

## PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ:	<b>Chemiczny</b>
KIERUNEK STUDIÓW:	<b>Chemia</b>
Przyporządkowany do dyscypliny:	<b>D1 nauki chemiczne</b>
POZIOM KSZTAŁCENIA:	<b>studia drugiego stopnia</b>
FORMA STUDIÓW:	<b>stacjonarna</b>
PROFIL:	<b>ogólnoakademicki</b>
JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:	<b>polski / angielski</b>
OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:	<b>2021/2022</b>

### 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

\*niepotrzebne skreślić

## ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

od semestru letniego roku akademickiego 2021-2022

### 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 pierwszego stopnia - 7 poziom PRK

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

#### po znaku podkreślenia:

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

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

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

**INŻ** – efekty uczenia się prowadzące do uzyskania kompetencji inżynierskich.

#### **Symbole kierunkowych efektów uczenia się na II stopniu studiów dla kierunku Chemia (ch)**

#### przed znakiem podkreślenia:

**K** – kierunkowe efekty uczenia się,

**S** – specjalnościowe efekty uczenia się,

**2** – drugi stopień studiów

**A** – profil ogólnoakademicki

**ch** – kod kierunku (np. ch1 oznacza numer specjalności),,

#### po znaku podkreślenia:

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

\*niepotrzebne usunąć

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <b>Chemia</b> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich
<b>WIEDZA (W)</b>				
K2Ach_W01	Dysponuje pogłębioną wiedzą z fizyki i nauk technicznych pozwalającą na posługiwanie się metodami i pojęciami właściwymi dla studiowanego kierunku.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W02	Posiada zaawansowaną wiedzę z matematyki pozwalającą na zrozumienie, ilościowy opis i modelowanie procesów chemicznych.	P7U_W	P7S_WG	
K2Ach_W03	Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie głównych działów chemii. Orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju chemii.	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 podstaw metod obliczeniowych 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 rentgenowskiej dotyczące identyfikacji 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	
K2Ach_W09	Zna wybrane współczesne metody matematyczne i informatyczne służące do przeprowadzania obliczeń, modelowania struktur chemicznych i 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	
K2Ach_W14	Ma podstawową wiedzę z zakresu tworzenia różnych form przedsiębiorczości.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INŻ
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
K2Ach_U01	Stosuje terminologię chemiczną zgodnie z zaleceniami IUPAC.	P7U_U	P7S_UW	
K2Ach_U02	Dobiera i stosuje metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentów.	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 struktur 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	
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K2Ach_K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.	P7U_K	P7S_KK	
K2Ach_K02	Rozumie potrzebę przedsiębiorczego myślenia i działania.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K03	Jest świadomy potrzeby działania na rzecz interesu publicznego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K04	Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych. Jest gotów do korzystania z wiedzy i doświadczenia ekspertów w razie trudności z rozwiązywaniem problemu.	P7U_K	P7S_KK	
K2Ach_K05	Odpowiedzialnie współdziała w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_K06	Rozumie potrzebę podejmowania inicjatyw, inspirowania i organizowania działalności na rzecz otoczenia społeczno-gospodarczego.	P7U_K	P7S_KO	
K2Ach_K07	Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich.	P7U_K	P7S_KR	
K2Ach_K08	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_K09	Ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej i konieczności podtrzymywania etosu zawodu inżyniera. Angażuje się w przekazywanie społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki.	P7U_K	P7S_KR	

## OPIS PROGRAMU STUDIÓW

<b>Kierunek studiów:</b> CHEMIA	<b>Profil:</b> ogólnoakademicki
<b>Poziom studiów:</b> studia drugiego stopnia (3 sem. magisterskie)	<b>Forma studiów:</b> stacjonarna

### 1. Opis ogólny

<p>1.1 Liczba semestrów</p> <p style="text-align: center;"><b>3</b></p>	<p>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie</p> <p style="text-align: center;"><b>90</b></p>
<p>1.3 Łączna liczba godzin zajęć</p> <p style="text-align: center;">1080 ASZ i CHZ 1095 MDC</p>	<p>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia)</p> <p style="text-align: center;"><b>są określone w zarządzeniu: „Warunki i tryb rekrutacji” w Politechnice Wrocławskiej</b></p>
<p>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów</p> <p style="text-align: center;"><b>magister inżynier, kwalifikacje II stopnia</b></p>	<p>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia</p> <p><i>Absolwent studiów II-go stopnia kierunku <b>Chemia</b></i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazuje biegłą znajomość zagadnień z zakresu wybranej specjalności (Analityka środowiskowa i żywności – ASZ, Chemia związków organicznych i polimerów – CHZ, Medicinal Chemistry – MDC);</li> <li>• jest przygotowany do podjęcia pracy w laboratoriach, zarówno tradycyjnych, jak i wyposażonych w zaawansowaną aparaturę, o profilu związanym z chemią, analizą chemiczną, oceną i/lub kontrolą jakości, środowiskiem, żywnością, kosmetologią i farmacją;</li> <li>• jest zdolny do podjęcia pracy w jednostkach badawczych i badawczo-rozwojowych przemysłu chemicznego oraz innych pokrewnych gałęzi przemysłu oraz instytucjach naukowych;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dysponuje szeroką wiedzą pozwalającą na rozwiązywanie problemów chemicznych oraz proponowanie nowych koncepcji, szczególnie we współpracy za specjalistami innych dyscyplin naukowych;</li> <li>• potrafi przygotować i prezentować referaty, a także prowadzić merytoryczne dyskusje ze specjalistami;</li> <li>• jest przygotowany do pracy w zespole, również interdyscyplinarnym, organizowania pracy grupowej i do kreatywnego kierowania pracą zespołową;</li> <li>• potrafi samodzielnie pogłębiać swoją wiedzę i umiejętności;</li> <li>• jest przygotowany do podjęcia studiów w Szkole Doktorskiej</li> </ul>
<p><i>1.7 Możliwość kontynuacji studiów</i></p> <p style="text-align: center;"><b>Szkoła Doktorska</b></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: „Plan Rozwoju Politechniki Wrocławskiej”. Zasadniczą misją jest kształtowanie twórczych, krytycznych i tolerancyjnych osobowości studentów i doktorantów oraz wytyczanie kierunków rozwoju nauki i techniki. Szczególny nacisk Uczelnia kładzie na podtrzymanie i rozwijanie kompetencji związanych z kulturą eksperymentu. Programy studiów harmonizują proporcje wiedzy bezpośrednio przydatnej zawodowo, wiedzy umożliwiającej późniejsze adaptacje zawodowe oraz wiedzy kształtującej racjonalny obraz świata. Program studiów II stopnia na kierunku Chemia wpisuje się w powyższe cele poprzez: (1) rozwijanie twórczych umiejętności o charakterze pracy naukowej poprzez zwiększony wymiar zajęć związanych z realizacją pracy dyplomowej, (2) duży ułamek (ponad 50 %) zajęć czynnych, jak laboratoria, ćwiczenia, seminaria i projekty, (3) dbałość o równowagę pomiędzy przekazywaną wiedzą ogólną, a specjalistyczną, (4) różnorodne kształcenie specjalistyczne w ramach oferowanych specjalności, (5) dostarczanie studentom wiedzy i umiejętności obejmujących najnowsze osiągnięcia nauki i technologii, (6) formowanie częściowo indywidualnych profili studentów poprzez możliwość uczestniczenia w kursach wybieralnych, (7) rozwijanie osobowości studentów poprzez udział w kursach humanistycznych, (8) częściowe przygotowanie studentów do przyszłego samodzielnego życia poprzez zajęcia menadżerskie i ekonomiczne, (9) rozwój ogólny poprzez możliwość doskonalenia znanego języka obcego i nauki drugiego języka</i></p>

## 2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów: W (wiedza) = 14, U (umiejętności) = 18, K (kompetencje) = 9,  
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>	66
<i>Chemia związków organicznych i polimerów</i>	65
<i>Medicinal Chemistry</i>	67

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 eksperymenty 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.



**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 kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU<sup>1</sup>, 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	63,7
Chemia związków organicznych i polimerów	63,7
Medicinal Chemistry	63,7

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

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	5
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
<b>Łączna liczba punktów ECTS</b>	<b>5</b>

**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 kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)

	ASZ	CHZ	MDC
Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	4	4	4
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	49	49	51
<b>Łączna liczba punktów ECTS</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>55</b>

**2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów** (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów 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)**

81 punktów ECTS

**3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:**

Weryfikacja i ocena efektów uczenia się wraz z odniesieniem do kursów lub grup kursów w trakcie całego cyklu kształcenia odbywa się w odniesieniu do informacji zawartych w kartach przedmiotów (sylabusach).

## 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 kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
Razem																			

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

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

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

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

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

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

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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - 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 CHZ*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAC023003w	Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09	15	30	1		0,7	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>						<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>0,7</b>						

#### *MDC*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAC024001w	Mathematical methods in design and analysis of experiment	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09	15	30	1		0,7	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>						<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>0,7</b>						

### 4.1.2.2 Blok *Fizyka*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
<b>Razem</b>																			

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### 4.1.2.3 Blok *Chemia*

#### *ASZ i CHZ*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC023014w	Chemia teoretyczna	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09	30	120	4		2,8	T/Z	E				PD
<b>Razem</b>			<b>2</b>						<b>30</b>	<b>120</b>	<b>4</b>		<b>2,8</b>		<b>1</b>				

#### *MDC*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC024061w	Theoretical chemistry	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09	30	120	4		2,8	T/Z	E				PD
<b>Razem</b>			<b>2</b>						<b>30</b>	<b>120</b>	<b>4</b>		<b>2,8</b>		<b>1</b>				

#### **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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
ASZ CHZ MDC	<b>3</b>					<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>3,5</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

#### *ASZ i CHZ*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023014c	Chemia teoretyczna		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	K
2.	CHC023014l	Chemia teoretyczna			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15	30	60	2		1,4	T	Z			P	K
<b>Razem</b>				<b>1</b>	<b>2</b>				<b>45</b>	<b>120</b>	<b>4</b>		<b>2,8</b>						

#### *MDC*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC024061 c	Theoretical chemistry.		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	K
2	CHC024061 l	Theoretical chemistry..			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15	30	60	2		1,4	T	Z			P	K
<b>Razem</b>				<b>1</b>	<b>2</b>				<b>45</b>	<b>120</b>	<b>4</b>		<b>2,8</b>						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
ASZ CHZ MDC		1	2			45	120	4		2,8

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2 Lista bloków wybieralnych

### 4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

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

##### *ASZ i CHZ*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Kurs humanistyczno-menedżerski	1					K2Ach_W10 K2Ach_K04 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K09	15	60	2		1,4	T/Z	Z	O			KO
2.		Kurs humanistyczno-menedżerski	2					K2Ach_W11 K2Ach_W12 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03	30	90	3		2,1	T/Z	Z	O			KO
<b>Razem</b>			<b>3</b>						<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>3,5</b>						

##### *MDC*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Managerial course	1					K2Ach_W10 K2Ach_K04 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K09	15	60	2		1,4	T/Z	Z	O			KO
2.		Managerial course	2					K2Ach_W11 K2Ach_W12 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03	30	90	3		2,1	T/Z	Z	O			KO
<b>Razem</b>			<b>3</b>						<b>45</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>3,5</b>						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



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

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Język obcy II		3				K2Ach_U17 K2Ach_U18	45	60	2		2,1	T/Z	Z	O		P	KO
2.		Język obcy I		1				K2Ach_U17 K2Ach_U18	15	30	1		0,7	T/Z	Z	O		P	KO
<b>Razem</b>				<b>4</b>					<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>		<b>2,8</b>						

*MDC*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Foreign language II		3				K2Ach_U17 K2Ach_U18	45	60	2		2,1	T/Z	Z	O		P	KO
2.		Foreign language I		1				K2Ach_U17 K2Ach_U18	15	30	1		0,7	T/Z	Z	O		P	KO
<b>Razem</b>				<b>4</b>					<b>60</b>	<b>90</b>	<b>3</b>		<b>2,8</b>						

**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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
ASZ CHZ MDC	<b>3</b>	<b>4</b>				<b>105</b>	<b>240</b>	<b>8</b>		<b>6,3</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

### 2.2.2.1 Blok *Matematyka* (min... pkt ECTS):

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

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

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

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

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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 4.2.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.2.3.1 Blok Profil dyplomowania (min. 24 pkt ECTS):

