techniques</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/25</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1005W, W03CHE-SM1005L</p> <p>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)	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)	0,65		0,7		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej i studiów I stopnia.
2. Znajomość elementarnej matematyki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z terminologią w zakresie chemii radiacyjnej i ochrony radiologicznej
- C2 Uzyskanie wiedzy na temat promieniowania jonizującego, jego oddziaływania na organizmy żywe i zastosowania w medycynie, nauce i przemyśle
- C3 Uzyskanie wiedzy w zakresie doboru izotopów jako wskaźników promieniotwórczych
- C4 Umiejętność zorganizowania pracy w pracowni radiochemicznej

- C5 Umiejętność zastosowania odpowiednich izotopów promieniotwórczych w określonych procesach chemicznych
- C6 Umiejętność wyszukiwania aspektów prawnych z zakresu prawa atomowego w Polsce i UE

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Student, który zaliczył przedmiot:

PEU_W01 – posiada wiedzę dot. promieniowania jonizującego i jego właściwości

PEU_W02 – zna metody pomiaru promieniowania typu alfa, beta i gamma

PEU_W03 – posiada wiedzę z zakresu wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe

PEU_W04 - posiada wiedzę z zakresu zastosowania izotopów promieniotwórczych w technikach analitycznych

PEU_W05 – posiada wiedzę z zakresu zastosowania jakościowej spektrometrii gamma

PEU_W06 – zna zasady opracowywania wyników pomiarów radioaktywności próbek z uwzględnieniem metod statystycznych

PEU_W07 – posiada wiedzę dot. organizacji i bezpieczeństwa pracy w laboratorium izotopowym

PEU_W08 - posiada wiedzę z zakresu zastosowania promieniowania jonizującego w medycynie, nauce i przemyśle

Z zakresu umiejętności:

Na podstawie przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych student powinien:

PEU_U01 – znać zasady bezpieczeństwa i higieny pracy z substancjami promieniotwórczymi w pracowni izotopowej

PEU_U02 – posługiwać się licznikiem Geigera-Müllera i sondą scyntylicyjną w celu wykonywania pomiarów promieniowania jonizującego

PEU_U03 – wykonywać podstawowe obliczenia statystyczne dot. pomiarów oraz obliczenia dawek promieniowania jonizującego

PEU_U04 – posługiwać się spektrometrem promieniowania gamma oraz wykonywać podstawowe pomiary ilościowe i jakościowe próbek środowiskowych

PEU_U05 – przygotowywać próbki wzorcowe o danej aktywności właściwej

PEU_U06 – projektować osłony przed promieniowaniem jonizującym oraz wykonywać podstawowe obliczenia dotyczące grubości osłon przed promieniowaniem

PEU_U07 – znać podstawowe przepisy prawa dotyczące radioaktywności atmosfery, wód i gleby

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Program wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Ustawa „Prawo atomowe”	1
Wy2	Fizyka jądra atomowego – energia wiązania, siły jądrowe, defekt masy. Szeregi promieniotwórcze. Promieniowanie X. Zjawisko fotoelektryczne, rozpraszanie Comptona i zjawisko tworzenia par	2
Wy3	Radiobiologia - wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe	2
Wy4	Organizacja, bezpieczeństwo pracy z promieniotwórczością oraz wyposażenie sprzętowe i aparaturowe w pracowniach izotopowych	2

Wy5	Klasyfikacja odpadów promieniotwórczych i ich transport, przetwarzanie i składowanie	2
Wy6	Zasady doboru izotopów jako wskaźników promieniotwórczych. Związki chemiczne znaczone izotopami promieniotwórczymi	2
Wy7	Zastosowanie promieniowania jonizującego w medycynie, nauce i przemyśle	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy z substancjami promieniotwórczymi w pracowni izotopowej. Warunki zaliczenia kursu.	3
La2	Wyznaczanie składu mieszaniny NaCl i KCl na podstawie pomiaru aktywności radioizotopu K-40 z zastosowaniem licznika Geigera-Müllera lub sondy scyntylacyjnej	4
La3	Pomiar aktywności właściwej radioizotopu $^{89}\text{SrCl}_2$, $^{133}\text{BaCl}_2$ lub $^{60}\text{CoCl}_2$ o nieznanym stężeniu promieniotwórczym. Przygotowanie roztworu radionuklidu o żądanej aktywności właściwej	4
La4	Otrzymanie radioizotopu ^{56}Mn w reakcji jądrowej z udziałem neutronów	4
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych w ramach zajęć w laboratorium radioizotopowym
N3. Rozwiązywanie zadań z zakresu promieniowania jonizującego i ochrony przed promieniowaniem jonizującym

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ-WYKŁAD

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_W08	Kolokwium pisemne, max. 70 pkt.
P = 5,5 jeżeli (F1) = 70,00 pkt 5,0 jeżeli (F1) = 63,00 – 69,99 pkt. 4,5 jeżeli (F1) = 56,00 – 62,99 pkt. 4,0 jeżeli (F1) = 49,00 – 55,99 pkt. 3,5 jeżeli (F1) = 42,00 – 48,99 pkt. 3,0 jeżeli (F1) = 35,00 – 41,99 pkt. 2,0 jeżeli (F1) = 0,00 – 34,99 pkt.		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ-LABORATORIUM

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

– podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEU_U01 - PEU_U07	Pisemne sprawozdania z La2 – La4. Ocena za sprawozdanie to 2.0 - 5.5
P	PEU_U01- PEU_U07	Średnia z ocen z trzech sprawozdań + aktywność na zajęciach

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Sobkowski, M. Jelińska-Kazimierczuk, Chemia jądrowa, Adamantan, Warszawa, 2006.
- [2] J. Sobkowski, Chemia radiacyjna i ochrona radiologiczna, Adamantan, Warszawa, 2009.
- [3] J. Sobkowski, Zastosowanie nuklidów promieniotwórczych w chemii, PWN, Warszawa 1989.
- [4] W. Szymański, Chemia jądrowa, PWN, Warszawa, 2006.
- [5] R.A. Faires, B.H. Parks, Technika laboratoriów izotopowych, PWN, Warszawa, 1990.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Strona internetowa Państwowej Agencji Atomowej (PAA): <https://paa.gov.pl>.
- [2] Strona internetowa Narodowego Centrum Badań Jądrowych (NCBJ), <https://www.ncbj.gov.pl/>
- [3] Strona internetowa Centralnego Laboratorium Ochrony Radiologicznej (CLOR), <https://www.clor.waw.pl/>

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

Magdalena Piłśniak-Rabiega, magdalena.pilsniak@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): Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i medyczna
Poziom studiów: II stopień
Forma studiów: stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy
Język wykładowy: polski
Cykl kształcenia od: 2024/2025
Kod przedmiotu W03CHE-SM1021L
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
<ol style="list-style-type: none"> 1. Znajomość teorii budowy atomu i cząsteczki 2. Znajomość analizy matematycznej 3. Znajomość technologii informatycznych 4. Znajomość chemii organicznej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nauczenie konstrukcji, edycji i wizualizacji trójwymiarowych modeli makromolekularnych
- C2 Nauczenie korzystania z baz danych eksperymentalnych struktur organicznych i biopolimerów
- C3 Zapoznanie studentów z z technikami modelowania makrocząsteczek i agregatów cząsteczkowych w oparciu o mechanikę molekularną
- C4 Nauczenie modelowania i analizy cząsteczek i oddziaływań międzycząsteczkowych metodami dynamiki molekularnej
- C5 Nauczenie wykorzystywania metod dokowania i wirtualnego screeningu

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_W01 ma podstawową wiedzę o empirycznych modelach obliczeniowych wykorzystywanych do modelowania makrocząsteczek i agregatów molekularnych
- PEU_W02 zna techniki modelowania oparte o pola siłowe
- PEU_W03 zna możliwości wykorzystania eksperymentalnych baz danych struktur cząsteczkowych

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_U01 potrafi budować, modyfikować, wizualizować i analizować złożone struktury agregatów molekularnych
- PEU_U02 potrafi przygotować układ makrocząsteczkowy do modelowania metodami pól siłowych stosownie do zadanych kryteriów
- PEU_U03 potrafi modelować i analizować właściwości dynamiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe metodami dynamiki molekularnej
- PEU_U04 potrafi wyszukiwać struktury eksperymentalne w bazach danych wg zadanych kryteriów
- PEU_U05 potrafi wykorzystać techniki dokowania do modelowania i ewaluacji oddziaływań międzycząsteczkowych

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU_K01 potrafi komunikować wyniki modelowania i wnioski z nich płynące

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do tematyki zajęć, systemu oceny, organizacji pracy i oprogramowania	2
La2	Korzystanie z bazy danych Protein Data Bank. Wizualizacja makrocząsteczek.	2
La3	Wprowadzenie teoretyczne do symulacji z wykorzystaniem pól siłowych.	2
La4	Przygotowanie makrocząsteczek i ligandów do modelowania: topologia i	2
La5	parametryzacja układu.	2
La6	Przygotowanie symulacji dynamiki molekularnej: solwatacja, przeciwjony, optymalizacja i równoważenie.	2

La7	Analiza trajektorii i oddziaływań podczas dynamiki molekularnej w stanie równowagi.	2
La8	Indywidualne zadania zaliczeniowe nr 1.	2
La9	Budowanie i edycja makrocząsteczek organicznych, przygotowanie do modelowania.	2
La10	Dynamika nierównowagowa interakcyjna i sterowana; przygotowanie i przeprowadzenie symulacji, ilościowa analiza wyników.	2
La11		2
La12	Indywidualne zadania zaliczeniowe nr 2.	2
La13	Wyszukiwanie w bazie Cambridge Structural Database	2
La14	Dokowanie cząsteczek i oszacowanie powinowactwa. Wirtualny screening.	2
La15	Indywidualne zadania zaliczeniowe nr 3	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- | | |
|-----|---|
| N1. | Wykorzystywanie oprogramowania do rozwiązywania zadań |
| N2. | Pokaz z prezentacją multimedialną |
| N3. | Przygotowanie sprawozdania |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Sprawozdanie z wyników zadania obliczeniowego 1
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_K01	Sprawozdanie z wyników zadania obliczeniowego 2
F3	PEU_W03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_K01	Sprawozdanie z wyników zadania obliczeniowego 3
<p>P = F1 + F2 + F3; ocena końcowa wystawiana na podstawie uzyskanego procentu maksymalnej liczby punktów w skali liniowej z zaliczeniem od progu >50%.</p> <p>Ocena celująca na podstawie zadania dodatkowego potwierdzającego umiejętności wykraczające poza program kursu.</p>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A.R. Leach, Molecular Modeling: Principles and Applications, wydanie 2, Prentice Hall 2001
- [2] H.D. Hotje, Molecular modeling. Basic principles and applications, wydanie 3, Wiley 2008
- [3] T. Schlick, Molecular modeling and simulation, Springer 2002

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Hinchliffe, Molecular Modeling for Beginners, Wiley 2003
- [2] NAMD User Guide, <https://www.ks.uiuc.edu/Research/namd/2.14/ug/>
- [3] VMD User Guide, <https://www.ks.uiuc.edu/Research/vmd/current/ug/>

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

Paweł Kędzierski

Pawel.Kedzierski@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY / STUDIUM.....</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Planowanie syntezy: strategia i taktyka</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim ... Organic synthesis design: strategies and tactics.</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):Chemia.....</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):Chemia organiczna i medyczna.....</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od:.....2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1031W, W03CHE-SM1016P</p> <p>Grupa kursów TAK / NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			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)	0,65			0,75	

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (SciFinder, Reaxys)
--

CELE PRZEDMIOTU

C1 zapoznanie studentów techniką planowania syntezy złożonych cząsteczek (analiza retro syntetyczna)
 C2 zapoznanie ze sposobami syntezy nowych wiązań oraz transformacji grup funkcyjnych (selektywność reakcji)
 C3 omówienie stereochemii w syntezie (reakcje stereokontrolowane)
 C4 pokazanie przykładowych syntez złożonych produktów

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – znać strategię planowania syntezy (retroanaliza, syntony i odpowiadające im reagenty, transformacje grup funkcyjnych, selektywność reakcji i ekonomia syntezy)
 PEU_W02 – rozumieć reaktywność związków chemicznych
 PEU_W03 – znać klasyczne, jak i nowsze metody tworzenia wiązań C-C
 PEU_W04 – rozumieć zjawisko stereochemii oraz znać sposoby otrzymywania związków chiralnych
 PEU_W05 – rozumieć celowość i znać sposoby ochrony grup funkcyjnych

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 – wykorzystując poznane reakcje powinien być w stanie zaproponować racjonalną syntezę założonej cząsteczki docelowej o umiarkowanie skomplikowanej strukturze

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Selektywność reakcji. Cząsteczka docelowa, syntony i ich syntetyczne odpowiedniki – definicje pojęć i przykłady.	2
Wy2	Analiza retrosyntetyczna. Reguły dyskonekcji.	2
Wy3	Transformacje grup funkcyjnych, Technika selektywnej redukcji, utleniania oraz zastosowania karboanionów	2
Wy4	Klasyczne i nowe metody budowy wiązań węgiel-węgiel – reakcje kluczowe	2
Wy5	Stereochemia w syntezie; reakcje stereokontrolowane: diastereo- i enancjostereoselektywne	2
Wy6	Ochrona grup funkcyjnych	2
Wy7	Strategia i taktyka w syntezie	1
Wy8	Wybrane przykłady syntezy produktów o złożonej strukturze	2
	Suma godzin	15

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

	Suma godzin	
--	-------------	--

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

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wskazówki dotyczące indywidualnych zadań projektowych.	1
Pr2	Przygotowanie analizy retrosyntetycznej zadanego związku i	2
Pr3	wskazanie syntetycznych odpowiedników zaplanowanych syntonów,	2
Pr4	Dyskusja w grupie nad indywidualnymi zadaniami studentów	2
Pr5	Przygotowanie planu kilkietapowej syntezy w oparciu o dostępne	2
Pr6	literaturowo procedury (Chemiczne Bazy Danych)	2
Pr7	Przygotowanie i prezentacja raportu z zadania projektowego	2
Pr8		2
	Suma godzin	15

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład z prezentacją multimedialną
N2. przykładowe sposoby rozwiązywania zadań problemowych (pochodzące z oryginalnej literatury)
N3. dyskusja nad sposobami rozumienia/rozwiązania problemów jakie otrzymali do rozwiązania studenci

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_W05 PEU_U01	przedstawienie samodzielnie zaprojektowanej drogi syntezy wybranego przez wykładowcę związku
P = F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Skarżewski, *Wprowadzenie do syntezy organicznej*, PWN, Warszawa, 1999.
- [2] L. Willis, M. Wills, *Synteza Organiczna*, Wydawnictwo UJ, 2004.
- [3] P. Wyatt, S. Warren, *Organic Synthesis, Strategy and Control*, J. Wiley, 2007.
- [4] S. Warren, *Organic Synthesis, The Disconnection Approach*, J. Wiley, 1984.
- [5] Chemiczne bazy danych online: SciFinder (Chemical Abstracts), Reaxys oraz oryginalne publikacje z zakresu syntezy organicznej.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [6] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000.
- [7] L. Willis, M. Wills, *Organic Synthesis*, Oxford University Press, 1995.
- [8] W. Carruthers, I. Coldham, *Modern Methods of Organic Synthesis*, Cambridge University Press, 2004.

**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	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

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Projektowanie leków Nazwa przedmiotu w języku angielskim Drug Design Kierunek studiów (jeśli dotyczy): chemia Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i medyczna Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: polski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03CHE-SM1035W Grupa kursów NIE</p>
--

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

*niepotrzebne skreślić

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

<p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>C1 Zapoznanie studentów z podstawami projektowania leków. C2 Poznanie ekonomicznych aspektów projektowania leków. C3 Poznanie sposobów terapii celowanej.</p>
--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – zna podstawowe zasady projektowania leków,

PEU_W02 – wie jak 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 umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_U01 – potrafi zaproponować sposób zaprojektowania leku na wybraną chorobę.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ekonomia projektowania i rozwoju leków. Koszt i czas potrzebny na wprowadzenie nowego leku na rynek. Leki generyczne. Globalizacja.	2
Wy2	Randomizowane badania przesiewowe. Perspektywa historyczna. Ilustracja opinii Louisa Pasteura „Szczęście sprzyja przygotowanym umysłom”. Studium przypadku.	2
Wy3	Produkty naturalne jako źródło leków. Historia odkrycia aspiryny, morfiny, artemizyniny, chininy, penicyliny i taksolu. Obecne trendy w badaniach nad lekami naturalnymi.	2
Wy4	Wybór celu. HIV jako przykład wyboru celu projektowania leków.	2
Wy5	Teoria analogii strukturalnej. Perspektywa historyczna (sulfonamidy). Bezpośrednie podobieństwo do topologicznego z przykładami analogów morfiny i leków przeciw grypie.	2
Wy6	Teoria analogii strukturalnej. Perspektywy chemiczne, triki i „magiczne metody”. Peptydomimetyki.	2
Wy7	Leki kowalencyjne. Przegląd grup funkcyjnych zdolnych do nieodwracalnego wiązania z białkami. Techniki projektowania leków kowalencyjnych. Studium przypadku.	2
Wy8	Analogi stanu przejściowego. Techniki stosowane do identyfikacji stanu przejściowego. Teoria Paulinga przebiegu reakcji enzymatycznej. Konstrukcja analogów stanu przejściowego. Techniki wspomagane komputerowo.	2
Wy9	Zgodność topologiczna. Antagoniści i agoniści. Naturalne peptydy jako rusztowania.	2
Wy10	Modele QSAR. Analiza aktywności hamującej za pomocą modeli Hansha i Wilsona.	2

Wy11	Trójwymiarowa struktura receptorów jako podstawa projektowania leków. Budowa farmakoforu. Komputerowe metody projektowania leków - QSAR i modelowanie molekularne. Elastyczność receptora.	2
Wy12	Selektywne inhibitory enzymów. Analiza sił rządzących wiązaniem ligand-białko.	2
Wy13	Projektowanie leków oparte na strukturze. Zastosowanie struktury krystalicznej białka i narzędzi do modelowania molekularnego do projektowania leków.	2
Wy14	Celowanie i dostarczanie leków. Proleki. Inżynieria aktywacji metabolicznej. Ukierunkowana terapia enzymatyczna prolekiem.	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	PEK_W01 do PEK_W04 PEK_U01	Kolokwium końcowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] K. M. Merz, Drug Design, structure and Ligand-Based Approaches, Cambridge University Press, 2010</p> <p>[2] Medicinal Chemistry and Drug Design, Intech (open access), 2012</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Design of Drugs: Basic Principles and applications, ed. J. H. Poupaert, Marcel Dekker, 2002</p> <p>[2] The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, Academic Press, 2004</p> <p>[3] Virtual Screening. ed. M. O. Taha, Intech (open access), 2012</p> <p>[4] Drug Development – A Case study Based Insight intor Modern Startegies, Intech (open access), 2011</p>
NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)
Łukasz Berlicki, lukasz.berlicki@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

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

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

*niepotrzebne skreślić

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

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

nie dotyczy

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

Przewodniczący komisji programowej kierunku

Załącznik nr 4 do programu studiów

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

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

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

CELE PRZEDMIOTU

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

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

TREŚCI PROGRAMOWE

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
--

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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

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

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

Przewodniczący komisji programowych dla poszczególnych kierunków studiów
--

Załącznik nr 4 do programu studiów

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

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

*niepotrzebne skreślić

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

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_W01 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu realizowanej pracy dyplomowej

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

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

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

PEU_U04 – potrafi przekazywać wiedzę innym

Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU_K01 – ma świadomość znaczenia wiedzy, także jej krytycznej analizy

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

TREŚCI PROGRAMOWE

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja

N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

(brak)

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

Przewodniczący komisji programowej dla właściwego kierunku studiów

Przygotowanie karty:

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

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Spektroskopia Nazwa przedmiotu w języku angielskim Spectroscopy Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka Środowiskowa i Żywności Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: polski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03CHE-SM1022W, W03CHE-SM1003L Grupa kursów TAK / NIE*</p>

	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)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,65		1,4		