ASZ i CHZ

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	c	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC020002 1	Praca dyplomowa I			4			K2Ach_U01 K2Ach_U13 K2Ach_U18 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	K
2.	CHC020010 1	Praca dyplomowa II			14			K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_W13	210	300	10	10	7	T	Z		DN	P	K
3.	CHC023001s	Sem. dyplomowe +praca magisterska +przyg. do egz. dypl.					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U15 K2Ach_U16	15	300	10	10	7	TZ	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>					<b>18</b>		<b>1</b>		<b>285</b>	<b>720</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>16,8</b>						

MDC

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	c	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC030009 1	Graduate laboratory I			4			K2Ach_U01 K2Ach_U13 K2Ach_U18 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	K
2.	CHC030008 1	Graduate laboratory II			14			K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_W13	210	300	10	10	7	T	Z		DN	P	K
3.	CHC024001s	Graduation seminar and thesis preparation					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U15 K2Ach_U16	15	300	10	10	7	T/Z	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>					<b>18</b>		<b>1</b>		<b>285</b>	<b>720</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>16,8</b>						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
ASZ CHZ MDC			18		1	285	720	24	24	16,8

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - 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 (min. 45 pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023050w	Spektroskopia	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
2.	CHC023050l	Spektroskopia			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U14 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3.	CHC023015w	Metody i techniki izotopowe	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
4.	CHC023015 l	Metody i techniki izotopowe.			1			K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_K05	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
5.	CHC023011w	Krystalografia	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01	30	90	3	3	2,1	T/Z	E		DN		S
6.	CHC023011c	Krystalografia.		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
7.	CHC023066w	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
8.	CHC023066l	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10	60	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
9.	CHC023016w	Metody i techniki elektroanalityczne	1					K2Ach_W01	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

10.	CHC023016 I	Metody i techniki elektroanalizy.			1					K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
11.	CHC023057w	Analiza środowiskowa, żywności i leków..	1							K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
12.	CHC023057 I	Analiza środowiskowa, żywności i leków			4					K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K05	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
13.	CHC023057s	Analiza środowiskowa, żywności i leków.						1		K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
14.	CHC023065w	Ekstrakcja i chromatografia w analityce	2							K2Ach_W01 K2Ach_W06	30	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
15.	CHC023065 I	Ekstrakcja i chromatografia w analityce.			2					K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U14 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
16.	CHC023065s	Ekstrakcja i chromatografia w analityce..						1		K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
17.	CHC023019w	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce	1							K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
18.	CHC023019 I	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce.			2					K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
19.	CHC023019s	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce..						1		K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
20.	CHC023020w	Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania	1							K2Ach_W01 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
21.	CHC023067w	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce	2							K2Ach_W08 K2Ach_W09	30	60	2		1,4	T/Z	E				S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

22.	CHC023067s	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce.					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	30	1		0,7	T/Z	Z			P	S
23.	CHC023021w	Spektrometria mas i jej zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
24.	CHC023021 c	Spektrometria mas i jej zastosowania.		1				K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K05	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>14</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>4</b>		<b>540</b>	<b>1350</b>	<b>45</b>	<b>42</b>	<b>31,5</b>		<b>5</b>				

### Chemia związków organicznych i polimerów (min 45 ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023050w	Spektroskopia	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
2.	CHC023050l	Spektroskopia			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U14 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3.	CHC023037w	Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN		S
4.	CHC023011w	Krystalografia	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01	30	90	3	3	2,1	T/Z	E		DN		S
5.	CHC023011c	Krystalografia.		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
6.	CHC023066w	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

7.	CHC023066l	Metody instrumentalne w analizie chemicznej.			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10	60	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
8.	CHC023027w	Biokatalizatory w syntezie organicznej	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN		S
9.	CHC023059w	Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna	1					K2Ach_W03 K2Ach_U06	15	60	2		1,4	T/Z	E				S
10.	CHC023030w	Techniki chemicznej modyfikacji polimerów	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
11.	CHC023030s	Techniki chemicznej modyfikacji polimerów.					1	K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U11 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
12.	CHC023060w	Planowanie syntezy: strategia i taktyka.	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN		S
13.	CHC023060p	Planowanie syntezy: strategia i taktyka				1		K2Ach_U01 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K02	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
14.	CHC023032w	Techniki syntezy polimerów	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
15.	CHC023032 l	Techniki syntezy polimerów.			3			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14	45	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
16.	CHC023032s	Techniki syntezy polimerów..					1	K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U13 K2Ach_K08	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
17.	CHC023058w	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe	2					K2Ach_W03 K2Ach_W12	30	90	3	3	2,1	T/Z	E		DN		S
18.	CHC023058 l	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe..			4			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U12 K2Ach_U14	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
19.	CHC023058s	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe.					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



20.	CHC023035w	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
21.	CHC023035c	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych.		2				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
22.	CHC023031 I	Modelowanie molekularne			2			K2Ach_U06 K2Ach_U10 K2Ach_U11 K2Ach_U16 K2Ach_K01	30	60	2		1,4	T	Z			P	S
<b>Razem</b>			<b>14</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		<b>540</b>	<b>1350</b>	<b>45</b>	<b>41</b>	<b>31,5</b>		<b>5</b>				

### Medicinal Chemistry ( min 47 ECTS)

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC024071w	Spectroscopic methods in medicinal chemistry	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	30	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
2.	CHC024071l	Spectroscopic methods in medicinal chemistry			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U07 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
3.	CHC024013w	Physical organic chemistry	1					K2Ach_W03	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
4.	CHC024069c	Introductory statistics		1				K2Ach_U06 K2Ach_U10	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	S
5.	CHC024070w	Crystallography and structure of solids	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W06 K2Ach_W07	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
6.	CHC024070c	Crystallography and structure of solids		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
7.	CHC024054w	Analytical methods in drug design and technology	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

8.	CHC024054 l	Analytical methods in drug design and technology.			4			K2Ach_U01 K2Ach_U03 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U15	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
9.	INC024008 l	Retrieval of scientific and technical information			1			K2Ach_W08 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K04	15	30	1		0,7	T	Z			P	S
10.	BTC024014w	Rational drug design	2					K2Ach_W03	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN		S
11.	CHC024006w	Molecular modeling	1					K2Ach_W05 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
12.	CHC024006 l	Molecular modeling.			2			K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_U04 K2Ach_U10 K2Ach_U12	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
13.	CHC024004w	Instrumental drug analysis	1					K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
14.	CHC024004 l	Instrumental drug analysis.			2			K2Ach_W13 K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U12	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
15.	CHC024015w	Medicinal natural products	1					K2Ach_W03 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_K08	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
16.	CHC024015 l	Medicinal natural products.			2			K2Ach_W13 K2Ach_U04 K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
17.	CHC024064w	Synthetic organic drugs	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W04	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
18.	CHC024064l	Synthetic organic drugs.			4			K2Ach_W13 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U13 K2Ach_K05	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
19.	CHC024064s	Synthetic organic drugs..					1	K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

20.	TCC024025w	Production control and quality management	1					K2Ach_W12 K2Ach_K02	15	30	1		0,7	T/Z	Z			S	
21.	CHC024055w	Polymers in medicine	1					K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	S	
22.	CHC024063 I	Multistep organic synthesis			4			K2Ach_W13 K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U09	60	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
23.	CHC024065w	Inorganic drugs	1					K2Ach_W01 K2Ach_W06	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	S	
<b>Razem</b>			<b>15</b>	<b>2</b>	<b>21</b>		<b>1</b>		<b>585</b>	<b>1410</b>	<b>47</b>	<b>43</b>	<b>32,9</b>		<b>4</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów częściowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.4.2 Blok *Przedmioty wybieralne specjalnościowe*

*ASZ i CHZ (min. 4 pkt ECTS):*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Kurs wybieralny*	4					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	60	120	4		2,8	T/Z	Z				S
<b>Razem</b>			<b>4</b>						<b>60</b>	<b>120</b>	<b>4</b>		<b>2,8</b>						

*MDC (min 2 pkt ECTS)*

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniani <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Elective course II*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	60	2		1,4	T/Z	Z				S
<b>Razem</b>			<b>2</b>						<b>30</b>	<b>60</b>	<b>2</b>		<b>1,4</b>						

#### **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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
ASZ	18	2	16		4	600	1470	49	42	32,9
CHZ	18	3	16	1	3	600	1470	49	41	32,9
MDC	17	2	21		1	615	1470	49	43	34,3

**\*Lista kursów wybieralnych specjalnościowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do kursu „kurs wybieralny”(2w).**

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - 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	liczeńska / inżynierska / magisterska*	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
2	4	CHC030009 CHC020002I
	10	CHC030008I CHC020010I
	10	CHC024001s CHC023001s
<b>Charakter pracy dyplomowej</b>		
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 <sup>1</sup>	16,8	
Liczba punktów ECTS DN <sup>5</sup>	24	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - 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
praktyka	np. raport z praktyki
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

## 6. Zakres egzaminu dyplomowego

### ASZ

1. Zaawansowana chemia analityczna.
2. Metody analizy instrumentalnej - podstawy teoretyczne i zastosowania.

### CHZ

1. Wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej chemii organicznej.
2. Chemia polimerów.
3. Metody analizy instrumentalnej.

### MDC

1. Ogólne aspekty chemii organicznej.
2. Metody projektowania syntezy i analizy leków.
3. Chemia medyczna - wybrane zagadnienia.

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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Każdy kurs z planu studiów powinien być zaliczony zgodnie z planem studiów. W przypadku konieczności powtarzania kursu, kurs ten powinien być zaliczony w najbliższym semestrze, w którym jest oferowany.

## 8. Plan studiów (załącznik nr 4)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału

\*niepotrzebne skreślić

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## PLAN STUDIÓW

<b>WYDZIAŁ:</b>	<b>CHEMICZNY</b>
<b>KIERUNEK STUDIÓW:</b>	<b>CHEMIA</b>
<b>POZIOM KSZTAŁCENIA:</b>	studia drugiego stopnia (3sem)
<b>FORMA STUDIÓW:</b>	stacjonarna
<b>PROFIL:</b>	ogólnoakademicki
<b>SPECJALNOŚĆ:</b>	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
<b>JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:</b>	<b>polski</b>
<b>OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:</b>	<b>2021/2022</b>

\*niepotrzebne skreślić



## **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

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

Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po każdym semestrze: 15 ECTS

# 1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 8

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023014w	Chemia teoretyczna	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09	30	120	4		2,8	T/Z	E				PD
2.	CHC023014c	Chemia teoretyczna		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	K
3.	CHC023014l	Chemia teoretyczna			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15	30	60	2		1,4	T	Z			P	K
<b>Razem</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>				<b>75</b>	<b>240</b>	<b>8</b>		<b>5,6</b>		<b>1</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy specjalnościowe: *Analityka środowiskowa i żywności***
**liczba punktów ECTS 17**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC023015w	Metody i techniki izotopowe	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
2	CHC023015l	Metody i techniki izotopowe			1			K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_K05	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
3	CHC023011w	Krystalografia	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01	30	90	3	3	2,1	T/Z	E		DN		S
4	CHC023011c	Krystalografia.		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
5	CHC023050w	Spektroskopia.	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
6	CHC023050l	Spektroskopia			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U14 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
7	CHC023066w	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
8	CHC023066l	Metody instrumentalne w analizie chemicznej			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10	60	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>				<b>195</b>	<b>510</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>11,9</b>		<b>2</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Kursy/grupy kursów wybieralne

## 5 punktów ECTS

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Kurs wybieralny*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	60	2		1,4	T/Z	Z				S
2		Język obcy II		3				K2Ach_U17 K2Ach_U18	45	60	2		1,4	T/Z	Z	O		P	KO
3		Język obcy I		1				K2Ach_U17 K2Ach_U18	15	30	1		0,7	T/Z	Z	O		P	KO
<b>Razem</b>			<b>2</b>	<b>4</b>					<b>90</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>3,5</b>						

## Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>9</b>	<b>6</b>	<b>9</b>			<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe **liczba punktów ECTS 1**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	MAC023003w	Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09	15	30	1		0,7	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>						<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>0,7</b>						