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej. 2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej. 3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej. 4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych. 5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z wybranymi eksperymentalnymi metodami pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz elementami aparatury pomiarowej.
- C2. Zapoznanie studenta z wiedzą i aspektami eksperymentalnymi spektroskopii elektronowej cząsteczek wieloatomowych w tym z zastosowaniem teorii grup w chemii.
- C3. Zapoznanie studenta z wybranymi nowoczesnymi technikami spektroskopowymi, w tym z metodami wykorzystującymi zjawiska z zakresu optyki nieliniowej.
- C4. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscylacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.
- C5. Zapoznanie studenta ze sposobami interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego (COSY).
- C6. Zapoznanie studenta z wybranymi praktycznymi zastosowaniami spektroskopii atomowej i molekularnej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Student zna zasady wybranych laboratoryjnych metod pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz zasady działania aparatury pomiarowej wykorzystywanej do tych pomiarów.
- PEU_W02 Student rozumie podstawy spektroskopii fotoelektronów (PES), elektronów Augera i fluorescencji rentgenowskiej.
- PEU_W03 Student rozumie procesy absorpcji i luminescencji cząsteczek wieloatomowych.
- PEU_W04 Student rozumie zasady działania nowoczesnych technik spektroskopowych, w tym wykorzystujących procesy z zakresu optyki nieliniowej.
- PEU_W05 Student zna zasady metod rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych i widm luminescencji elektronowo-oscylacyjnych.
- PEU_W06 Student zna zasady zastosowania teorii grup w chemii i klasyfikację cząsteczek ze względu na ich symetrię.
- PEU_W07 Student zna zasady interpretacji dwuwymiarowych widm magnetycznego rezonansu magnetycznego.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Student potrafi przygotować próbki i wykonać pomiary metodami spektroskopii oscylacyjnej oraz zinterpretować zmierzone widma.
- PEU_U02 Student potrafi przeprowadzić analizę widm otrzymywanych technikami NMR oraz umie na ich podstawie określić strukturę badanego związku organicznego.
- PEU_U03 Student potrafi wykorzystać spektroskopię absorcyjną UV-VIS do wyznaczenia parametrów kinetycznych reakcji fotochemicznych.
- PEU_U04 Student potrafi zastosować spektroskopię emisyjną do wyznaczenia fundamentalnych stałych struktury atomowej.
- PEU_U05 Student potrafi zinterpretować subtelną strukturę rotacyjną pasm wibronowych w widmie cząsteczek dwuatomowych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Spektroskopia rotacyjna, oscylacyjna i elektronowa – podstawy oraz podstawowe zastosowania	2

Wy2	Nowoczesne metody spektroskopowe – podstawy i zastosowania (metody pozwalające na pomiar zależności czasowych, spektroskopia powierzchniowo wzmacniana, spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia, spektroskopia terahercowa, nieliniowe optyczne techniki spektroskopowe).	5
Wy3	Spektroskopia fotoelektronów (PES), elektrony Augera i fluorescencja rentgenowska. Metody eksperymentalne w spektroskopii rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej: źródła światła, detektory, budowa spektrometrów, techniki fourierowskie w spektroskopii.	4
Wy4	Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) i widma wielowymiarowe (COSY)	4
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Harmonogram zajęć. Zasady zaliczenia. Zasady bezpiecznej pracy w pracowni chemicznej.	2
La2	Spektroskopia w podczerwieni – preparatyka próbek, pomiary widm i ich interpretacja.	4
La3	Spektroskopia ramanowska – preparatyka próbek, porównanie widm IR i ramanowskich	4
La4	Wprowadzenie do jedno- i dwuwymiarowych technik NMR – rejestracja widm	4
La5	Analiza i interpretacja widm NMR 1D i 2D	4
La6	Fotochromia - wyznaczenie stałej szybkości reakcji fotochromowej.	4
La7	Wyznaczenie stałych atomowych metodą spektroskopii emisyjnej.	4
La8	Analiza struktury rotacyjnej widma N ₂ ⁺ - wyznaczenie stałych rotacyjnych i odległości między atomami azotu	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

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_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06 PEU_W07	Ocena z egzaminu pisemnego
F (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05	Sprawozdania z ćwiczeń

P(wykład) = 90-100% bdb, 80-89% +db, 70-79% db, 60-69% +dst, 50-59% dst		
P(ćwiczenia) = średnia arytmetyczna ze wszystkich ocen z ćwiczeń wymaganych programem		

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, Wyd. PWN Warszawa 2001.
- [3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wyd. WNT Warszawa, 2009.
- [2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t3, Obliczenia fizykochemiczne, Wyd. PWN, Warszawa 2010.
- [3] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, Wyd. WNT, Warszawa 2000.
- [4] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, Wyd. PWN, Warszawa 2009.
- [5] P. Suppan, Chemia i światło, Wyd. PWN, Warszawa 1997

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

dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Spektroskopia Nazwa przedmiotu w języku angielskim Spectroscopy Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i medyczna Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: polski Cykl kształcenia od 2024/2025 Kod przedmiotu W03CHE-SM1022W Grupa kursów NIE</p>
--

	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)					
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
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej. 2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej. 3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej. 4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych. 5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z wybranymi eksperymentalnymi metodami pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz elementami aparatury pomiarowej.
- C2. Zapoznanie studenta z wiedzą i aspektami eksperymentalnymi spektroskopii elektronowej cząsteczek wieloatomowych w tym z zastosowaniem teorii grup w chemii.
- C3. Zapoznanie studenta z wybranymi nowoczesnymi technikami spektroskopowymi, w tym z metodami wykorzystującymi zjawiska z zakresu optyki nieliniowej.
- C4. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscylicyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.
- C5. Zapoznanie studenta ze sposobami interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego (COSY).
- C6. Zapoznanie studenta z wybranymi praktycznymi zastosowaniami spektroskopii atomowej i molekularnej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Student zna zasady wybranych laboratoryjnych metod pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz zasady działania aparatury pomiarowej wykorzystywanej do tych pomiarów.
- PEU_W02 Student rozumie podstawy spektroskopii fotoelektronów (PES), elektronów Augera i fluorescencji rentgenowskiej.
- PEU_W03 Student rozumie procesy absorpcji i luminescencji cząsteczek wieloatomowych.
- PEU_W04 Student rozumie zasady działania nowoczesnych technik spektroskopowych, w tym wykorzystujących procesy z zakresu optyki nieliniowej.
- PEU_W05 Student zna zasady metod rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych i widm luminescencji elektronowo-oscylicyjnych.
- PEU_W06 Student zna zasady zastosowania teorii grup w chemii i klasyfikację cząsteczek ze względu na ich symetrię.
- PEU_W07 Student zna zasady interpretacji dwuwymiarowych widm magnetycznego rezonansu magnetycznego.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Spektroskopia rotacyjna, oscylacyjna i elektronowa – podstawy oraz podstawowe zastosowania	2
Wy2	Nowoczesne metody spektroskopowe – podstawy i zastosowania (metody pozwalające na pomiar zależności czasowych, spektroskopia powierzchniowo wzmacniana, spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia, spektroskopia terahercowa, nieliniowe optyczne techniki spektroskopowe).	5
Wy3	Spektroskopia fotoelektronów (PES), elektrony Augera i fluorescencja rentgenowska. Metody eksperymentalne w spektroskopii rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej: źródła światła, detektory, budowa spektrometrów, techniki fourierowskie w spektroskopii.	4
Wy4	Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) i widma wielowymiarowe (COSY)	4
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

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_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06 PEU_W07	Zaliczenie na ocenę - test
P(wykład) = 90-100% bdb, 80-89% +db, 70-79% db, 60-69% +dst, 50-59% dst		

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, Wyd. PWN Warszawa 2001.
- [3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, Wyd. PWN, Warszawa 2007.
- [5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wyd. WNT Warszawa, 2009.
- [2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t3, Obliczenia fizykochemiczne, Wyd. PWN, Warszawa 2010.
- [3] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, Wyd. WNT, Warszawa 2000.
- [4] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, Wyd. PWN, Warszawa 2009.
- [5] P. Suppan, Chemia i światło, Wyd. PWN, Warszawa 1997

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

dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Spektrometria mas i jej zastosowania
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Mass spectrometry and its applications
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności
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	W03CHE-SM1030W, W03CHE-SM1012C
Grupa kursów	TAK / NIE*

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

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
1. Znajomość fizyki na poziomie studiów I-go stopnia.
2. Umiejętność posługiwania się programem do obliczeń (np. Excel, Origin, itp.)

CELE PRZEDMIOTU
C1 Zapoznanie studenta z podstawami teoretycznymi metody spektrometrii mas.
C2 Zapoznanie studenta z różnymi sposobami jonizacji materii oraz zrozumienie wpływu sposobu jonizacji materii na zmierzone widmo masowe badanych próbek.
C3 Zapoznanie studenta z różnymi technikami analitycznymi wykorzystującymi spektrometrię mas.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

PEU_W01 – Student zna rodzaje i zasadę działania spektrometrów mas.

PEU_W02 – Student zna metody jonizacji materii.

PEU_W03 – Student zna rodzaje próżni i pomp do wytwarzania próżni w zadanym zakresie ciśnień.

PEU_W04 – Student potrafi porównać zasady działania analizatorów oraz sposoby pomiarów małych prądów.

PEU_W05 – Student potrafi wyjaśnić i opisać powstawanie widm masowych.

PEU_W06 – Student potrafi omówić i porównać w zakresie podstawowym metody pomiarowe wykorzystujące spektrometrię mas.

PEU_W07 – Student potrafi opisać zastosowania spektrometrii mas.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – Student potrafi obliczyć skład izotopowy jonu prostego i złożonego.

PEU_U02 – Student umie przeprowadzić analizę prostego widma masowego i zidentyfikować na jego podstawie substancję chemiczną.

PEU_U03 – Student potrafi wskazać praktyczne zastosowanie spektrometrii mas w analizie substancji organicznych i nieorganicznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Historia i rozwój spektrometrii mas. Rodzaje i zasada działania spektrometrów mas.	2
Wy2	Metody jonizacji materii.	2
Wy3	Elementy techniki wysokiej próżni.	2
Wy4	Analizatory i detektory jonów. Pomiar małych prądów.	3
Wy5	Wstęp do teorii widma mas.	2
Wy6	Metody pomiarowe z wykorzystaniem spektrometrii mas.	2
Wy7	Wybrane zastosowania spektrometrii mas.	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Określanie składu izotopowego jonu prostego i złożonego.	2
Ćw2	Identyfikacja substancji na podstawie widma masowego.	3
Ćw3	Analiza składu pierwiastkowego próbek metodą ICP-MS	4
Ćw4	Praktyczne zastosowania spektrometrii mas w analizie substancji organicznych.	6
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z prezentacją multimedialną.

N2. Wprowadzenia teoretyczne.

N3. Samodzielne lub w grupie rozwiązywanie problemów.

N4. Wykorzystanie oprogramowania służącego do obliczeń (arkusz kalkulacyjny).

N5. Opracowanie 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_W07	pisemne kolokwium (ocena na podstawie sumy liczby punktów)
P (wykład): 2,0 jeżeli (P) = 0% - 49,99% sumy liczby punktów 3,0 jeżeli (P) = 50% - 59,99% sumy liczby punktów 3,5 jeżeli (P) = 60% - 69,99% sumy liczby punktów 4,0 jeżeli (P) = 70% - 79,99% sumy liczby punktów 4,5 jeżeli (P) = 80% - 89,99% sumy liczby punktów 5,0 jeżeli (P) = 90% - 99,99% sumy liczby punktów 5,5 jeżeli (P) = 100% sumy liczby punktów		
F1	PEU_U01	sprawozdanie (ocena)
F2	PEU_U02	sprawozdanie (ocena)
F3	PEU_U03	sprawozdanie (ocena)
P (ćwiczenia) = ocena(F1+F2+F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] W. Danikiewicz, Spektrometria mas. Podstawy i zastosowania, PWN, Warszawa 2020
- [2] R. A. W. Johnstone, M. E. Rose, Spektrometria mas. Podręcznik dla chemików i biochemików, PWN, 2001
- [3] P. Suder. J. Silberring, Spektrometria mas, Wyd. UJ, Kraków 2006
- [4] A. Hałas, Technologia wysokiej próżni, PWN, 2008
- [5] A. Hałas, Technika próżni, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2017
- [6] red. P. Suder, A. Bodzoń-Kułakowska, J. Silberring, Spektrometria mas, Wyd. AGH, Kraków 2016
- [7] E. de Hoffman, J. Charette, V. Stroobant, Spektrometria mas. WNT, 1998

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

dr inż. Iwona Rutkowska, iwona.rutkowska@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: Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Optical and X-ray spectrometry in analytics</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/25</p> <p>Kod przedmiotu: W03CHE-SM1027W, W03CHE-SM1009L, W03CHE-SM1009S</p> <p>Grupa kursów: NIE</p>

	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)			2		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,65		1,4		0,7

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza dotycząca budowy atomu i cząsteczki.
2. Znajomość podstaw spektroskopii atomowej i molekularnej.
3. Znajomość chemii fizycznej i instrumentalnej.
4. Wiedza dotycząca metod chemii analitycznej i podstaw analizy śladowej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z teoretycznymi podstawami metod spektrometrii atomowej i rentgenowskiej
- C2 Poznanie specyfiki wybranych metod analitycznej spektrometrii optycznej i rentgenowskiej
- C3 Zapoznanie studentów z zasadami działania nowoczesnej aparatury pomiarowej stosowanej w spektrometrii optycznej i rentgenowskiej.
- C4 Poznanie metod przygotowania próbek do analiz pierwiastkowych metodami spektroskopowymi
- C5 Zapoznanie studentów z możliwościami praktycznego wykorzystania metod spektrometrii atomowej i rentgenowskiej w analizie pierwiastkowej materiałów

C6 Nauczenie studentów wykorzystywania literatury naukowej związanej z analityczną spektrometrią optyczną i rentgenowską do zaplanowania procedury analitycznej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – zna podstawy metod analitycznej spektrometrii absorpcyjnej, emisyjnej i rentgenowskiej
 PEU_W02 – zna metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich
 PEU_W03 – ma wiedzę dotyczącą możliwości przeprowadzenia bezpośredniej analizy pierwiastkowej próbek stałych metodami spektroskopowymi
 PEU_W04 – zna zasady analizy pierwiastkowej próbek ciekłych metodami optycznej spektrometrii atomowej
 PEU_W05 – zna podstawowe parametry plazmy
 PEU_W06 – ma wiadomości dotyczące wykorzystania źródeł plazmowych w analityce
 PEU_W07 – zna sposoby redukcji interferencji występujących podczas analiz pierwiastkowych złożonych próbek
 PEU_W08 – ma wiedzę na temat nowoczesnej aparatury pomiarowej stosowanej w atomowej spektrometrii optycznej i rentgenowskiej

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 – potrafi przygotować próbki do analiz pierwiastkowych metodami spektrometrii optycznej i rentgenowskiej
 PEU_U02 – potrafi wyznaczyć parametry charakteryzujące metodę analityczną (czułość, granica wykrywalności, itp.)
 PEU_U03 – potrafi wykonać analizę próbki metodą dyfrakcji rentgenowskiej
 PEU_U04 – potrafi wykonać analizę wielopierwiastkową próbki metodą spektrometrii emisyjnej indukcyjnie sprzężonej plazmy
 PEU_U05 – potrafi wykorzystać metodę atomowej spektrometrii absorpcyjnej w analizie pierwiastkowej materiałów
 PEU_U06 – potrafi dokonać analizy i oceny interferencji spektralnych i efektów matrycowych występujących w danej technice analitycznej
 PEU_U07 – umie zaplanować i przedstawić proces analizy pierwiastkowej próbki z wykorzystaniem wybranej metody spektrometrii optycznej lub rentgenowskiej
 PEU_U08 – potrafi przygotować prezentację multimedialną na temat związany z zastosowaniem metod spektrometrii optycznej i rentgenowskiej w analityce z wykorzystaniem fachowej literatury naukowej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Idea oznaczeń ilościowych metodami spektrometrii atomowej – zasada oznaczenia, kalibracja, granica wykrywalności, granica oznaczalności, walidacja	1
Wy2	Metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich	1
Wy3	Wybrane zagadnienia fizykochemii plazmy, charakterystyka analitycznych plazmowych źródeł wzbudzenia	1
Wy4	Emisyjna spektrometria atomowa – bezpośrednia analiza próbek stałych	1
Wy5	Spektrometria plazmy indukowanej laserowo i ablacja laserowa	1
Wy6	Wylądowanie jarzeniowe – analiza składu pierwiastkowego i analiza warstwowa	1
Wy7	Analiza próbek ciekłych metodami spektrometrii atomowej	1
Wy8	Atomowa spektrometria emisyjna indukcyjnie sprzężonej plazmy	1

Wy9	Atomowa spektrometria absorpcyjna	1
Wy10	Atomowa spektrometria fluorescencyjna	1
Wy11	Interferencje w metodach spektrometrii atomowej	1
Wy12	Techniki sprzężone. Spektrometria optyczna i rentgenowska a inne współczesne instrumentalne metody analityczne	1
Wy13	Widma rentgenowskie – charakterystyka i generowanie	1
Wy14	Emisyjne i absorpcyjne widma rentgenowskie	1
Wy15	Fluorescencja rentgenowska i dyfrakcja rentgenowska – zastosowania analityczne	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym i pracowniach instrumentalnych. Sposób prowadzenia i zaliczenia zajęć.	2
La2	Wielopierwiastkowa analiza próbek biologicznych metodą optycznej spektrometrii emisyjnej indukcyjnie sprzężonej plazmy (ICP OES) – mineralizacja próbek	2
La3	Przygotowanie wielopierwiastkowych roztworów wzorcowych	2
La4	Oznaczenie arsenu metodą generowania wodoroków w połączeniu z ICP OES	2
La5	Oznaczanie pierwiastków głównych i śladowych metodą ICP OES z nebulizacją pneumatyczną - pomiary intensywności emisji	2
La6	Wyznaczenie zawartości pierwiastków w próbkach oraz granic wykrywalności i oznaczalności	2
La7	Analiza efektów matrycowych i statystyczna ocena wyników	2
La8	Przygotowanie próbek analitycznych do oznaczeń pierwiastkowych, badania odzysku i kalibracji metodą dodatków	2
La9	Analiza próbek metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją płomieniową (FAAS)– mineralizacja próbek	2
La10	Przygotowanie próbek analitycznych i roztworów wzorcowych	2
La11	Oznaczanie pierwiastków metodą FAAS – pomiar absorpcji	2
La12	Wyznaczenie zawartości pierwiastków w próbkach oraz parametrów charakteryzujących metodę analityczną	2
La13	Analiza efektów matrycowych i statystyczna ocena wyników	2
La14	Analiza substancji stałych (preparaty farmaceutyczne, próbki środowiskowe) z wykorzystaniem dyfrakcji rentgenowskiej – pomiar widm	2
La15	Analiza substancji stałych (preparaty farmaceutyczne, próbki środowiskowe) z wykorzystaniem dyfrakcji rentgenowskiej – analiza widm.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Przygotowanie próbek do analizy z wykorzystaniem spektrometrii optycznej i rentgenowskiej	1
Se2	Rola materiałów odniesienia w analizie pierwiastkowej i specjacyjnej	1
Se3	Nowoczesne spektrometry emisyjne, absorpcyjne i rentgenowskie. 1	1
Se4	Oznaczanie metali metodami spektrometrii atomowej – koncentracje całkowite i analiza specjacyjna	1
Se5	Oznaczanie niemetalii metodami spektrometrii atomowej – koncentracje całkowite i analiza specjacyjna	1
Se6	Źródła plazmowe w spektrometrii mas i w chromatografii	1

Se7	Badania spektroskopowe obiektów astrofizycznych.	1
Se8	Interferencje spektralne w spektrometrii emisyjnej, absorpcyjnej i rentgenowskiej	1
Se9	Efekty matrycowe w atomowej spektrometrii emisyjnej i absorpcyjnej	1
Se10	Analiza pierwiastkowa biopaliw, ropy i produktów naftowych metodami spektrometrii atomowej	1
Se11	Wykorzystanie widm cząsteczek dwuatomowych w analizie pierwiastkowej materiałów	1
Se12	Chemiczne generowanie par w analizie pierwiastkowej metodami spektrometrii atomowej	1
Se13	Ablacja laserowa w metodach spektrometrii atomowej	1
Se14	Zastosowanie dyfrakcji rentgenowskiej w analityce	1
Se15	Zastosowanie XRF w analizie próbek geologicznych, środowiskowych i w przemyśle metalurgicznym	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład problemowy połączony z prezentacją multimedialną (wykład)
N2. Przygotowanie prezentacji multimedialnej (seminarium)
N3. Przygotowanie planu eksperymentów
N4. Wykonanie pomiarów instrumentalnych z wykorzystaniem oprogramowania właściwego dla danego urządzenia
N5. Opracowanie 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_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06 PEU_W07 PEU_W08	Ocena z egzaminu pisemnego
F1 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06	Sprawozdania z ćwiczeń
F1 (seminarium)	PEU_U07	Prezentacja
F2 (seminarium)	PEU_U08	Prezentacja
P(wykład) = 90-100% bdb, 80-89% +db, 70-79% db, 60-69% +dst, 50-59% dst		

P(laboratorium) = średnia arytmetyczna ze wszystkich ocen z ćwiczeń wymaganych programem
P(seminarium) = (F1+F2)/2

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2009
- [2] Metody analitycznej spektrometrii atomowej. Teoria i praktyka. Praca zbiorowa. Wyd. Malamut, Warszawa 2010
- [3] Spektrometria atomowa – możliwości analityczne – opracowanie pod red. E. Bulskiej i K. Pyrzyńskiej, Wyd. Malamut, Warszawa 2007

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] M. Cullen, „Atomic spectroscopy in elemental analysis”. Blackwell Pub. Ltd 2004
- [2] J.A.C. Broekaert „Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas”. WileyVCH, Weinheim 2002
- [3] Problemy jakości analizy śladowej w badaniach środowiska przyrodniczego” pod red. A. Kabaty-Pendias i B. Szteke. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1998

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

dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim: Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: IR, UV/VIS Spectroscopy, Photochemistry and their applications</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka Środowiskowa i Żywności</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/25</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1024W</p> <p>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	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	0,65				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.
2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej.
4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych.
5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studenta z zasadą działania laserów stosowanych w spektroskopii atomowej i molekularnej.
- C2. Zapoznanie studenta ze sposobami określania symetrii drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana oraz z metodami interpretacji widm oscylacyjnych.
- C3. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.
- C4. Zapoznanie studenta z podstawowymi regułami rządzącymi procesami fotochemicznymi.