### Kursy specjalnościowe: *Analityka środowiskowa i żywności* **liczba punktów ECTS 20**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023016w	Metody i techniki elektroanalizy	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
2.	CHC023016l	Metody i techniki elektroanalizy			1			K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14	15	30	1	1	0,7	T	Z		DN	P	S
3.	CHC023057w	Analiza środowiskowa, żywności i leków	1					K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
4.	CHC023057l	Analiza środowiskowa, żywności i leków			4			K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U14 K2Ach_K05 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
5.	CHC023057s	Analiza środowiskowa, żywności i leków					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

6.	CHC023065w	Ekstrakcja i chromatografia w analityce	2															
7.	CHC023065 l	Ekstrakcja i chromatografia w analityce			2													
8.	CHC023065s	Ekstrakcja i chromatografia w analityce					1											
9.	CHC023019w	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce	1															
10.	CHC023019 l	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce			2													
11.	CHC023019s	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce					1											
<b>Razem</b>			<b>5</b>		<b>9</b>		<b>3</b>											

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy/grupy kursów wybieralne**
**9 punktów ECTS**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Kurs humanistyczno-menedżerski	1					K2Ach_W10 K2Ach_K04 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K09	15	60	2		1,4	T/Z	Z	O			KO
2.		Kurs humanistyczno-menedżerski	2					K2Ach_W11 K2Ach_W12 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03	30	90	3		2,1	T/Z	Z	O			KO
3.	CHC020002 I	Praca dyplomowa I			4			K2Ach_U01 K2Ach_U13 K2Ach_U18 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>3</b>		<b>4</b>				<b>105</b>	<b>270</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>6,3</b>						

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>9</b>		<b>13</b>		<b>3</b>	<b>375</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



## Semestr 3

### Kursy specjalnościowe: *Analityka środowiskowa i żywności*

liczba punktów ECTS 8

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023020w	Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
2.	CHC023067w	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce	2					K2Ach_W08 K2Ach_W09	30	60	2		1,4	T/Z	E				S
3.	CHC023067s	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce					1	K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	30	1		0,7	T/Z	Z			P	S
4.	CHC023021w	Spektrometria mas i jej zastosowania	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
5.	CHC023021 c	Spektrometria mas i jej zastosowania		1				K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_K05	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>4</b>	<b>1</b>			<b>1</b>		<b>90</b>	<b>240</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5,6</b>		<b>1</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy/grupy kursów wybieralne**
**22 punkty ECTS**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Kurs wybieralny*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	60	2		1,4	T/Z	Z				S
2.	CHC0200101	Praca dyplomowa II			14			K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_W13	210	300	10	10	7	T	Z		DN	P	K
3.	CHC023001s	Sem. dyplomowe +praca magisterska +przyg. do egz. dypl.					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U15 K2Ach_U16	15	300	10	10	7	T/Z	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>2</b>		<b>14</b>		<b>1</b>		<b>255</b>	<b>660</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>15,4</b>						

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
6	1	14		2	345	900	30	25	21

**\*Lista kursów wybieralnych specjalnościowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do kursu „kurs wybieralny”(2w).**

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
CHC023011w	Krystalografia	1
CHC023050w	Spektroskopia	1
CHC023014w	Chemia teoretyczna	1
CHC023057w	Analiza środowiskowa, żywności i leków	2
CHC023065w	Ekstrakcja i chromatografia w analityce	2
CHC023067w	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce	3

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - 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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## PLAN STUDIÓW

<b>WYDZIAŁ:</b>	<b>CHEMICZNY</b>
<b>KIERUNEK STUDIÓW:</b>	<b>CHEMIA</b>
<b>POZIOM KSZTAŁCENIA:</b>	studia drugiego stopnia (3 sem)
<b>FORMA STUDIÓW:</b>	stacjonarna
<b>PROFIL:</b>	ogólnoakademicki
<b>SPECJALNOŚĆ:</b>	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
<b>JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:</b>	<b>polski</b>
<b>OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:</b>	<b>2021/2022</b>

\*niepotrzebne skreślić

## **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 związków organicznych i polimerów

Sem.	I	II	III
Godz.	24 h / 30ECTS / 3E	25h / 30ECTS / 3E	23h/ 30ECTS
26			
25		Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu 1w (1 ECTS)	
24	Kurs wybieralny	Kurs humanistyczno-menadżerski	
23	2w (2 ECTS)	2w (3 ECTS)	Kurs wybieralny
22	Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie	Biokatalizatory w syntezie organicznej	2w (2 ECTS)
21	2w (3 ECTS)	Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna E 1w (2 ECTS)	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych 1w + 2c (2 + 2) ECTS
20	Krystalografia E 2w + 1c	Techniki chemicznej modyfikacji polimerów 1w + 1s	
19	(3 + 2) ECTS	(2 + 1) ECTS	
18		Planowanie syntezy: strategia i taktyka	Modelowanie molekularne
17	Spektroskopia E 1w + 2l	1w + 1p (1 + 1) ECTS	2l (2 ECTS)
16	(2 + 2) ECTS	Techniki syntezy polimerów E 1w + 3l + 1s	Kurs humanistyczno-menadżerski 1w (2 ECTS)
15		(2 + 3 + 1) ECTS	Praca dyplomowa II
14	Metody instrumentalne w analizie		14l (10 ECTS)
13	chemicznej		
12	1w + 4l		
11	(2 + 3) ECTS	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe E	
10			
9	Chemia teoretyczna E 2w + 1c + 2l	2w + 1s + 4l	
8	(4 + 2 + 2) ECTS	(3 + 1 + 4) ECTS	
7			
6			
5			
4	Język obcy II	Praca dyplomowa I	
3	3c (2 ECTS)	4l (4 ECTS)	
2			
1	Język obcy I 1c (1 ECTS)		Sem. dyplomowe 1s + praca magisterska + przyg. do egz. dypl. (10 ECTS)
Sem.	I	II	III

Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po każdym semestrze: 15 ECTS

# 1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 8

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC023014w	Chemia teoretyczna	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09	30	120	4		2,8	T/Z	E				PD
2	CHC023014c	Chemia teoretyczna		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	K
3	CHC023014l	Chemia teoretyczna			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15	30	60	2		1,4	T	Z			P	K
<b>Razem</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>				<b>75</b>	<b>240</b>	<b>8</b>		<b>5,6</b>		<b>1</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



**Kursy specjalnościowe: *Chemia związków organicznych i polimerów***
**liczba punktów ECTS 17**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC023037w	Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN		S
2	CHC023011w	Krystalografia	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W07 K2Ach_U01	30	90	3	3	2,1	T/Z	E		DN		S
3	CHC023011c	Krystalografia		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
4	CHC023050w	Spektroskopia	1					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
5	CHC023050l	Spektroskopia			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U07 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
6	CHC023066w	Metody instrumentalne w analizie chemicznej	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W06 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
7	CHC023066l	Metody instrumentalne w analizie chemicznej			4			K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U10	60	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>6</b>	<b>1</b>	<b>6</b>				<b>195</b>	<b>510</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>11,9</b>		<b>2</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Kursy/grupy kursów wybieralne

## 5 punktów ECTS

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Kurs wybieralny*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	60	2		1,4	T/Z	Z				S
2		Język obcy II		3				K2Ach_U17 K2Ach_U18	45	60	2		1,4	T/Z	Z	O		P	KO
3		Język obcy I		1				K2Ach_U17 K2Ach_U18	15	30	1		0,7	T/Z	Z	O		P	KO
<b>Razem</b>			<b>2</b>	<b>4</b>					<b>90</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>3,5</b>						

## Razem w semestrze

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>10</b>	<b>6</b>	<b>8</b>			<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 1

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAC023003w	Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09	15	30	1		0,7	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>						<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>0,7</b>						

### Kursy specjalnościowe: *Chemia związków organicznych i polimerów* liczba punktów ECTS 22

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.	CHC023027w	Biokatalizatory w syntezie organicznej	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN		S
2.	CHC023059w	Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna	1					K2Ach_W03	15	60	2		1,4	T/Z	E				S
3.	CHC023030w	Techniki chemicznej modyfikacji polimerów	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
4.	CHC023030s	Techniki chemicznej modyfikacji polimerów					1	K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U11 K2Ach_K01 K2Ach_K08	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
5.	CHC023060w	Planowanie syntezy: strategia i taktyka.	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN		S
6.	CHC023060p	Planowanie syntezy: strategia i taktyka					1	K2Ach_U01 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K02	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
7.	CHC023032w	Techniki syntezy polimerów	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

8.	CHC023032 1	Techniki syntezy polimerów				3				K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_W13	45	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
9.	CHC023032s	Techniki syntezy polimerów						1		K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U13 K2Ach_K08	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
10.	CHC023058w	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe	2							K2Ach_W03 K2Ach_W12	30	90	3	3	2,1	T/Z	E		DN		S
11.	CHC023058 1	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe				4				K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U07 K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
12.	CHC023058s	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe.						1		K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U16 K2Ach_K01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>7</b>		<b>7</b>	<b>1</b>	<b>3</b>				<b>270</b>	<b>660</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>15,4</b>		<b>3</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Kursy/grupy kursów wybieralne

## 7 punktów ECTS

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1.		Kurs humanistyczno-menadżerski	2					K2Ach_W11 K2Ach_W12 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03	30	90	3		2,1	T/Z	Z	O				KO
2.	CHC020002 I	Praca dyplomowa I			4			K2Ach_U01 K2Ach_U13 K2Ach_U18 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P		K
<b>Razem</b>			<b>2</b>		<b>4</b>				<b>90</b>	<b>210</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4,9</b>							

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
10		11	1	3	375	900	30	24	21

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 3

### Kursy specjalnościowe: *Chemia związków organicznych i polimerów*

liczba punktów ECTS 6

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC023035w	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych	1					K2Ach_W01 K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
2	CHC023035c	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych.		2				K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U08 K2Ach_U09	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN	P	S
3	CHC023031 l	Modelowanie molekularne			2			K2Ach_U06 K2Ach_U10 K2Ach_U11 K2Ach_U16 K2Ach_K01	30	60	2		1,4	T	Z			P	S
<b>Razem</b>			<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				<b>75</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4,2</b>						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy/grupy kursów wybieralne**
**liczba punktów ECTS 24**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1.		Kurs wybieralny*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	60	2		1,4	T/Z	Z				S
2.		Kurs humanistyczno-menedżerski	1					K2Ach_W10 K2Ach_K04 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K09	15	60	2		1,4	T/Z	Z	O			KO
3.	CHC020010 I	Praca dyplomowa II			14			K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_U14	210	300	10	10	7	T	Z		DN	P	K
4.	CHC023001s	Sem. dyplomowe +praca magisterska +przyg. do egz. dypl.					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U15 K2Ach_U16	15	300	10	10	7	T/Z	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>3</b>		<b>14</b>		<b>1</b>		<b>270</b>	<b>720</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>16,8</b>						

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
4	2	16		1	345	900	30	24	21

**\*Lista kursów wybieralnych specjalnościowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do kursu „kurs wybieralny”(2w).**

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
CHC023011w	Krystalografia	1
CHC023050w	Spektroskopia.	1
CHC023014w	Chemia teoretyczna	1
CHC023032w	Techniki syntezy polimerów	2
CHC023059w	Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna	2
CHC023058w	Techniki syntezy związków organicznych – operacje jednostkowe	2

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - 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 związków organicznych i polimerów**

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## PLAN STUDIÓW

<b>WYDZIAŁ:</b>	<b>CHEMICZNY</b>
<b>KIERUNEK STUDIÓW:</b>	<b>CHEMIA</b>
<b>POZIOM KSZTAŁCENIA:</b>	studia drugiego stopnia (3sem)
<b>FORMA STUDIÓW:</b>	stacjonarna
<b>PROFIL:</b>	ogólnoakademicki
<b>SPECJALNOŚĆ:</b>	<b>Medicinal Chemistry</b>
<b>JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:</b>	<b>angielski</b>
<b>OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:</b>	<b>2021/2022</b>