C5. Zapoznanie studenta z technikami pomiarów fotochemicznych: fotoliza błyskowa, wydajności kwantowej procesu fotochemicznego, czasami życia stanów wzbudzonych, przekazywania energii elektronowej i sensybilizowanych reakcji fotochemicznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna zasady działania różnego typu laserów (warunki powstania akcji laserowej, rodzaje laserów i ich zastosowanie).

PEU_W02 Student zna zasady pozwalające określić symetrię drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana.

PEU_W03 Student zna zasady spektrometrii molekularnej, ze szczególnym uwzględnieniem spektroskopii elektronowo-oscyłacyjnej cząsteczek dwu- i wieloatomowych oraz technik, które pozwalają otrzymać dwuwymiarowe widma elektronowo-oscyłacyjnej o wysokiej rozdzielczości.

PEU_W04 Student zna zasady rządzące procesami fotochemicznymi.

PEU_W05 Student zna zasady pomiarów fotochemicznych: fotolizę błyskową, pomiary wydajności kwantowej procesu fotochemicznego.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie i zasady działania różnego typu laserów (warunki powstania akcji laserowej, rodzaje laserów i ich zastosowanie).	2
Wy2	Struktura cząsteczki a symetria drgań obserwowanych w widmach IR i Ramana.	2
Wy3	Dwuwymiarowe widma elektronowe cząsteczek wieloatomowych i wysoko-rozdzielone widma luminescencji elektronowo-oscyłacyjne z wykorzystaniem: spektroskopii w dyszach naddźwiękowych, spektroskopii pojedynczych cząsteczek oraz laserowej selekcji centrów.	4
Wy4	Podstawowe pojęcia i prawa fotochemii. Absorpcja jedno i wielofotonowa.	2
Wyk5	Techniki pomiarów fotochemicznych: fotoliza błyskowa, pomiary wydajności kwantowej procesu fotochemicznego.	3
Wyk6	Bezpromienne przekazywanie energii elektronowej i sensybilizowane reakcje fotochemiczne.	2
Suma godzin:		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

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_W03 PEU_W04 PEU_W05	ocena z kolokwium pisemnego

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2, Fizykochemia molekularna, PWN, Warszawa 2007

- [2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001
[3] S. Paszyc, Podstawy fotochemii, PWN, Warszawa 1981.
[4] J. A. Barltrop, J. D. Coyle, Fotochemia-podstawy, PWN, Warszawa 1987

LITERATURA UZUPELNIAJĄCA:

- [1] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN, Warszawa, 2009.
[2] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.
[3] A. Kawski, Fotoluminescencja roztworów, PWN, Warszawa 1992.
[4] W. Demtröder, Spektroskopia laserowa, PWN, Warszawa 1993.
[5] P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.

NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Prof. dr hab. inż. Marek Samoć, marek.samoc@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY / STUDIUM.....</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Synteza i transformacje grup funkcyjnych....</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Synthesis and transformations of functional groups</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...Chemia.....</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):Chemia Organiczna i Medyczna.....</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od:...2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1037W, W03CHE-SM1037S</p> <p>Grupa kursów TAK / NIE*</p>
--

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				25
Forma zaliczenia (egzamin lub zaliczenie na ocenę)	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,3				0.7

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej 2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów 3. Opanowane podstawowe operacje i techniki laboratoryjne 4. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents)

CELE PRZEDMIOTU

C1 zapoznanie studentów z różnymi odczynnikami umożliwiającymi selektywne transformacje głównych grup funkcyjnych oraz metodami budowy szkieletu węglowego cząsteczek
C2 przedstawienie nowoczesne metody utleniania oraz redukcji
C3 pokazanie zastosowań związków metaloorganicznych w syntezie
C4 omówienie metod syntezy asymetrycznej; wykorzystanie reakcji katalitycznych
C5 główne grupy ochronne: ich wprowadzanie oraz usuwanie po przeprowadzeniu pożądaných transformacji

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – Zna metody selektywnego utleniania, redukcji oraz innych transformacji grup funkcyjnych związków organicznych.
PEU_W02 – Zna klasyczne i aktualne metody tworzenia nowych wiązań C-C, w szczególności zastosowanie karboanionów a także metody katalityczne.
PEU_W03 – Rozumie problemy stereochemii oraz ochrony grup funkcyjnych w syntezie wieloetapowej.
PEU_W04 – Potrafi teoretycznie zaplanować wybór reagentów do zadanych etapów syntezy

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – Umie zastosować retroanalizę do opracowania syntezy złożonej cząsteczki.
PEU_U02 – Potrafi zaproponować reagenty do wykonania zaplanowanych jednostkowych przemian; Wykorzystuje reakcje stereoselektywne
PEU_U03 – Potrafi zaplanować i wykonać selektywne transformacje grup funkcyjnych oraz tworzenie nowych wiązań C-C.
PEU_U04 – Posiada praktyczną umiejętność dobierania grup ochronnych do warunków reakcji.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Selektywne transformacje grup funkcyjnych: przemiany chemo-, regio- i stereoselektywne	2
Wy2	Reakcje i odczynniki służące selektywnemu utlenianiu węglowodorów; epoksydacja, dihydroksylacja, aminohydroksylacja; stosowane układy katalityczne	4
Wy3	Selektywne reakcje utleniania alkoholi.	2
Wy4	Selektywne utlenianie sulfidów	2
Wy5	Selektywne reakcje redukcji katalitycznej; stosowane układy katalityczne	4
Wy6	Reakcje redukcji wodorkami metali.	2
Wy7	Klasyczne i nowe metody budowy wiązań węgiel-węgiel wykorzystujące reakcje związków metaloorganicznych.	6
Wy8	Synteza asymetryczna z wykorzystaniem metod katalitycznych	2
Wy9	Zastosowanie organicznych związków siarki i selenu w syntezie.	2
Wy10	Wykorzystanie pochodnych fosforoorganicznych w syntezie.	2
Wy11	Ochrona grup funkcyjnych.	2
	Suma godzin	

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

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

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

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Zajęcia organizacyjne, omówienie sposobu zaliczania	1
Se2		2
Se3	Indywidualne przygotowanie przez studenta i wygłoszenie	2
Se4	referatu/prezentacji na temat poszczególnych metod i procedur (również	2
Se5	katalitycznych) stosowanych w nowoczesnej syntezie: selektywne	2
Se6	utleniania, redukcje, budowa nowych wiązań C-C, synteza asymetryczna	2
Se7	itd., w oparciu o bieżącą literaturę naukową. Przybliżenie podstawowych	2
Se8	reakcji imiennych w chemii organicznej	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład z prezentacją multimedialną N2. przykładowe sposoby rozwiązywania zadań problemowych, pochodzące z oryginalnej literatury N3. dyskusja nad sposobami rozwiązania problemów jakie otrzymali do przygotowania studenci – prezentacja w formie seminarium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (seminarium)	PEU_U01 – PEU_U04	ocena na podstawie prezentacji aktualnych metod stosowanych w syntezie na podstawie bieżącej literatury naukowej (referat)

P (egzamin)	PEU_W01 – PEU_W04	Sprawdzenie znajomości metod rozbudowy szkieletów węglowych, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) oraz ich zabezpieczania, a także przedstawionych podczas wykładu metod katalitycznych.
-------------	----------------------	--

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] J. Skarżewski, *Wprowadzenie do syntezy organicznej*, PWN, Warszawa, 1999.
- [2] P. Wyatt, S. Warren, *Organic Synthesis, Strategy and Control*, J. Wiley, 2007.
- [3] S. Warren, *Organic Synthesis, The Disconnection Approach*, J. Wiley, 1984.
- [4] J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit, *Współczesna Synteza Organiczna*, PWN, Warszawa, 2004.
- [5] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford University Press, 2001.
- [6] H. O. House, *Modern synthetic reactions*, A.W. Benjamin ed. 1972
- [7] Bazy danych: Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents i bieżąca literatura naukowa.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000;
- [2] W. Carruthers, I. Coldham, *Modern Methods of Organic Synthesis*, Cambridge University Press, 2004.
- [3] C. L. Willis, M. Wills, *Organic Synthesis*, Oxford University Press, 1995;
- [4] R. K. Mackie, D. M. Smith, R. A. Aitken, *Guidebook to Organic Synthesis*, Longman, 1999.
- [5] C. L. Willis, M. Wills, *Organic Synthesis*, Oxford University Press, 1995.
- [6] J. H. Fuhrhop, G. Penzlin, *Organic Synthesis*, Verlag Chemie, Berlin, 1983
- [7] L.-T. Ho, *Tactics of Organic Synthesis*, J. Wiley, New York, 1994

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

Dr hab. Przemysław Boratyński, przemyslaw.boratynski@pwr.edu.pl

Dr hab. inż. Rafał Kowalczyk, rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl

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

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Techniki syntezy i chemicznej modyfikacji polimerów	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Polymeric syntheses and modification techniques	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...Chemia.....	
Specjalność (jeśli dotyczy): ...Chemia Organiczna i Medyczna	
Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna	
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy	
Język wykładowy: polski	
Cykl kształcenia od: ...2024/2025	
Kod przedmiotu W03CHE-SM1034W, W03CHE-SM1034L	
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		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)					
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 organicznej
2. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych
3. Umiejętności praktyczne z laboratorium chemii ogólnej i organicznej

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie studentów z typowymi metodami syntezy polimerów
 C2 Omówienie sposobów modyfikacji polimerów na etapie syntezy
 C3 zapoznanie studentów ze sposobami modyfikacji polimerów i produktów gotowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 student powinien znać strategię planowania syntez i modyfikacji polimerów

PEU_W02 znać typowe chemiczne jak i fizyczne metody modyfikacji polimerów

...

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 student umie posługiwać się literaturą naukową i bazami danych w celu planowania syntez i modyfikacji polimerów

PEU_U02 potrafi przeprowadzić syntezę i modyfikacje polimerów, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Polimeryzacja wolnorodnikowa i anionowa	2
Wy2	Polimeryzacja kationowa, żyjąca i pseudożyjąca	2
Wy3	Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu, architektury polimerów	2
Wy4	Polimeryzacje w masie (blokowe) i w roztworach (homogeniczne i heterogeniczne) – suspensyjna i emulsyjna	2
Wy5	Polimeryzacja emulsyjna z organiczną fazą ciągłą	2
Wy6	Polimeryzacja plazmowa i elektropolimeryzacja	2
Wy7	Polikondensacja i polikondensacja z rozgałęzianiem i sieciowaniem	2
Wy8	Modyfikacja polimerów: Na etapie syntezy (modyfikacja masy cząsteczkowej, modyfikacja morfologii cząsteczek polimeru), kopolimeryzacja, kopolimeryzacja-typy kopolimerów. Część I	2
Wy9	Modyfikacja polimerów: Na etapie syntezy (modyfikacja masy cząsteczkowej, modyfikacja morfologii cząsteczek polimeru), kopolimeryzacja, kopolimeryzacja-typy kopolimerów. Część II	2
Wy10	Modyfikacja powierzchni polimerów (gotowy wyrób)	2
Wy11	Modyfikacja powierzchni polimerów do wytwarzania mieszanin-adhezja na granicy faz	2
Wy12	Chemiczna modyfikacja polimerów: wprowadzenie grup funkcyjnych do łańcucha głównego i/lub bocznych, przemiana grup funkcyjnych polimeru	2
Wy13	Chemiczna modyfikacja polimerów: cyklizacja wewnątrzcząsteczkowa, szczepienie, sieciowanie, degradacja.	2

Wy14	Modyfikacja polimerów naturalnych	2
Wy15	Fizyczna modyfikacja polimerów naturalnych	2
	Suma godzin	30

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

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Intruductory lab, basics of lab works, chemical safety description	2
La2	Synteza polimerów blokowych	4
La3	Synteza polimerów suspensyjnych	4
La4	Modyfikacja chemiczna polimerów aromatycznych -sulfonowanie	4
La5	Degradacja UV polibutadienu	4
La6	Kopolimeryzacja	4
La7	Otrzymywanie polimerów żelowych	4
La8	Otrzymywanie polimerów włóknistych	4
	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 informacyjny
N2. Prezentacja multimedialna
N3. Wykonanie doświadczenia
N4. Przygotowanie sprawozdania

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_U01, PEU_U02	Przygotowanie sprawozdań
P	PEU_W01, PEU_W01	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] WSPÓŁCZESNA WIEDZA O POLIMERACH, J.F. Rabek, PWN 2009
 [2] CHEMIA POLIMERÓW, praca zbiorowa pod redakcją Z. Florjańczyka i St. Penczka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 1995.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Artykuły naukowe podawane na bieżąco przez prowadzącego wykład

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

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

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim ...Techniki Syntezy Organicznej.....</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim ... Organic Synthesis Techniques</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): ...Chemia.....</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):Chemia Organiczna i Medyczna.....</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od:.....2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1036L</p> <p>Grupa kursów TAK / NIE*</p>
--

	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

<p style="text-align: center;">WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <p>1. Wiedza i umiejętności na poziomie kursu „Podstawy Chemii Organicznej- lab.” lub równoważnego</p> <p>2. Opanowane podstawowe operacje i techniki laboratoryjne</p> <p>3. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (Reaxys, Chemical Abstracts, Current Contents)</p>

CELE PRZEDMIOTU

C1 zapoznanie studentów z różnymi odczynnikami umożliwiającymi selektywne transformacje głównych grup funkcyjnych oraz metodami budowy szkieletu węglowego cząsteczek
 C2 przedstawienie nowoczesne metody utleniania oraz redukcji
 C3 pokazanie zastosowań związków metaloorganicznych w syntezie
 C4 zastosowania grup ochronnych – sposoby wprowadzania i usuwania

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – Zna praktyczne metody selektywnego utleniania, redukcji oraz innych transformacji grup funkcyjnych związków organicznych.

PEU_W02 – Zna klasyczne i aktualne metody tworzenia nowych wiązań C-C, w szczególności zastosowanie karboanionów

PEU_W03 – Rozumie problemy stereochemii oraz ochrony grup funkcyjnych w syntezie wieloetapowej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – Potrafi zaplanować i wykonać selektywne transformacje grup funkcyjnych oraz tworzenie nowych wiązań C-C.

PEU_U02 - Potrafi zaproponować reagenty do wykonania zaplanowanych jednostkowych przemian; planuje i wykorzystuje reakcje selektywne

PEU_U03 - Umie zaplanować i przeprowadzić wieloetapową syntezę docelowego związku organicznego

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	Zasady pracy na laboratorium i zasady zaliczenia. Notatnik laboratoryjny. Podstawowe wyposażenie (szkło i metal) oraz czynności laboratoryjne. Zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa na zajęciach laboratoryjnych. Planowanie syntezy – korzystanie z literatury i baz danych.	4

La2- La5	Przeprowadzenie dwuetapowej syntezy dwóch obowiązkowych związków z wykorzystaniem podstawowych transformacji grup funkcyjnych: utleniania i redukcji, acylowania, alkirowania (preparat do wyboru zadany przez prowadzącego).	16
La6- La13	Przeprowadzanie syntezy dwóch związków organicznych (2-4 etapowe procesy sekwencyjne) z wykorzystaniem różnych metod rozbudowy szkieletu węglowego: alkirowania, podstawienia nukleofilowego, podstawienia elektrofilowego, cykloaddycji połączonych z transformacją grup funkcyjnych (preparat do wyboru zadany przez prowadzącego).	32
La14- La15	Oczyszczanie, identyfikacja i charakterystyka produktów. Interpretacja wyników, pisanie raportów.	8
	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. Samodzielna praca w laboratorium
N2. Wykonywanie eksperymentów wg procedur literaturowych

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=P	PEU_W01 - PEU_W03 PEU_U01- PEU_U03	Ocena na podstawie poprawnego przygotowania, wykonania i zdokumentowania wyników każdej z zadanych syntez

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. Mucha, R. Siedlecka, *Multistep organic synthesis*, Wrocław, 2020
- [2] A. I. Vogel, *Preparatyka organiczna*, WNT, Warszawa,
- [3] J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit, *Współczesna Synteza Organiczna*, PWN, Warszawa, 2004.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] Literatura oryginalna dostępna poprzez bazy chemiczne: Reaxys, Chemical Abstracts, Current Contents
- [5] 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

Dr hab. Przemysław Boratyński; przemyslaw.boratynski@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 Techniki syntezy peptydów Nazwa przedmiotu w języku angielskim Peptide synthesis techniques Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i medyczna Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: polski Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03CHE-SM1033W Grupa kursów NIE</p>

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

*niepotrzebne skreślić

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

<p>CELE PRZEDMIOTU</p> <p>C1 Zapoznanie studentów z metodami i technikami sprzęgania aminokwasów C2 Zapoznanie studentów ze strategią i taktyką syntezy peptydów i ich analogów C3 Omówienie roli nośników polimerowych w syntezie peptydów i bibliotek peptydowych</p>
--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Zna metody syntezy peptydów i białek

PEU_W02 Rozumie strategie ochrony grup funkcyjnych

PEU_W03 Rozumie działanie środków sprzęgających oraz problemy reakcji ubocznych

PEU_W04 Zna metody konstrukcji bibliotek peptydowych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi zaproponować metody syntezy wiązania peptydowego wraz z ortogonalną ochroną grup funkcyjnych

PEU_U02 Potrafi podać metodykę otrzymania, oczyszczania oraz analizy peptydów, ich analogów oraz bibliotek peptydowych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura i właściwości fizykochemiczne aminokwasów, grupy funkcyjne. Historyczne aspekty syntezy peptydów	2
Wy2	Strategie blokowania grup funkcyjnych	2
Wy3	Ochrona grup bocznych	2
Wy4	Metody sprzęgania aminokwasów	2
Wy5	Budowa polimerowego stałego nośnika. Linkery. Grupy funkcyjne	2
Wy6	Synteza peptydów na podłożu stałym	2
Wy7	Reakcje uboczne. Racemizacja	2
Wy8	Modyfikacje peptydów. Cyklizacja	2
Wy9	Synteza długich łańcuchów. Metody ligacji chemicznej	2
Wy10	Analiza i charakterystyka peptydów	2
Wy11	Analogi peptydów. Pseudopeptydy. Peptydomimetyki. Peptoidy	2
Wy12	Biblioteki peptydowe	2
Wy13	Techniki i metody syntezy kombinatorycznej	2
Wy14	Dekonwolucja bibliotek. Identyfikacja składnika aktywnego	2
Wy15	Aspekty techniczne i aparatura. Synteza wspomaganą mikrofalami. Synteza przyływowa	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	PEU_W01 - PEU_W04 PEU_U01, PEU_U02	Egzamin

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Peptides: chemistry and biology, N. Sewald, H.D. Jakubke, Wiley, 2009. [2] Chemistry of peptide synthesis, N.L. Benoiton, Taylor & Francis, 2006. <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] The peptides: methods of peptide synthesis, E. Schröder, K. Lübke, Academic Press, 2014
NAUCZYCIEL AKADEMICKI ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (imię, nazwisko, adres e-mail)
Artur Mucha, artur.mucha@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 Uczenie maszynowe w naukach chemicznych Nazwa przedmiotu w języku angielskim Machine learning for chemical sciences Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia i Analityka Przemysłowa Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia Organiczna i Medyczna Poziom studiów: II stopień Forma studiów: stacjonarna Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy Język wykładowy: polski* Cykl kształcenia od: 2024/2025 Kod przedmiotu W03CHE-SM1028W 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				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	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				

*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 organicznych. 3. Podstawy analizy matematycznej i algebry liniowej.

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 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.

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 potrafi w sposób koncepcyjny/schematyczny opisać algorytm do rozwiązania danego problemu badawczego lub analizy danych.

PEU_U02 potrafi dokonać oceny modeli uczenia maszynowego oraz interpretować wyniki jakie oferują.