\*niepotrzebne skreślić

## **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: Medicinal Chemistry

Sem.	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Godz.	25h/ 30 ECTS / 2E	24h / 30 ECTS / 3E	24h / 30 ECTS
26			
25	Elective course II 2w (2 ECTS)		
24		Managerial course 2w (3 ECTS)	Production control and quality management 1w (1 ECTS)
23	Physical organic chemistry 1w (2 ECTS)		Polymers in medicine 1w (2 ECTS)
22	Introductory statistics 1c (2 ECTS)	Retrieval of scientific and technical information 1l (1 ECTS)	Multistep organic synthesis 4l (3 ECTS)
21	Crystallography and structure of solids	Rational drug design	
20	2w +1c	2w (3 ECTS)	
19	(2+1) ECTS	Molecular modeling <b>E</b>	
18	Spectroscopic methods in medicinal chemistry 2w +2l <b>E</b>	1w +2l (2 +2) ECTS	Inorganic drugs 1w (1 ECTS)
17	(2 +2) ECTS		Managerial course 1w (2 ECTS)
16		Instrumental drug analysis 1w +2l	Mathematical methods in design and analysis of experiment 1w (1 ECTS)
15		(2 +2) ECTS	
14	Analytical methods in drug design and technology		Graduate laboratory II 14l (10 ECTS)
13	1w +4l	Medicinal natural products <b>E</b>	
12	(2 +4) ECTS	1w +2l (2 +2) ECTS	
11			
10		Synthetic organic drugs <b>E</b>	
9	Theoretical chemistry <b>E</b>	1w +4l + 1s (2 +4+1) ECTS	
8	2w +1c+ 2l		
7	(4 +2+ 2) ECTS		
6			
5			
4	Foreign language II	Graduate laboratory I	
3	3c (2 ECTS)	4l (4 ECTS)	
2			
1	Foreign language I 1c (1 ECTS)		Graduation seminar and thesis preparation 1s (10 ECTS)
Sem.	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>

Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po każdym semestrze: **15ECTS**

# 1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 8

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC024061w	Theoretical chemistry	2					K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_W05 K2Ach_W09	30	120	4		2,8	T/Z	E				PD
2	CHC024061 c	Theoretical chemistry		1				K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U06 KaAch_U10 K2Ach_U14	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	K
3	CHC024061 l	Theoretical chemistry			2			K2Ach_U02 K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U15	30	60	2		1,4	T	Z			P	K
<b>Razem</b>			<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>				<b>75</b>	<b>240</b>	<b>8</b>		<b>5,6</b>		<b>1</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy specjalnościowe: Medicinal Chemistry**
**liczba punktów ECTS 17**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	CHC024069c	Introductory statistics		1				K2Ach_U06 K2Ach_U10	15	60	2		1,4	T/Z	Z			P	S
2	CHC024013w	Physical organic chemistry	1					K2Ach_W03	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
3	CHC024070w	Crystallography and structure of solids	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W06 K2Ach_W07	30	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
4	CHC024070c	Crystallography and structure of solids		1				K2Ach_U03 K2Ach_U04 K2Ach_U06 K2Ach_U11	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
5	CHC024071w	Spectroscopic methods in medicinal chemistry	2					K2Ach_W01 K2Ach_W02 K2Ach_W04 K2Ach_W06	30	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
6	CHC0240711	Spectroscopic methods in medicinal chemistry			2			K2Ach_U04 K2Ach_U08 K2Ach_U09 K2Ach_U07 K2Ach_K05	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
7	CHC024054w	Analytical methods in drug design and technology	1					K2Ach_W03 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
8	CHC0240541	Analytical methods in drug design and technology			4			K2Ach_U01 K2Ach_U03 K2Ach_U05 K2Ach_U07 K2Ach_U15	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>6</b>	<b>2</b>	<b>6</b>				<b>210</b>	<b>510</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>11,9</b>		<b>1</b>				

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy/grupy kursów wybieralne**
**5 punktów ECTS**

Lp.	Kod kursu/grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Elective course II*	2					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W12 K2Ach_K04	30	60	2		1,4	T/Z	Z				S
2		Foreign language II		3				K2Ach_U17 K2Ach_U18	45	60	2		1,4	T/Z	Z	O		P	KO
3		Foreign language I		1				K2Ach_U17 K2Ach_U18	15	30	1		0,7	T/Z	Z	O		P	KO
<b>Razem</b>			<b>2</b>	<b>4</b>					<b>90</b>	<b>150</b>	<b>5</b>		<b>3,5</b>						

**Razem w semestrze**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>10</b>	<b>7</b>	<b>8</b>			<b>375</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 2

### Kursy specjalnościowe: *Medicinal Chemistry*

### liczba punktów ECTS 23

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	INC024008 1	Retrieval of scientific and technical information			1			K2Ach_W08 K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_K04	15	30	1		0,7	T	Z			P	S
2	BTC024014w	Rational drug design	2					K2Ach_W03	30	90	3	3	2,1	T/Z	Z		DN		S
3	CHC024006w	Molecular modeling	1					K2Ach_W05 K2Ach_W09	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
4	CHC024006 1	Molecular modeling			2			K2Ach_W02 K2Ach_W03 K2Ach_U04 K2Ach_U10 K2Ach_U12	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
5	CHC024004w	Instrumental drug analysis	1					K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
6	CHC024004 1	Instrumental drug analysis			2			K2Ach_W13 K2Ach_U01 K2Ach_U05 K2Ach_U08 K2Ach_U12	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
7	CHC024015w	Medicinal natural products	1					K2Ach_W03 K2Ach_W04 K2Ach_W06 K2Ach_K08	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
8	CHC024015 1	Medicinal natural products			2			K2Ach_W13 K2Ach_U04 K2Ach_U13 K2Ach_U14 K2Ach_U15	30	60	2	2	1,4	T	Z		DN	P	S
9	CHC024064w	Synthetic organic drugs	1					K2Ach_W01 K2Ach_W03 K2Ach_W04	15	60	2	2	1,4	T/Z	E		DN		S
10	CHC024064 1	Synthetic organic drugs			4			K2Ach_W13 K2Ach_U07 K2Ach_U08	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	S

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



11	CHC024064s	Synthetic organic drugs					1	K2Ach_U12 K2Ach_U14 K2Ach_U16 K2Ach_U18 K2Ach_K01	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN	P	S
<b>Razem</b>			<b>6</b>	<b>11</b>	<b>1</b>				<b>270</b>	<b>690</b>	<b>23</b>	<b>22</b>	<b>16,1</b>		<b>3</b>				

### Kursy/grupy kursów wybieralne 7 punktów ECTS

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Managerial course	2					K2Ach_W11 K2Ach_W12 K2Ach_W14 K2Ach_K02 K2Ach_K03	30	90	3		2,1	T/Z	Z	O			K
2	CHC030009 I	Graduate laboratory I						K2Ach_U01 K2Ach_U13 K2Ach_U18 K2Ach_W13	60	120	4	4	2,8	T	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>2</b>		<b>4</b>				<b>90</b>	<b>210</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>4,9</b>						

### Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
<b>8</b>		<b>15</b>		<b>1</b>	<b>360</b>	<b>900</b>	<b>30</b>	<b>26</b>	<b>21</b>

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS 1

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	MAC024001w	Mathematical methods in design and analysis of experiment	1					K2Ach_W02 K2Ach_W08 K2Ach_W09	15	30	1		0,7	T/Z	Z				PD
<b>Razem</b>			<b>1</b>						<b>15</b>	<b>30</b>	<b>1</b>		<b>0,7</b>						

### Kursy specjalnościowe: *Medicinal Chemistry* liczba punktów ECTS 7

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	TCC024025w	Production control and quality management	1					K2Ach_W12 K2Ach_K02	15	30	1		0,7	T/Z	Z				S
2	CHC024055w	Polymers in medicine	1					K2Ach_W04 K2Ach_W06	15	60	2	2	1,4	T/Z	Z		DN		S
3	CHC024063 l	Multistep organic synthesis			4			K2Ach_W13 K2Ach_U01 K2Ach_U04 K2Ach_U05 K2Ach_U09	60	90	3	3	2,1	T	Z		DN	P	S
4	CHC024065w	Inorganic drugs	1					K2Ach_W01 K2Ach_W06	15	30	1	1	0,7	T/Z	Z		DN		S
<b>Razem</b>			<b>3</b>		<b>4</b>				<b>105</b>	<b>210</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>4,9</b>						

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy/grupy kursów wybieralne**
**22 punkty ECTS**

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1		Managerial course	1					K2Ach_W10 K2Ach_K04 K2Ach_K06 K2Ach_K07 K2Ach_K09	15	60	2		1,4	T/Z	Z	O			KO
2	CHC030008 1	Graduate laboratory II						K2Ach_U11 K2Ach_U12 K2Ach_U13 K2Ach_U14	210	300	10	10	7	T	Z		DN	P	K
3	CHC024001s	Graduation seminar and thesis preparation					1	K2Ach_U01 K2Ach_U11 K2Ach_U15 K2Ach_U16	15	300	10	10	7	T/Z	Z		DN	P	K
<b>Razem</b>			<b>1</b>		<b>14</b>		<b>1</b>		<b>240</b>	<b>660</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>15,4</b>						

**Razem w semestrze:**

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
5		18		1	360	900	30	26	21

**\*Lista kursów wybieralnych specjalnościowych ogłaszana przez RW przed rozpoczęciem roku akademickiego, umożliwiających osiągnięcie zakładanych kierunkowych efektów uczenia się przypisanych do kursu „kurs wybieralny”(2w).**

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu/grupy kursów	Nazwy kursów/ grup kursów kończących się egzaminem	Semestr
CHC024071w	Spectroscopic methods in medicinal chemistry	1
CHC024061w	Theoretical chemistry	1
CHC024006w	Molecular modeling	2
CHC024015w	Medicinal natural products	2
CHC024064w	Synthetic organic drugs	2

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

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

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - 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:  
**Medicinal chemistry**

.....  
Data

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

.....  
Data

.....  
Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

<sup>6</sup> Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zaawansowane materiały polimerowe w chemii i medycynie.					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Advanced polymers for chemical and medical applications					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia					
Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal chemistry					
Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: wybieralny					
Kod przedmiotu: CHC020062					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Podstawowa wiedza z chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej.					
2. Podstawowa wiedza z zakresu polimerów.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Przekazanie studentom ogólnej wiedzy na temat specjalnych reakcji polimeryzacji oraz ich znaczenia w procesach otrzymywania ściśle zaprojektowanych materiałów stosowanych w chemii i medycynie.					
C2 Zapoznanie studentów z zależnościami pomiędzy procesami polimeryzacji a strukturą, morfologią i wynikającymi z nich właściwościami polimerów.					
C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi wymaganiami stawianymi materiałom polimerowych zależnie od planowanych zastosowań.					
C4 Poszerzenie wiedzy z zakresu najnowszych osiągnięć w dziedzinie zaawansowanych materiałów polimerowych produkowanych na potrzeby chemii i medycyny.					

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 ma wiedzę z zakresu specjalnych polimeryzacji stosowanych w procesach otrzymywania materiałów o ściśle zaprojektowanej strukturze

PEU\_W02 zna zależności pomiędzy procesami polimeryzacji a morfologią, strukturą i wynikającymi z tego właściwościami materiałów polimerowych

PEU\_W03 potrafi wymienić i opisać główne wymagania stawiane materiałom polimerowym do konkretnych zastosowań w chemii i medycynie

PEU\_W04 potrafi opisać główne grupy zaawansowanych polimerów stosowanych w nowoczesnej chemii i medycynie

PEU\_W05 zna potencjał użytkowy zaawansowanych materiałów w różnych dziedzinach

PEU\_W06 posiada wiedzę na temat znaczenia polimerów w zielonych technologiach

PEU\_W07 potrafi porównać zaawansowane polimery z innymi materiałami pod kątem ich możliwych zastosowań

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 potrafi ocenić specjalne metody polimeryzacji i ich potencjał w przygotowaniu materiałów do różnych zastosowań

PEU\_U02 umie wymienić główne wymagania stawiane materiałom polimerowym w zależności od ich zastosowania w chemii i medycynie

PEU\_U03 umie opisać główne grupy zaawansowanych materiałów polimerowych dla konkretnych zastosowań w chemii i medycynie