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.	1
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.	1
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.	1
Wy4	Uczenie nadzorowane - sztuczne sieci neuronowe II. Uczenie sieci neuronowej metodą spadku gradientowego oraz propagacji wstecznej.	1

Wy5	Uczenie nadzorowane - pozostałe metody. Maszyny wektorów wspierających, regresja grzbietowa jądra, drzewa decyzyjne, losowy las.	1
Wy6	Uczenie nienadzorowane. Opis podstawowych metod uczenia nienadzorowanego. Klasyfikacja i grupowanie. Trenowanie modelu w celu rozpoznawania cech charakteryzujących zestawy danych.	1
Wy7	Biologia strukturalna Wprowadzenie/przypomnienie wybranych zagadnień w biologii strukturalnej dotyczących budowy i dynamiki białek oraz kwasów nukleinowych. Przewidywanie struktury drugorzędowej peptydów z sekwencji.	1
Wy8	Biologia strukturalna II. Przewidywanie struktury białek - AlphaFold i kwasy nukleinowe.	1
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.	1
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.	1
Wy11	Modele uczenia maszynowego w symulacjach molekularnych III. Uczenie własności molekularnych. Oddziaływania niewiążące, stopnie utlenienia i konfiguracje elektronowe.	1
Wy12	Projektowanie leków. Oddziaływanie leku z centrum aktywnym. Metody szacowania energii swobodnej wiązania substancji aktywnej w centrum aktywnym.	1
Wy13	Przewidywanie szlaków syntezy cząsteczek organicznych. Baza reaxys. Formaty zapisu struktury SMARTS i SMILES. Podejścia do przewidywania szlaków syntezy organicznej z wykorzystaniem retrosyntezy.	1
Wy14	Analiza obrazów i zastosowania medyczne. Przykłady oraz metody analizy obrazów diagnostycznych z wykorzystaniem uczenia maszynowego	1
Wy15	Powtórzenie najważniejszych zagadnień poruszonych w trakcie wykładów. Przygotowanie do zaliczenia, dyskusja oraz pytania.	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna.
N2. Rozwiązywanie zadań w grupie.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEU_W01-PEU_W03	Zaliczenie końcowe (max 50 pkt)
F1	PEU_U01-PEU_U02	Ocena raportu z zadania rozwiązanego w grupie (max 50 pkt)
P + R 2.0 jeśli (P1+F1) < 50 pkt 3.0 jeśli (P1+F1) = 50 - 59 pkt 3.5 jeśli (P1+F1) = 60 - 69 pkt 4.0 jeśli (P1+F1) = 70 - 79 pkt 4.5 jeśli (P1+F1) = 80 - 89 pkt 5.0 jeśli (P1+F1) = 90 - 97 pkt 5.5 jeśli (P1+F1) = 98 - 100 pkt		

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:

- [1] 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
- [2] Keith J.A. et al., Combining Machine Learning and Computational Chemistry for Predictive Insights Into Chemical Systems, Chem. Rev. 2021, 121, 9816–9872.
- [3] 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

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Wieloetapowa synteza związków biologicznie aktywnych</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Multi-stage synthesis of biologically active compounds</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):Chemia.....</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy):Chemia Organiczna i Medyczna.....</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski/angielski*</p> <p>Cykl kształcenia od:...2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1038L</p> <p>Grupa kursów NIE</p>

	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

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej 2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów 3. Opanowane zaawansowane operacje i techniki laboratoryjne 4. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (Reaxys, Chemical Abstracts, Current Contents)

--

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nabycie biegłości w pracy laboratoryjnej z wykorzystaniem zaawansowanych technik eksperymentalnych syntezy organicznej.
 C2 Umiejętność stosowania różnych metod transformacji w syntezie wieloetapowej.
 C3 Zaplanowanie i wykonanie złożonego ciągu syntetycznego w oparciu o dane literaturowe

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – zna transformacje w syntezie organicznej

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – potrafi wykorzystać fachową literaturę naukową i bazy danych do planowania strategii i taktyki syntezy

PEU_U02 - potrafi przeprowadzić wieloetapową syntezę związku organicznego, dobrać i zamontować odpowiednią aparaturę, zidentyfikować i scharakteryzować otrzymane produkty,

PEU_U03 – potrafi dobierać warunki reakcji różnych przemian, planować metody izolacji i oczyszczania produktów,

PEU_U04 - potrafi zinterpretować wyniki, ocenić czystość produktu poprzez określenie podstawowych właściwości fizykochemicznych, zinterpretować widma związków organicznych oraz napisać zeszyt laboratoryjny w języku angielskim.

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	Prowadzenie laboratorium i zasady zaliczenia. Notatnik laboratoryjny. Podstawowe wyposażenie (szkło i metal) oraz czynności laboratoryjne. Zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa na zajęciach laboratoryjnych. Planowanie syntezy – korzystanie z literatury i baz danych.	4
La2- La14	Poszukiwanie procedury syntezy w oryginalnej literaturze chemicznej (bazy danych). Przeprowadzenie dwóch kilkietapowych syntez złożonego produktu z puli związków aktywnych biologicznie, z wykorzystaniem znanych metod rozbudowy szkieletu węglowego, cyklizacji, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) – zależnie od struktury zadanego preparatu docelowego. W razie konieczności zastosowanie zabezpieczeń grup funkcyjnych a w przypadku syntezy związku enancjomerycznego wykorzystanie dostępnych metod katalitycznych (preparat do wyboru zadany przez prowadzącego). Oczyszczenie, identyfikacja i charakteryzowanie produktów. Interpretacja wyników, sprawozdania.	48
La15	Oczyszczanie, identyfikacja i charakterystyka produktów. Interpretacja wyników, pisanie raportów.	8
	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. Zaplanowanie syntezy na podstawie literatury oryginalnej N2. Wykonanie eksperymentów w celu syntezy zadanych związków N3. Przygotowanie raportu końcowego

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 – PEU_U04	Zaplanowanie i przeprowadzanie syntezy wieloetapowej dwóch zadanych związków organicznych o znanej aktywności biologicznej, raport badawczy

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] A. I. Vogel, Preparatyka organiczna, WNT, Warszawa,
- [2] A. Mucha, R. Siedlecka, *Multistep organic synthesis*, Wrocław, 2020
- [3] Literatura oryginalna dostępna poprzez bazy chemiczne: Reaxys, Chemical Abstracts, Current Contents

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1]

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

Dr hab. inż. Rafał Kowalczyk; rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl

Załącznik nr 4 do programu studiów

<p>WYDZIAŁ CHEMICZNY / STUDIUM</p> <p style="text-align: center;">KARTA PRZEDMIOTU</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku polskim Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim Advanced methods of identification of organic compounds</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): chemia</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy): chemia organiczna i medyczna</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/2025</p> <p>Kod przedmiotu W03CHE-SM1020W, W03CHE-SM1020C</p> <p>Grupa kursów NIE</p>
--

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

*niepotrzebne skreślić

<p>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</p> <ol style="list-style-type: none"> Znajomość matematyki na poziomie szkoły wyższej Znajomość chemii ogólnej na poziomie szkoły wyższej Znajomość chemii organicznej na poziomie I stopnia studiów
--

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o spektroskopii MS, IR i NMR
C2 Zapoznanie się z zaawansowanymi technikami NMR
C3 Nauka interpretacji widm ^1H NMR, MS i IR
C4 Nauka identyfikacji związków organicznych na podstawie analizy widm NMR, MS i IR

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 – zna podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowania technik spektroskopowych stosowanych do określania struktury związków organicznych
PEU_W02 – potrafi prawidłowo klasyfikować widma spektroskopowe organicznych cząsteczek
PEU_W03 – ma podstawowe wiadomości o zastosowaniu spektroskopii w podczerwieni
PEU_W04 – zna najważniejsze techniki jonizacji stosowane w spektrometrii masowej
PEU_W05 – zna zaawansowane metody spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego
PEU_W06 – potrafi analizować widma MS, IR i NMR związku organicznego
PEU_W07 – potrafi powiązać sygnały i dane z widm spektroskopowych ze strukturą związku organicznego

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 – potrafi interpretować widma protonowego i węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego i na ich podstawie określić budowę związków organicznych
PEU_U02 – potrafi określić budowę związku organicznego na podstawie widm MS, IR i NMR
PEU_U03 – umie wykonywać podstawowe obliczenia z zakresu spektroskopii IR, MS, NMR.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Fizyczne podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego. Zjawisko rezonansu magnetycznego. Magnetyczne właściwości jąder. Budowa spektrometru, przygotowanie próbki i rejestracja widm NMR. Widmo NMR i jego cechy.	2
Wy2	Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego protonów (^1H NMR). Symetria związku, równocЕННОść chemiczna i magnetyczna. Przesunięcie chemiczne. Sprzężenie spinowe i układy spinowe. Wartości stałych sprzężeń, w zależności od budowy cząsteczki. Interpretacja widm ^1H NMR. Analiza układów pierwszego rzędu. Selektywne odsprężanie spinów.	2
Wy3	Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego węgla ^{13}C. Warunki i specyfika pomiaru widm ^{13}C NMR. Odprężanie	2

	oddziaływań spinowo-spinowych ^1H - ^{13}C . Jądrowy efekt Overhausera (NOE). Przesunięcie chemiczne różnych klas związków organicznych. Metoda DEPT. Określanie liczby atomów wodoru związanych z atomami węgla.	
Wy4	Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego innych wybranych jąder o spinie $\frac{1}{2}$ (^{31}P, ^{19}F, ^{15}N i ^{29}Si NMR). Rejestracja widm, przesunięcie chemiczne oraz wartości stałych sprzężeń z jądrami ^1H i ^{13}C . Wpływ ww. jąder na widma ^1H oraz ^{13}C NMR.	2
Wy5	Spektroskopia korelacyjna 2D NMR. Rejestracja i interpretacja widm 2D NMR. Widma ^1H - ^1H COSY. Identyfikacja sąsiadujących protonów. Korelacja ^{13}C - ^1H (HMQC, HSQC, HMBC). Korelacja ^{13}C - ^{13}C (INADEQUATE). Widma TOCSY oraz ROESY.	2
Wy6	Spektroskopia w podczerwieni. Technika FTIR. Aparatura i rejestracja widm w podczerwieni. Interpretacja widm IR w zależności od budowy cząsteczki. Częstości głównych grup funkcyjnych występujących w związkach organicznych.	2
Wy7	Spektrometria masowa MS. Aparatura, metody jonizacji i analizatory mas. Omówienie najczęściej stosowanych metod jonizacji. Widma masowe z jonizacją EI i ich interpretacja. Przykłady widm masowych głównych klas związków organicznych.	2
Wy8	Zastosowanie spektroskopii NMR i IR oraz spektrometrii mas do identyfikacji związków organicznych.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego (^1H NMR).	2
Ćw2	Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego (^1H NMR). c.d.	2
Ćw3	Interpretacja i analiza widm węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego ^{13}C NMR.	2
Ćw4	Metoda DEPT w analizie widm ^{13}C NMR	2
Ćw5	Zastosowanie ^1H NMR oraz ^{13}C NMR/DEPT do identyfikacji związków organicznych.	2
Ćw6	Kolokwium I	2
Cw7	Spektroskopia korelacyjna 2D NMR. Korelacja ^1H - ^1H i ^1H - ^{13}C (Widma COSY i HMQC/HSQC).	2
Cw8	Spektroskopia korelacyjna 2D NMR c.d. Inne techniki dwuwymiarowe (Widma INADEQUATE, TOCSY, HMBC, ROESY).	2
Cw9	Zastosowanie technik dwuwymiarowych do identyfikacji związków organicznych.	2
Cw10	Spektroskopia innych jąder o spinie $\frac{1}{2}$. (^{31}P NMR, ^{15}N MMR, ^{19}F NMR i ^{29}Si NMR)	2
Ćw11	Spektroskopia w podczerwieni i jej zastosowanie do identyfikacji grup funkcyjnych.	2
Ćw12	Zastosowanie spektrometrii masowej do identyfikacji związków organicznych.	2
Ćw13	Zastosowanie 1D, 2D NMR, IR oraz MS do identyfikacji związków organicznych.	2

Ćw14	Kolokwium II	2
Ćw15	Poprawa kolokwium I lub II	2
	Suma godzin	30

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

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

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Rozwiązywanie zadań i interpretacja widm spektroskopowych
N3. Interaktywny system elektronicznych korepetycji

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01- PEU_W07	Egzamin końcowy
F1 (ćwiczenia)	PEU_U01	Kolokwium cząstkowe I
F2 (ćwiczenia)	PEU_U02- PEU_U03	Kolokwium cząstkowe II
P (ćwiczenia) = średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z kolokwiów cząstkowych		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle "Spektroskopowe Metody Identyfikacji Związków Organicznych" PWN, Warszawa 2012.
- [2] Praca zbiorowa: R. Mazurkiewicz, A. Rajca, E. Kalwińska, A. Skibiński, J. Suwiński, W. Zieliński „Metody Spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych” W N-T, Warszawa 1995.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] W. Danikiewicz „Spektrometria mas. Podstawy i zastosowania”, PWN, 2020.

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

Dr Waldemar Goldeman, waldemar.goldeman@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: Zapewnienie i kontrola jakości w analityce</p> <p>Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Quality control and assurance in analytics</p> <p>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia</p> <p>Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności</p> <p>Poziom studiów: II stopień</p> <p>Forma studiów: stacjonarna</p> <p>Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy</p> <p>Język wykładowy: polski</p> <p>Cykl kształcenia od: 2024/25</p> <p>Kod przedmiotu: W03CHE-SM1029W, W03CHE-SM1011S</p> <p>Grupa kursów: NIE</p>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				25
Forma zaliczenia	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 kontaktu (BK)	1,3				0.7

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1 Znajomość podstaw chemii analitycznej

CELE PRZEDMIOTU

C1 Zaznajomienie z metodami statystycznymi w kontroli i zapewnianiu jakości pomiarów
 C2 Poznanie sposobu walidacji metod analitycznych i aspektów akredytacji
 C3 Nabycie umiejętności znalezienia analizy informacji z dziedziny oceny i kontroli jakości i samodzielnego przygotowania wystąpienia na określony temat z tej dziedziny

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna składowe systemu zapewnienia i kontroli jakości, wie, jaka jest jego rola i znaczenie

PEU_W02	Student zna sposób walidacji metody oraz parametry walidacyjne wyznaczone w procesie walidacyjnym
PEU_W03	Student wie, co to jest materiały odniesienia, jakie są rodzaje materiałów odniesienia i do czego służą, zna sposób wytwarzania materiałów odniesienia, jakie stawia się im wymagania oraz jakie parametry charakteryzują materiały odniesienia
PEU_W04	Student wie, co to są badania międzylaboratoryjne oraz jakie są ich rodzaje, do czego służą i w jakich sytuacja się je wykonuje, zna sposób oceny statystycznej wyników badań międzylaboratoryjnych
PEU_W05	Student wie, co to niepewność pomiarowa i jakie są jej źródła oraz sposoby określenia niepewności pomiarowej
PEU_W06	Student wie, co to jest kalibracja oraz zna klasyfikację technik kalibracyjnych
PEU_W07	Student wie, co to są karty kontrolne, jaka jest ich konstrukcja i do czego służą
PEU_W08	Student wie, na czym polega akredytacja laboratoriów i jakie jest jej znaczenie dla jakości wyników pomiarów
PEU_W09	Student wie, na czym polega audyt wewnętrzny i zewnętrzny i jakie jest jego znaczenie dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zarządzania kontroli i jakością wyników, zna etapy przebiegu audytu i działań poaudytowych
PEU_W10	Student zna podstawowe pojęcia i wymagania norm PN-EN-ISO 9001 i PN-EN ISO/IEC 17025 w zakresie zapewnienia i kontroli jakości oraz zapewnienia spójności badań
PEU_W11	Student zna ogólne zasady i wymagania według kodeksu dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP)
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student potrafi znaleźć w międzynarodowej, naukowej literaturze informacje oraz samodzielnie przygotować referat na zadany temat z zakresu zapewnienia i kontroli jakości
PEU_U02	Student umie znaleźć informacje, krytycznie je ocenić i twórczo przetworzyć oraz samodzielnie przygotować referat i wystąpienie ustne na wybrany przez siebie temat z zakresu zapewnienia i kontroli jakości

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia wstępne. Omówienie przebiegu zajęć i warunków zaliczenia kursu. Wprowadzenie do systemu oceny i kontroli jakości analiz chemicznych.	2
Wy2	Krytyczna ocena systemu oceny i kontroli jakości (wybrane parametry walidacyjne, zapisy DPL i normy ISO17025) w pracach naukowych z zakresu analityki chemicznej i analizy instrumentalnej - na przykładzie przeglądu prac opublikowanych w czasopismach naukowych.	6
Wy3	Walidacji metody oraz parametry walidacyjne wyznaczone w procesie walidacyjnym (precyzja: powtarzalność, precyzja pośrednia, odtwarzalność, dokładność/poprawność, granica wykrywalności, granica oznaczalności, specyficzność, selektywność, liniowość, zakres pomiarowy, odporność, elastyczność)	4
Wy4	Materiały odniesienia – rodzaje i podział; substancje czyste i roztwory wzorcowe; sposoby wytwarzania matrycowych certyfikowanych materiałów odniesienia; wymagania stawiane materiałom odniesienia i roztworom wzorcowym; parametry charakteryzujące materiały odniesienia	2
Wy5	Omówienie znaczenia i roli normy ISO17025:2018 (Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących)	2
Wy6	Zasady dobrej praktyki laboratoryjnej	2
Wy7	Badania międzylaboratoryjne – rodzaje ze względu na cel i program; rola badań międzylaboratoryjnych w systemie oceny i kontroli jakości (sprawdzenie metod pomiarowych, badanie kompetencji laboratoriów, certyfikacja materiałów, badanie bieguści); techniki umożliwiające wyznaczenie wartości odniesienia; ocena statystyczna wyników badań	2

	międzylaboratoryjnych (test Hampela, wskaźnik z, błąd względny, wskaźnik E_n)	
Wy8	Karty kontrolne – rodzaje, rola i znaczenie w ocenie i kontroli jakości; sterowanie jakością badań	2
Wy9	Akredytacja laboratoriów; system akredytacji	2
Wy10	Audyt wewnętrzny i zewnętrzny; znaczenie dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zarządzania jakością; przebieg audytu i działań poaudytowych	2
Wy11	Niepewność i jej rodzaje (typu A i B); źródła niepewności; niepewność pomiaru; standardowa niepewność pomiaru; złożona standardowa niepewność pomiaru; niepewność względna; niepewność rozszerzona; współczynnik rozszerzenia	2
Wy12	Kalibracja ilościowa i jakościowa; techniki kalibracji stosowane w pomiarach	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Sem1- Sem15	<p>Seminarium na wybrany przez studenta temat dotyczący oceny i kontroli jakości, w szczególności sposobów zapewnienia jakości wyników pomiarowych:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regresja liniowa i nieliniowa 2. Rola systemu zapewnienia jakości 3. Wzorcowanie przyrządów pomiarowych 4. Rodzaje błędów pomiarowych w analizie chemicznej 5. Statystyczne porównywanie wyników pomiarów 6. Walidacja metody pomiarów i badań oraz wyposażenia pomiarowego 7. Rodzaje materiałów odniesienia stosowanych w pomiarach chemicznych 8. Wytwarzanie materiałów odniesienia 9. Metody pomiarów i badań wykorzystywane w kontroli jakości 10. Zasady pobierania i przygotowania próbek do oznaczeń w kontroli jakości 11. Źródła niepewności pomiarów 12. Sposoby wyznaczania niepewności pomiarów 13. Niepewność pomiarowa standardowa, złożona i rozszerzona 14. Sposoby szacowania niepewności (typ A i B) 15. Sposoby przedstawiania wyników badań międzylaboratoryjnych 16. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001 dotyczące audytowania oraz działań poaudytowych 17. Znaczenie audytu dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zapewnienia jakości 18. Przebieg audytu i działań poaudytowych 19. Rodzaje i zastawanie kart kontrolnych 20. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące walidacji metod analitycznych i nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym według normy PN-EN ISO 17025 21. Badania bieglności w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów 22. Rola badań międzylaboratoryjnych w zapewnieniu i kontroli jakości wyników laboratoryjnych 23. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące zapewnienia i kontroli jakości badań i zapewnienia spójności pomiarowej według normy PN-EN ISO/IEC 17025 24. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001 dotyczące akredytacji laboratorium 25. Zasady walidacji i parametry oceny procedury pomiarowej 	15

	26. Kryteria doboru parametrów walidacji 27. Raport walidacyjny 28. Ogólne zasady oraz wymagania według Kodeksu Dobrej Praktyki Laboratoryjnej (GLP)	
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Wykład informacyjny N2. Wykład problemowy N3. Prezentacja multimedialna	

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_W11	Egzamin końcowy
P (wykład) = 3,0 jeżeli 50% pkt. 3,5 jeżeli 60% pkt. 4,0 jeżeli 70% pkt. 4,5 jeżeli 80% pkt. 5,0 jeżeli 90% pkt. 5,5 jeżeli 100% pkt		
F1 (seminarium)	PEU_U01	I prezentacja multimedialna
F2 (seminarium)	PEU_U02	II prezentacja multimedialna
P (seminarium)=(F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] E. Bulska, Metrologia chemiczna – sztuka prowadzenia pomiarów, wyd. 2, Wydawnictwo Malamut, Warszawa, 2012 [2] Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych, praca zbiorowa pod red. P. Konieczki i J. Namieśnika, wyd. 2, WNT, Warszawa, 2017	
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] J. C. Miller, J. N. Miller, Statystyka i chemometria w chemii analitycznej (przekład z j. ang.), wyd. 1, PWN, Warszawa, 2019	
NAUCZYCIEL ODPOWIEDZIALNY ZA PRZEDMIOT (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)	
prof. dr hab. inż. Paweł Pohl, pawel.pohl@pwr.wroc.pl	