PEU\_U04 potrafi podać przykłady zielonych technologii w dziedzinie polimerów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Polimery w chemii i medycynie – główne dziedziny zastosowań i wynikające z tego wymagania dotyczące struktury i morfologii tych materiałów.	2
Wy2	Kontrolowane syntezy w procesach otrzymywania struktur polimerowych o zadanej strukturze.	2
Wy3	Polimery inspirowane naturą – od pomysłu do potencjalnych zastosowań.	2
Wy4	Technologia wdrukowywania molekularnego (MIT).	2
Wy5	Automatyzacja technik projektowania i produkcji materiałów o zaprojektowanej strukturze oraz wdrukowywanych molekularnie.	2
Wy6	Polimery wdrukowywane molekularnie (MIP) w chemii organicznej.	2
Wy7	Projektowanie MIP do celów medycznych.	2
Wy8	Natura kontra procesy przemysłowe – zaawansowane kompozyty komponentów naturalnych i syntetycznych.	2
Wy9	Materiały wrażliwe na bodźce – rodzaje i zasada działania.	2
Wy10	Zaawansowane materiały polimerowe w technologii sensorów.	2
Wy11	Zaawansowane polimery kontra inne materiały – porównanie właściwości i wynikających z nich zastosowań.	2
Wy12	Polimery a zielone technologie.	2
Wy13	Biopolimery – nowe zastosowania dobrze znanych makrocząsteczek.	2
Wy14	Problemy z biodegradacją polimerów.	2
Wy15	Panel dyskusyjny poświęcony najnowszym trendom w zastosowaniach zaawansowanych polimerów w chemii i medycynie.	2
Suma godzin		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład informacyjny N2. Prezentacja multimedialna N3. Wykład problemowy		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01-07	Aktywne uczestnictwo w wykładach
F2	PEU_W01-07 PEU_U01-04	Prezentacja wybranego przykładu zaawansowanego materiału polimerowego w kontekście jego zastosowania
P = (0.2F1 + 0.8F2)		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] W. F. Reed, A. M. Alb (Eds.), "Monitoring Polymerization Reactions: From Fundamentals to Applications", John Wiley & Sons 2014.		
[2] K. Matyjaszewski, "Controlled/Living Radical Polymerization", Oxford University Press Inc 2007.		
[3] M. Komiyama, T. Takeuchi, T. Mukawa, H. Asanuma, „Molecular Imprinting: From Fundamentals to Applications”, Weinheim, Wiley-VCH 2003.		
[4] I. Galaev, B. Mattiasson (Eds.), "Smart polymers: applications in biotechnology and biomedicine", CRC Press (Taylor & Francis) 2008.		
[5] F. Mohammad (Ed), "Specialty Polymers: Materials And Applications", I. K. International Pvt Ltd, Anshan Ltd, Tunbridge Wells, 2007.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] S. Li, Sh. Cao, S.A. Piletsky, A.P.F. Turner (Eds.), "Molecularly imprinted catalysts: principles, syntheses, and applications", Elsevier 2015.		
[2] R. M. Ottenbrite, K. Park, T. Okano (Eds.), "Biomedical Applications of Hydrogels Handbook", Springer Science & Business Media New York, 2010.		
[3] Z. Gu (Ed.), "Bioinspired and Biomimetic Polymer Systems for Drug and Gene Delivery", Chemical Industry Press and Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA 2015.		
[4] R. Breslow (ed.), "Artificial Enzymes", Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA 2005.		
[5] S. Thomas, S. Gopi, A. Amalraj (Eds.), "Biopolymers and Their Industrial Applications: From Plant, Animal, and Marine Sources, to Functional Products", Elsevier 2020.		
[6] A. Khan, S.M. Rangappa, S. Siengchin, A.M. Asiri (Eds.), "Biofibers and Biopolymers for Biocomposites. Synthesis, Characterization and Properties", Springer Nature Switzerland AG 2020		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Dr inż. Anna Jakubiak-Marcinkowska, anna.jakubiak@pwr.edu.pl		



<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Analiza środowiskowa, żywności i leków
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Analiza środowiskowa, żywności i leków
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC023057
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)	60		120		30
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		4		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		2,8		0,7

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

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 Zdobyć 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 doskonalenia 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

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Żywność: definicje (UE i inne), rodzaje składników produktów żywnościowych (klasyfikacje), charakterystyka badań typowych dla danego rodzaju próbek. Leki: definicja; terminologia; wprowadzenie w kwestie prawne, farmakopee.	2
Wy2	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
Wy3	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
Wy4	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
Wy5	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
Wy6	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
Wy7	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
Wy8	Trendy w analityce próbek środowiskowych, żywności i leków. Substancje ziołowe i ich analityka. Analiza śladowa. Analiza frakcjonowana.	1

Suma godzin	<b>15</b>
-------------	-----------

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Sposób prowadzenia i warunki zaliczenia kursu. Zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium. <i>Dobra Praktyka Laboratoryjna</i> w analizie śladowej	4
La2	Analiza suplementów diety - oznaczanie żelaza	4
La3	Analiza ilościowa substancji czynnych w wybranych preparatach farmaceutycznych	4
La4	Oznaczenie zawartości pektyn w marmoladach i dżemach	4
La5	Oznaczenie szczawianów w wybranych używkach	4
La6	Pośrednie oznaczanie chlorków i siarczanów	4
La7	Zastosowanie metod spektrofluorymetrycznych do oznaczania witaminy E w żywności	4
La8	Ocena przydatności tłuszczów do spożycia – wyznaczanie liczb tłuszczowych	4
La9	Analiza cukrów	4
La10	Oznaczanie kofeiny	4
La11	Oznaczanie ortofosforanów rozpuszczonych metodą kolorymetryczną	4
La12	Oznaczanie małych ilości azotanów (III) metodą riwanolową	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	<b>60</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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)		
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 dwie różne tematycznie prezentacje) – ocena: średnia arytmetyczna
P (seminarium) ⇒ 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., Jamrógielwicz Z.: Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995;
- [2] Namieśnik J., Jamrógielwicz 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., Górczyca M., Chemia leków. PZWL - Wydawnictwo Lekarskie 2004.
- [6] Baryłko-Pikielna N, Matuszewska I, Sensoryczne badania żywności. Podstawy - Metody – Zastosowania, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, 2009

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

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

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku				
Nazwa w języku angielskim:	Speciation and fractionation analysis of elements in the environment				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny				
Kod przedmiotu:	CHC020039				
Grupa kursów:	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość podstaw chemii analitycznej.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Poznanie zagadnień i pojęć dotyczących roli pierwiastków w oparciu o specjację i frakcjonowanie.					
C2 Nabycie wiedzy związanej z analizą próbek pod kątem analizy specjacyjnej i frakcjonowanej, tj. sposobów pobierania i przygotowania próbek, metod rozdzielania i oznaczania różnych form pierwiastków oraz oceny i kontroli otrzymanych wyników.					
C3 Zapoznanie ze specjacją/frakcjonowaniem wybranych pierwiastków w środowisku (m.in. As, Hg, Cr).					
C4 Wykształcenie świadomości o roli, potrzebie i zastosowaniu specjacji (frakcjonowaniu) pierwiastków we współczesnym świecie.					
C5 Zaznajomienie z właściwą metodologią postępowania w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej pierwiastków w różnego rodzaju próbkach środowiskowych.					

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

Student:

PEU\_W01 – zna podstawowe pojęcia związane ze specjacją/analizą specjacyjną oraz frakcjonowaniem/analizą frakcjonowaną pierwiastków

PEU\_W02 – zna sposoby pobierania, przechowywania i wstępnego przygotowania próbek w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej

PEU\_W03 – zna sposoby przygotowania próbek do analizy bez zmian form specjacyjnych pierwiastków

PEU\_W04 – zna sposoby frakcjonowania pierwiastków, w tym procedury ekstrakcji sekwencyjnej

PEU\_W05 – zna problematykę specjacji pierwiastków w środowisku wodnym

PEU\_W06 – zna metody stosowane do ekstrakcyjnego, chromatograficznego oraz elektroforetycznego rozdziału poszczególnych form pierwiastka

PEU\_W07 – zna techniki nie-chromatograficznego rozdziału form pierwiastka

PEU\_W08 – zna podstawowe techniki detekcji form specjacyjnych pierwiastków, w szczególności AAS, ICP-OES, ICP-MS, metod elektrochemicznych

PEU\_W09 – zna sposoby oceny i kontroli otrzymanych wyników analizy

PEU\_W10 – ma wiedzę nt. specjacji popularnych pierwiastków obecnych w środowisku, np. As, Hg

**Z zakresu umiejętności:**

Student:

PEU\_U01 – potrafi zaplanować proces analityczny pod kątem analizy specjacyjnej (frakcjonowanej)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp do analizy specjacyjnej i frakcjonowanej pierwiastków – podstawowe pojęcia i definicje, rola i znaczenie specjacji (frakcjonowania).	2
Wy2	Pobieranie próbek w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej – zasady poboru próbek, podstawowe operacje dla danego rodzaju próbek i celu przeprowadzenia analizy.	2
Wy3	Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy specjacyjnej (frakcjonowanej) – wprowadzenie (trwałość indywidualów chemicznych, wstępne przygotowanie próbek i przechowywanie próbek, podstawowe operacje przygotowania próbek wód, powietrza, gleb oraz próbek biologicznych).	2
Wy4	Analiza frakcjonowana pierwiastków w glebie/osadach – rola frakcjonowania, rodzaje i metody wyodrębniania poszczególnych frakcji metali, procedury ekstrakcji sekwencyjnej w praktyce.	2
Wy5	Specjacja pierwiastków w wodzie – omówienie i zapoznanie z asPEUtami dotyczącymi przygotowanie próbek wody do analizy.	2
Wy6	Przegląd metod stosowanych do rozdziału form/frakcji pierwiastków - frakcjonowanie fizyczne pierwiastków metodą filtracji i (ultra)wirowania (podstawy teoretyczne procesów oraz praktyczne zastosowania).	2
Wy7	Przegląd metod ekstrakcyjnych stosowanych do rozdziału form/frakcji pierwiastków – ekstrakcja do fazy stałej (SPE) – podstawy teoretyczne, etapy procesu oraz praktyczne zastosowanie.	2
Wy8	Przegląd metod elektroforetycznych stosowanych do rozdziału form/frakcji pierwiastków – elektroforeza kapilarna (CE) - podstawy teoretyczne technik elektromigracyjnych, aparatura, zasady rozdziału, metody wprowadzania próbki, odmiany CE oraz praktyczne zastosowanie.	2
Wy9	Przegląd metod chromatograficznych stosowanych do rozdziału form pierwiastków – chromatografia cieczowa i gazowa (podstawy teoretyczne, przykłady zastosowań).	2
Wy10	Nie-chromatograficzna analiza specjacyjna – procedury oznaczania form wybranych pierwiastków bez udziału chromatograficznego rozdziału (udział techniki chemicznego generowania połączeń (CVG) w analizie	2

	specjacyjnej).	
Wy11	Podstawowe metody spektroskopowe detekcji form specjacyjnych pierwiastków – przegląd metod spektrometrii atomowej absorpcyjnej (AAS), emisyjnej (OES) oraz mas (MS).	2
Wy12	Przegląd metod elektrochemicznych detekcji form specjacyjnych pierwiastków	2
Wy13	Ocena jakości wyników analizy specjacyjnej i frakcjonowanej.	2
Wy14	Kontrola jakości wyników analizy specjacyjnej i frakcjonowanej.	2
Wy15	Specjacja wybranych pierwiastków w środowisku.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1.	Wykład informacyjny/problemowy połączony z prezentacją multimedialną.	
N2.	Przygotowanie prezentacji multimedialnej.	
N3.	Konsultacje.	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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_W10 PEU_U01	przygotowanie prezentacji multimedialnej na wybrany temat poświęcony przedmiotowi wykładu
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1]	D. Barańkiewicz, E. Bulska, Specjacja chemiczna – Problemy i możliwości, Wydawnictwo Malamut, Warszawa 2009.	
[2]	R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann, Handbook of Elemental Speciation I: Techniques and Methodology, John Wiley and Sons, 2003.	
[3]	R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann, Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health, John Wiley and Sons, 2003.	
[4]	L. Ebdon, L. Pitts, R. Cornelis, H. Crews, O.F.X. Donard, P. Quevauviller, Trace Element Speciation for Environment, Food and Health, RSC.	
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1]	Z. Mester, R. Sturgeon, Comprehensive Analytical Chemistry, vol. Sample Preparation for Trace Element Analysis, Elsevier, 2003.	
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>dr inż. Maja Welna, maja.welna@pwr.edu.pl</b>		



WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w j. polskim: Metody Analityczne w Projektowaniu i Technologii Wytwarzania Leku					
Nazwa przedmiotu w j. angielskim		Analytical Methods in Drug Design and Technology			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Medicinal Chemistry			
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu:		CHC024054			
Grupa kursów:		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)	X				
Liczba punktów ECTS	2		4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		2,8		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii organicznej, teoretyczna oraz umiejętności praktyczne.					
2. Wiedza podstawowa z zakresu technik chromatograficznych i spektroskopowych.					
3. Zalecana wiedza z zakresu podstaw metod analitycznych.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studenta z teoretycznymi i praktycznymi aspektami dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) i dobrej praktyki wytwarzania (GMP).					
C2 Zdobycie wiedzy na temat nowoczesnych technik chromatograficznych i ich zastosowania w projektowaniu leków i procesie technologicznym produkcji leków.					
C3 Zapoznanie z różnymi koncepcjami technologicznymi zastosowania metod spektroskopowych w projektowaniu leków i kontroli jakości w systemie produkcyjnym.					
C4 Poszerzanie wiedzy z zakresu zastosowań metod elektrochemicznych w projektowaniu związków biologicznie czynnych i procedur ich wytwarzania.					
C5 Znajomość różnych koncepcji z zakresu mieszanych metod analitycznych.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
Osoba, która zaliczyła przedmiot:					
PEU_W01 - ma wiedzę na temat zasad dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP), zasad dobrej praktyki wytwarzania (GMP) oraz procedur walidacji niezbędnych do stosowania w metodach analitycznych,					
PEU_W02 - ma wiedzę na temat nowoczesnych technik chromatograficznych, spektroskopowych, elektrochemicznych i mieszanych oraz ich zastosowań w projektowaniu leków i procesie technologicznym produkcji leków,					
PEU_W03 - potrafi określić zalety i wady technik analitycznych, poziom czułości każdej z nich.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					

Osoba, która zaliczyła przedmiot:
PEU_U01 - ma umiejętności wykorzystania technik chromatograficznych do rozdzielania mieszaniny różnych związków, ich oznaczania, interpretacji wyników i przygotowania raportu zgodnie z GLP,
PEU_U02 - ma wiedzę na temat stosowania różnych typów urządzeń spektrometrycznych oraz o sposobach przygotowywania próbek do analizy,
PEU_U03 - ma umiejętności wykonywania analiz związków biologicznie czynnych metodami elektrochemicznymi, interpretowania wyników i sporządzania raportu zgodnie z GLP,
PEU_U04 - ma umiejętności wykrywania związków biologicznie czynnych w formulacji farmaceutycznej z wykorzystaniem metod fizycznych i fizykochemicznych.
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>
PEU_K01 - ma kompetencje do współpracy w zespole.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction to analytical techniques as tools for drug design and production. Good practice rules in analytical chemistry. Error estimation in analytical methods used in drugs design and technology.	2
Wy2	Validation techniques. Pharmacopoeias. GLP, GMP and drugs production normalization rules.	2
Wy3	Chromatographic techniques in drugs design and control of production process.	2
Wy4	Mixed advanced analytical techniques as a tool in drugs design and control of their activity. Immunoenzymatic assays in design and technology of drugs.	2
Wy5	Potentiometry and conductometry as modern analytical methods.	2
Wy6	Voltamperometry and other electrochemical methods in drug design and technology.	2
Wy7	Methods and techniques in physical analysis of solid components of drugs.	2
Wy8	Novel advanced applications in quality control systems in the pharmaceutical industry.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady bezpieczeństwa pracy w laboratorium chemii organicznej. Dobre praktyki laboratoryjne. Zasady prowadzenia notatek laboratoryjnych i przygotowywania raportu.	4
La2	Spektrofotometria UV-Vis – zasady metody i procedury pomiaru. Analiza jakościowa formulacji farmaceutycznej.	4
La3	Metoda UV-Vis jako narzędzie do kontroli kinetyki reakcji. Technika kontroli syntezy związku biologicznie aktywnego.	4
La4	Chromatografia cieczowa - technika rozdziału przydatna w rozdzielaniu mieszanin. Metoda TLC jako narzędzie kontroli jakości.	4
La5	Technika HPLC - schemat procedury przygotowania próbki. Przygotowanie próbki do analizy HPLC.	4
La6	HPLC - schemat aparaturowy. Analiza biologicznie aktywnych składników preparatu farmaceutycznego. Zestaw do chromatografii gazowej i procedura analizy. Techniki detekcji.	4
La7	Analiza GC - separacja i identyfikacja mieszaniny składników.	4
La8	Wiskozymetria - prezentacja metody i możliwości zastosowania. Przygotowanie emulsji i pomiar jej parametrów reologicznych.	4
La9	Turbidymetria - metoda analityczna przydatna do projektowania leków i kontroli jakości za pomocą czytnika mikroplitek.	4
La10	Spektroskopia w podczerwieni (FT-IR) związku biologicznie czynnego. Przygotowywanie próbek i zbieranie widma.	4
La11	Analiza fizyczna stałych składników leków metodą sitową.	4

La12	Konduktometria - zasady metody analitycznej opartej na prawie Ohma. Prezentacja zastosowania tej techniki w projektowaniu związków biologicznie aktywnych.	4
La13	Potencjometria - metoda stosowana do miareczkowania potencjometrycznego biologicznie aktywnych cząsteczek o ładunku dodatnim lub ujemnym. Zastosowanie miareczkowania potencjometrycznego do analizy pH-metrycznej.	4
La14	Elektroforeza jako narzędzie do jakościowej i ilościowej analizy mieszaniny składników.	4
La15	Powtarzanie nieudanych zrealizowanych eksperymentów. Konsultacja wyników raportów.	4
	Suma godzin	<b>60</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>F1</b>	PEU_W01 – PEU_W03	11 ocen z kartkówki, dotyczące teorii zadań laboratoryjnych
<b>F2</b>	PEU_U01 – PEU_U4 PEU_K01	11 ocen za sprawozdania z zajęć laboratoryjnych
<b>P1 (laboratorium)</b>		Średnia ocen z 11 kartkówek (F1) oraz 11 raportów (F2) <b><math>P1 = \Sigma (F1+F2)/22</math></b>
<b>P2 (wykład)</b>	PEU_W01– PEU_W03	Kolokwium.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

**dr inż. Izabela Pawlaczyk-Graja,            izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim:		Biokatalizatory w syntezie organicznej			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:		: Biocatalysts in organic synthesis			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Chemia związków organicznych i polimerów			
Poziom i forma studiów:		II stopień / stacjonarna /			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu:		CHC023027			
Grupa kursów:		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,7				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej 2. Podstawowa wiedza z zakresu biologii i mikrobiologii.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studentów z podstawami prowadzenia transformacji za pomocą mikroorganizmów. C2 Nauczenie zasad doboru mikroorganizmów i optymalizacji warunków reakcji. C3 Poznanie zalet i wad stosowania biotransformacji. C4 Poznanie możliwości zastosowania transformacji mikrobiologicznych w przemyśle.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
Z zakresu wiedzy: PEU_W01 – zna podstawowe zasady prowadzenia transformacji mikrobiologicznych, PEU_W02 – potrafi dobrać odpowiedni biokatalizator dla konkretnego procesu, PEU_W03 – ma podstawową wiedzę o wadach i zaletach biokatalizy, PEU_W04 – rozumie ekologiczne i ekonomiczne skutki stosowania biotransformacji w procesach przemysłowych,					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
<b>Forma zajęć - wykład</b>					<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawy zielonej chemii				1

Wy2	Zastosowania biotransformacji. Wady i zalety transformacji mikrobiologicznych. Biokataliza za pomocą całych komórek a biokataliza enzymatyczna..	2
Wy3	Biokataliza w syntezie organicznej. Zastosowanie enzymów i mikroorganizmów w skali laboratoryjnej i przemyślowej	2
Wy4	Selekcja biokatalizatora. Metody poszukiwania biokatalizatorów mikrobiologicznych o określonej aktywności.	3
Wy5	Przegląd użytecznych biotransformacji- synteza związków o wysokiej wartości przemysłowej (np. mentol, aspartam, tert-leucyna)	3
Wy6	Optymalizacja warunków reakcji- inżynieria medium reakcji. Reakcje w układach wodnych, dwufazowych, rozpuszczalnikach organicznych. Zastosowanie cieczy jonowych i cieczy nadkrytycznych (scCO <sub>2</sub> )	2
Wy7	Immobilizacja biokatalizatorów- Typy immobilizacji (typowe i nietypowe)	2
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P- esej na podstawie wybranej literatury		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Hilterhause et al., Applied Biocatalysis, Wiley 2016		
[2] K. Faber, Biotransformations In Organic Chemistry, Berlin-Heidelberg 2011		
[3] Ramesh N. Patel. Green biocatalysis, Wiley, 2016		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] P. Drauz & H. Waldmann Eds, Enzyme Catalysis in Organic Synthesis, Weinheim 2002		
[2] Microbial Enzymes and Biotransformations,ed. J. L. Barredo, Humana Press, 2005		
[3] A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey, Industrial Biotransformations, John wiley & sons, 2006		
[4] Aktualne publikacje naukowe		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Dr hab. inż. Małgorzata Brzezińska-Rodak, malgorzata.brzezinska-rodak@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim		Chemia Teoretyczna			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim		Theoretical Chemistry			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		CHC023014, CHC024061			
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)	120	60	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	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)	2,8	1,4	1,4		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Chemia i fizyka ogólna 2. Algebra liniowa i Analiza matematyczna 3. Podstawy chemii fizycznej i kwantowej					
C1. Zapoznanie słuchaczy z nowoczesnymi metodami teoretycznego opisu struktury elektronowej atomów i cząsteczek oraz nabycie umiejętności zastosowania tych metod do wyznaczania struktury elektronowej i właściwości układów molekularnych. C2. Przekazanie umiejętności zastosowania metod chemii teoretycznej do przewidywania i interpretacji wybranych właściwości spektralnych i termodynamicznych układów molekularnych.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
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 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 zaburzeń,					
PEU_W06 – zna podstawy teorii orbitali molekularnych,					
PEU_W07 – ma podstawową wiedzę o rozwiązaniach równań Hartree-Focka 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),					

<p>PEU_W09 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii oddziaływań międzycząsteczkowych.</p> <p><b>Z zakresu umiejętności:</b>          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.</p> <p><b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>          Osoba, która zaliczyła przedmiot:          PEU_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy</p>		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Wprowadzenie do molekularnej mechaniki kwantowej.</b> 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	<b>Hamiltonian molekularny.</b> 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
Wy3	<b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera I.</b> Rachunek wariacyjny i jego proste zastosowania. Metoda Rayleigha-Ritza.	2
Wy4	<b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera II.</b> Teoria orbitali molekularnych. Metoda Hückela i przykłady jej zastosowania.	2
Wy5	<b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera III.</b> Rachunek zaburzeń niezależny od czasu. Zaburzenie w układzie dwustanowym i wielostanowym. Rachunek zaburzeń dla zwyrodniałych stanów referencyjnych.	2
Wy6	<b>Funkcje falowe dla układów wieloelektronowych.</b> Symetria funkcji falowej. Wyznacnikowa funkcja falowa. Reguły Slatera-Condona. Ogólne wyrażenia na elementy macierzowe pomiędzy wyznacznikami Slatera.	2
Wy7	<b>Metoda Hartree-Focka.</b> Metoda pola samouzgodnionego. Metoda Hartree-Focka-Roothana. Gęstość ładunku i elementy macierzowe operatora Focka.	2
Wy8	<b>Orbitale molekularne.</b> Elementy teorii grup punktowych. Symetria i nomenklatura orbitali molekularnych. Diagramy orbitali molekularnych dla cząsteczek dwuatomowych i wieloatomowych. Diagramy Walsha.	2
Wy9	<b>Korelacja elektronowa I.</b> Ograniczenia metody Hartree-Focka. Definicja i metody wyznaczania korelacji elektronowej. Metoda oddziaływania konfiguracji.	2
Wy10	<b>Korelacja elektronowa II.</b> Rachunek zaburzeń Møllera-Plesseta. Elementy teorii sprzężonych klasterów.	2
Wy11	<b>Teoria funkcjonalu gęstości.</b> Jednocząstkowa macierz gęstości i macierz gęstości par. Twierdzenia Hohenberga-Kohna. Metoda Kohna-Shama.	2
Wy12	<b>Oddziaływanie materii z promieniowaniem elektromagnetycznym.</b> Los cząsteczek w stanach wzbudzonych elektronowo. Fotochemiczne i fotofizyczne procesy w układach molekularnych. Diagram Jabłońskiego.	2

Wy13	<b>Widma absorpcji i fluorescencji w zakresie UV i widzialnym.</b> Złota reguła Fermiego. Reguły wyboru. Struktura subtelna widm absorpcji i fluorescencji.	2
Wy14	<b>Procesy bezpromienistej dezaktywacji stanów wzbudzonych.</b> Konwersja wewnętrzna. Przecięcia stożkowe. Przejścia międzysystemowe. Transfer energii wzbudzenia - mechanizmy Förstera i Dexter. Naturalne i sztuczne układy przechwytyjące światło. Fotosynteza.	2
Wy15	<b>Oddziaływania międzycząsteczkowe.</b> Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych. Oddziaływania elektrostatyczne, wymienne, indukcyjne, dyspersyjne. Kompleksy z przeniesieniem ładunku. Wiązanie wodorowe. Struktura drugorzędowa układów molekularnych, analiza konformacyjna.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. <b>Rachunek operatorowy.</b> Badanie właściwości operatorów. <b>Rozwiązania równania Schrödingera dla modelowych problemów.</b>	2
Ćw2	<b>Proste zastosowania zasady wariacyjnej</b> do modelowych problemów.	2
Ćw3	<b>Proste zastosowania rachunku zaburzeń Rayleigha-Schrödingera</b> do modelowych problemów.	2
Ćw4	<b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek I.</b> Przybliżenie $\pi$ -elektronowe i podstawowe założenia metody Hückela dla węglowodorów nienasyconych. Rozwiązanie zagadnienia własnego. Wyznaczanie współczynników orbitali molekularnych dla prostych cząsteczek.	2
Ćw5	<b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek II.</b> Zagadnienie własne w postaci macierzowej. Diagonalizacja hamiltonianu i interpretacja widm wartości własnych i wektorów własnych. Macierz gęstości i rzędów wiązań i analiza populacyjna.	2
Ćw6	<b>Metoda Hartree-Focka I.</b> Reguły Slatera-Condona.	2
Ćw7	<b>Metoda Hartree-Focka II.</b> Rozwiązywanie zadań z metody Hartree-Focka.	2
Ćw8	Zajęcia zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	<b>Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym.</b> Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych.	2
La2	<b>Elementy systemu LINUX I.</b> Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Wybrane polecenia powłoki BASH.	2
La3	<b>Elementy systemu LINUX II.</b> Obsługa wybranych edytorów tekstu. Proste skrypty powłoki BASH.	2
La4	<b>Omówienie wybranych pakietów obliczeń struktury elektronowej.</b> Przygotowanie plików wsadowych. Obliczenia struktury elektronowej atomów w ograniczonej i nieograniczonej metodzie Hartree-Focka (HF). Struktura plików wynikowych i interpretacja wyników obliczeń.	2
La5	<b>Reprezentacja struktury geometrycznej układów molekularnych.</b> Współrzędne ortogonalne i współrzędne wewnętrzne na przykładzie macierzy-Z.	2
La6	<b>Dokładność metod chemii obliczeniowej.</b> Wybór bazy funkcyjnej. Porównanie dokładności wybranych metod ab initio i teorii funkcjonału gęstości. Walidacja metod obliczeniowych.	2
La7	<b>Optymalizacja geometrii równowagowej cząsteczek i analiza drgań normalnych.</b> 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	<b>Teoria orbitali molekularnych.</b> Wyznaczanie krzywych energii potencjalnej cząsteczek dwuatomowych w metodzie HF. Wyznaczanie i interpretacja diagramów orbitali molekularnych i diagramów Walsha. Analiza populacyjna.	2
La9	<b>Metoda oddziaływania konfiguracji.</b> Obliczenia widm stanów elektronowych metodą oddziaływania konfiguracji z pojedynczymi (CIS) i podwójnymi wzbudzeniami (CISD). Badanie ekstensywności i spójności rozmiarowej metody CI.	2
La10	<b>Projekt I</b> – struktura i właściwości termodynamiczne cząsteczki.	2
La11	<b>Mechanizmy reakcji chemicznych.</b> Lokalizacja geometrii stanów przejściowych.	2
La12	<b>Projekt II</b> – Obliczenia widm stanów elektronowych i ich interpretacja dla wybranych cząsteczek wieloatomowych.	2
La13	<b>Praca nad indywidualnymi projektami I.</b>	2
La14	<b>Praca nad indywidualnymi projektami II.</b>	2
La15	<b>Praca nad indywidualnymi projektami III.</b>	2
	Suma godzin	30
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład przy tablicy N2. Prezentacja multimedialna N3. Realizacja zadań/projektów w pracowni komputerowej N4. Komputery osobiste / zasoby centrum obliczeniowego / specjalistyczne oprogramowanie		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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_U03	Zadania domowe i kolokwium
F3 (laboratorium)	PEU_U01 –PEU_U04	Wykonanie zadań i projektów
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>		
[1] R. W. Góra, Materiały do wykładu: "Chemia Teoretyczna ", 2019		
[2] L. Piela, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.		
[3] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna (cz. 2), PWN, Warszawa, 2005.		
[4] D. O. Hayward, Mechanika Kwantowa dla Chemików, PWN, Warszawa, 2007.		
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>		
[1] Engel, T., Reid, P., Quantum Chemistry and Spectroscopy, 3rd ed. ed. Pearson, Boston, 2013.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Robert Góra, <a href="mailto:robert.gora@pwr.edu.pl">robert.gora@pwr.edu.pl</a>		

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Chemia związków heterocyklicznych w syntezie leków
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Heterocyclic chemistry in drug synthesis
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów, Medicinal chemistry
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	CHC020058, CHC020064
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				

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

1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów
3. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (SciFinder, Reaxys)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 powiązanie struktury leków z konkretnym związkiem chemicznym z grupy organicznych związków heterocyklicznych jako substancji aktywnej  
 C2 zapoznanie ze sposobami syntezy wybranych grup heterocykli 3, 4, 5, 6-cio- i więcej członowych

C3 omówienie nowoczesnych metod aktywacji podstawowych bloków budulcowych na drodze reakcji sprzęgania i C-H aktywacji (modyfikacje na późnym etapie syntezy)  
 C4 prezentacja syntez złożonych produktów z grupy tzw. *top seller drugs*

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie głównych działów chemii. Orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju chemii.

PEU\_W02- Zna uwarunkowania ekonomiczne mające zastosowanie w obszarze nauk chemicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Stosuje terminologię chemiczną zgodnie z zaleceniami IUPAC.

PEU\_U02- Pozyskuje, krytycznie ocenia i twórczo przetwarza informacje z literatury naukowej, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także anglojęzycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01- Uznaje ważność i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności naukowej i inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, a także związaną z tym odpowiedzialność.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do chemii związków heterocyklicznych	2
Wy2	Naprężone heterocykle w syntezie związków naturalnych: oksirany, azetydyny i azirydyny	2
Wy3	Pięciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: furany i tiofeny	2
Wy4	Pięciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: pirole	2
Wy5	Pięciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: indole i indoliny	3
Wy6	Sześciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: pirydyny	3
Wy7	Sześciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: chinoliny i izochinoliny	2
Wy8	Karbazole i akrydyny	2
Wy9	Heterocykle z dwoma i więcej atomami azotu, tlenu i siarki: oksazole	2
Wy10	Heterocykle z dwoma i więcej atomami azotu, tlenu i siarki: tiazole i tiazoliny	2
Wy11	Heterocykle z dwoma i więcej atomami azotu, tlenu i siarki: pirymidyny i imidazole	2
Wy12	Synteza heterocykli wielocłonowych i wielokocząsteczkowych: azepiny i oksepiny	2
Wy13	Bioaktywne makrocykle I	2

Wy14	Bioaktywne makrocycle II	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład z prezentacją multimedialną  
 N2. przykładowe syntezy substancji (bio)aktywnych (pochodzące z oryginalnej literatury)

### 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_U01-02	przedstawienie samodzielnie ścieżki syntezy wybranej substancji aktywnej leku dokonuje krytycznej oceny efektywności syntezy i użytych narzędzi syntezy
<b>P = F1</b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. Wyatt, S. Warren, *Organic Synthesis, Strategy and Control*, J. Wiley, 2007.
- [2] Pozharskii, Alexander F., et al. *Heterocycles in Life and Society : An Introduction to Heterocyclic Chemistry, Biochemistry and Applications*, John Wiley & Sons, 2011.
- [3] Kleeman, Axel Engel, Jürgen Kutscher, Bernhard Reichert, Dietmar. *Pharmaceutical Substances - Syntheses, Patents and Applications of the Most Relevant APIs (5th Edition, Completely Revised)*. Thieme Medical Publishers Inc. 2009.
- [4] Quin, Louis D., John A. Tyrell. *Fundamentals of Heterocyclic Chemistry : Importance in Nature and in the Synthesis of Pharmaceuticals*, John Wiley & Sons, 2010.
- [5] Chemiczne bazy danych online: SciFinder (Chemical Abstracts), Reaxys oraz oryginalne publikacje z zakresu syntezy organicznej związków naturalnych i biologicznie aktywnych.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [6] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000.

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

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

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia związków koordynacyjnych, metaloorganicznych oraz supramolekularnych					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Chemistry of coordination, metaloorganic and supramolecular compounds					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia					
Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności / Chemia związków organicznych i polimerów					
Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: wybieralny					
Kod przedmiotu: CHC020055					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość chemii nieorganicznej, organicznej oraz fizycznej na poziomie studiów I stopnia					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studentów z zakresem badawczym chemii koordynacyjnej, terminologią obowiązującą w chemii koordynacyjnej					
C2 Poznanie rodzajów wiązań występujących w związkach koordynacyjnych, metaloorganicznych, metalonieorganicznych oraz klasterach					
C3 Zapoznanie z teorią HSAB, właściwościami koordynacyjnymi jonów metali w aspekcie ich położenia w układzie okresowych					
C4 Opis związków koordynacyjnych w aspekcie termodynamicznym i kinetycznym					
C5 Zapoznanie z najważniejszymi metodami otrzymywania związków koordynacyjnych					
C6 Poznanie metody spektroskopowych do charakterystyki struktury oraz właściwości związków koordynacyjnych					

- C7 Zapoznanie z najważniejszymi zastosowaniami związków koordynacyjnych w analizie chemicznej i medycynie  
 C8 Zapoznanie z najważniejszymi aspektami zastosowania związków koordynacyjnych w katalizie chemicznej  
 C9 Opis związków koordynacyjnych jako materiałów

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Student zna podstawy nazewnictwa związków koordynacyjnych  
 PEU\_W02 Zna podstawowe pojęcia związane z budową oraz izomerią związków koordynacyjnych  
 PEU\_W03 Ma wiedzę o typach wiązań chemicznych stosowanych do opisu związków koordynacyjnych  
 PEU\_W04 Ma wiedzę z zakresu termodynamiki, kinetyki oraz czynników determinujących procesy koordynacyjne  
 PEU\_W05 Zna podstawowe metody syntezy związków koordynacyjnych  
 PEU\_W06 Student jest zapoznany ze związkami metaloorganicznymi, metalonieorganicznymi, klastrami oraz chemią supramolekularną  
 PEU\_W07 Ma podstawową wiedzę na temat zastosowania metod spektroskopowych wykorzystywanych do badania struktury i właściwości związków koordynacyjnych.  
 PEU\_W08 Ma ogólną wiedzę o zastosowaniu związków koordynacyjnych w analityce chemicznej, katalizie chemicznej i medycynie  
 PEU\_W09 Ma ogólną wiedzę o aplikacyjnych charakterze związków koordynacyjnych jako materiałów

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Umie poprawnie nazwać oraz podać wzór chemiczny związku koordynacyjnego  
 PEU\_U02 Umie opisać i wyjaśnić właściwości koordynacyjne jonu metalu w oparciu o układ okresowy i liganda w oparciu o jego budowę  
 PEU\_U03 Umie określić typ wiązania w związku chemicznym na podstawie wzoru, nazwy, rodzaju jonu centralnego i liganda  
 PEU\_U04 Umie zastosować teorię wiązań chemicznych do opisu budowy i właściwości związków koordynacyjnych  
 PEU\_U05 Rozumie znaczenie stałych trwałości, na ich podstawie umie porównać trwałość związków koordynacyjnych oraz przewidzieć kierunek reakcji kompleksowania  
 PEU\_U06 Potrafi zastosować metody spektroskopowe do charakterystyki właściwości związków koordynacyjnych  
 PEU\_U07 Umie zaproponować zastosowanie związku koordynacyjnego w oparciu o jego budowę

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU\_K01 Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy  
 PEU\_K02 Potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienia oraz rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedmiot badawczy chemii koordynacyjnej. Chemia koordynacyjna Wernera. Definicja związku koordynacyjnego, nazewnictwo, przykłady ligandów jedno- i wielofunkcyjnych.	2
Wy2	Pojęcie liczby koordynacyjnej, geometrii otoczenia koordynacyjnego atomu centralnego. Teoria HSAB. Izomeria związków koordynacyjnych	2
Wy3	Wiązania w związkach koordynacyjnych (teoria wiązań walencyjnych, teoria pola krystalicznego, teoria orbitali molekularnych).	4
Wy4	Termodynamika i kinetyka procesów koordynacyjnych	2
Wy5	Otrzymywanie związków koordynacyjnych	1
Wy6	Związki metaloorganiczne, metalonieorganiczne, klastry, elementy	3

	chemii supramolekularnej	
Wy7	Związki koordynacyjne jonów metali bloku 4d i 5d	2
Wy8	Metody badawcze związków koordynacyjnych (IR, Raman, NIR-Vis-UV, EPR)	4
Wy9	Zastosowanie związków koordynacyjnych w analizie chemicznej.	2
Wy10	Zastosowanie związków koordynacyjnych katalizie chemicznej.	2
Wy11	Wielkocząsteczkowe związki koordynacyjne jako materiały.	2
Wy12	Rola związków koordynacyjnych metali w medycynie.	2
Wy13	Podsumowanie	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną		
N2. Wykład problemowy		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład) = F	PEU_W01 – PEU_W09	Kolokwium zaliczeniowe F = max 100 punktów
P (wykład) = 3,0	jeżeli F = 50-60 pkt	
P (wykład) = 3,5	jeżeli F = 61-70 pkt	
P (wykład) = 4,0	jeżeli F = 71-80 pkt	
P (wykład) = 4,5	jeżeli F = 81-90 pkt	
P (wykład) = 5,0	jeżeli F = 91-99 pkt	
P (wykład) = 5,5	jeżeli F = 100 pkt	
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] C. A. Housecroft, A. G. Sharpe, Inorganic Chemistry, Pearson Pentice Hall (2005) lub późniejsze		
[2] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski „Podstawy chemii koordynacyjnej” , PWN (2010)		
[3] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, A. Trzeciak, Chemia koordynacyjna w zastosowaniach”, PWN (2017 lub późniejsze		
[4] M. Wasielewski, Podstawy Chemii Koordynacyjnej metali przejściowych cz. I i II, Wyższa szkoła pedagogiczna w Opolu, Opole 1992.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] G. J. Leigh, N. Winterton, Modern Coordination Chemistry, The legacy of Joseph Chatt, Royal Society of Chemistry 2002		
[2] L. S. hegedus, B. C. G. Söderberg, Transition metals in the synthesis of complex organic molecules, 3 <sup>rd</sup> Ed. University Science Books, Sausalito CA (2010)		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Dr hab. inż. Agnieszka Wojciechowska, prof. uczelni      agnieszka.wojciechowska@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Chemia a ekologia				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Chemistry and ecology				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:	II stopień				
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny				
Kod przedmiotu	CHC020045				
Grupa kursów	nie				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu chemii ekologicznej.					
C2 Zdobycie podstawowej wiedzy z zakresu zmian środowiska atmosferycznego, wodnego i glebowego spowodowanych działalnością antropogeniczną człowieka.					
C3 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu czynników ekologicznych oraz cykli biogeochemicznych występujących w przyrodzie.					
C4 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu rolnictwa ekologicznego, zdrowej żywności i GMO.					
C5 Zdobycie podstawowej wiedzy z zakresu energetyki ze źródeł odnawialnych w Polsce i na świecie.					
C6 Praca w grupie					



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

PEU\_W01 – posiada wiedzę w zakresie chemii ekologicznej.

PEU\_W02 – posiada wiedzę w zakresie czynników ekologicznych oraz cykli biogeochemicznych występujących w środowisku.

PEU\_W03 – poznał problematykę zdrowej żywności, dodatków do produktów spożywczych i ich szkodliwości.

PEU\_W04 – zna problematykę odpadów komunalnych i przemysłowych oraz sposobów ich utylizacji i recyklingu.

PEU\_W05 – zna i rozumie problematykę globalnego ocieplenia oraz zna sposoby zapobiegania temu zjawisku.

PEU\_W06 – posiada wiedzę w zakresie energetyki odnawialnej w Polsce i na Świecie.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 – student potrafi zapobiegać zanieczyszczeniom środowiska

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 – student ma świadomość dotycząca globalnego ocieplenia i zagrożeń środowiska

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawy ekologii – podstawowe pojęcia oraz charakterystyka zagadnień dotyczących: biosfery, atmosfery, hydrosfery i litosfery.	2
Wy2	Pochodzenie i rozpowszechnienie pierwiastków chemicznych na Ziemi i we Wszechświecie.	2
Wy3	Czynniki ekologiczne – prawo Liebiga i Shelforda. Abiotyczne i biotyczne czynniki środowiska.	2
Wy4	Główne cykle biogeochemiczne występujące w środowisku. Wpływ człowieka na cykle biochemiczne.	2
Wy5	Ekologiczna klasyfikacja organizmów.	3
Wy6	Rolnictwo ekologiczne. Zdrowa żywność i suplementy diety.	2
Wy7	GMO – organizmy modyfikowane genetycznie.	3
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe nr 1.	1
Wy9	Odpady: rodzaje, gospodarka odpadami, recycling odpadów.	2
Wy10	Produkcja, odzysk i recykling metali.	1
Wy11	Zmiany klimatu i ich przyczyny.	3
Wy12	Energetyka odnawialna.	2
Wy13	Czysty transport.	1
Wy14	Katastrofy środowiska: naturalne i antropogeniczne.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe nr 2.	2
	Suma godzin	30

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1 Wykład z prezentacją multimedialną.

N2 Praca własna dot. opracowania wybranego tematu związanego z tematyką wykładu.

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

semestru)		
F1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Kolokwium pisemne nr 1, z każdego efektu dwa tematy po 5 punkty, razem 30 pkt.
F2	PEU_W04, PEU_W05, PEU_W06,	Kolokwium pisemne nr 2, z każdego efektu dwa tematy po 5 punkty, razem 30 pkt.
F3	PEU_W01 - PEU_W06	Praca własna dotycząca przygotowania opracowania na temat wybranego aktualnego zagadnienia z chemii ekologicznej poruszanego na wykładzie – 40 pkt.
P	PEU_W01 – PEU_W06	P = 3.0 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 50 – 59.5 pkt. 3.5 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 60 – 69.5 pkt 4.0 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 70 – 79.5 pkt 4.5 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 80 – 89.5 pkt 5.0 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 90 – 94.5 pkt 5.5 jeżeli (F1 + F2 + F3) > 94.5 pkt
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
<p>[1] C. J. Krebs, Ekologia, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011.</p> <p>[2] A. Mackenzie, A. S. Ball, S. R. Virdee, Ekologia – krótkie wykłady, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.</p> <p>[3] J. B. Harborne, Ecological biochemistry, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1997.</p> <p>[4] S. Więckowski, General ecology, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz 1999.</p>		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
<p>[1] Strona internetowa dotycząca środowiska w Unii Europejskiej: <a href="http://www.eea.eu.int/">www.eea.eu.int/</a>.</p> <p>[2] Strona internetowa Ministerstwa Ochrony Środowiska: <a href="http://www.mos.gov.pl/">www.mos.gov.pl/</a></p> <p>[3] Strona internetowa Polskiej Agencji Informacji i Inwestycji: <a href="http://www.paiz.gov.pl">www.paiz.gov.pl</a></p>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Katarzyna Grudniewska, katarzyna.grudniewska@pwr.edu.pl</b>		

## WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim Chemia aminokwasów, peptydów i białek  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim Chemistry of amino acids, peptides and proteins  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia  
 Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal chemistry  
 Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna  
 Rodzaj przedmiotu: wybieralny  
 Kod przedmiotu: CHC020063  
 Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				

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

1. Znajomość podstaw chemii organicznej
2. Znajomość podstaw biochemii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z właściwościami aminokwasów i metodami ich syntezy  
 C2 Zapoznanie studentów z projektowaniem, syntezą i analizą strukturalną peptydów  
 C3 Zapoznanie studentów z projektowaniem, syntezą i analizą strukturalną białek

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna właściwości aminokwasów i metody ich syntezy

PEU\_W02 Zna metody syntezy peptydów i białek

PEU\_W03 Zna metody analizy strukturalnej peptydów i białek

PEU\_W04 Rozpoznaje związek między strukturą i aktywnością biologiczną peptydów i białek

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi zaproponować metodę syntezy dla peptydów i białek

PEU\_U02 Potrafi wskazać metodykę postępowania w celu analizy strukturalnej peptydów i białek

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Rola aminokwasów, peptydów i białek w nauce i przemyśle	2
Wy2	Metody syntezy aminokwasów	2
Wy3	Reaktywność aminokwasów	2
Wy4	Metody sprzęgania aminokwasów w roztworze – strategia grup blokujących	2
Wy5	Synteza peptydów na podłożu stałym	2
Wy6	Charakterystyka peptydów z użyciem spektrometrii mass i chromatografii cieczowej	2
Wy7	Struktury drugorzędowe	2
Wy8	Dichroizm kołowy	2
Wy9	Struktury trzeciorzędowe – oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe	2
Wy10	Synteza i reaktywność białek	2
Wy11	Eksperymentalna ocena zwijania się białek – CD, DSF, DSC	2
Wy12	Krystalografia peptydów i białek	2
Wy13	Struktury czwartorzędowe	2
Wy14	Projektowanie peptydów i białek	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. wykład z prezentacją multimedialną

N2. praca własna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
C	PEU_W01 do PEU_W04 PEU_U01, PEU_U02	Kolokwium zaliczeniowe

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] Peptides: chemistry and biology, N. Sewald, H.D. Jakubke, Wiley

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] Aminokwasy, peptydy, białka, H-D. Jakubke, H. Jeschkeit, PWN, Warszawa

[2] Biostereochemia, I. Siemion, PWN, Warszawa

[3] Chemia bioorganiczna, P. Kafarski, PWN, Warszawa

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

Łukasz Berlicki, lukasz.berlicki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ CHEMICZNY						
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>						
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Chemia kombinatoryczna					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Combinatorial chemistry					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia					
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry					
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny					
Kod przedmiotu	CHC020017					
Grupa kursów	NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60					
Forma zaliczenia	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)	1,4					
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>						
Znajomość chemii organicznej na poziomie zaliczenia kursu „Podstawy chemii organicznej”.						
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>						
C1 Zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami i metodami syntezy bibliotek związków organicznych w roztworze i na stałym podłożu.						
C2 Prezentacja przykładów ich zastosowania w opracowaniu związków o ukierunkowanej aktywności biologicznej lub właściwościach fizykochemicznych.						
C3 Przedstawienie metodologii syntezy kombinatorycznej związków niskocząsteczkowych oraz oligomerów naturalnych.						
C4 Opanowanie terminologii anglojęzycznej.						
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>						
<b>Z zakresu wiedzy:</b>						
PEU_W01 Student zna podstawową teorię dotyczącą budowy i zastosowania stałych nośników polimerowych, rozumie rolę i zalety immobilizacji.						
PEU_W02 Student zna metodologię otrzymywania i dekonwolucji bibliotek związków chemicznych w roztworze i na stałym podłożu.						
PEU_W03 Student zna przykłady zastosowania chemii kombinatorycznej w opracowaniu produktu o określonych właściwościach fizykochemicznych.						
PEU_W04 Student rozumie rolę syntezy kombinatorycznej w procesie opracowania nowych leków.						
PEU_W05 Student jest zaznajomiony z tradycyjną i kombinatoryczną syntezą peptydów, oligonukleotydów oraz oligosacharydów.						
PEU_W06 Student zna techniki instrumentalne chemii kombinatorycznej stosowane w syntezie i analizie produktów.						
PEU_W07 Student jest zaznajomiony z angielską terminologią dotyczącą przedmiotu.						

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do chemii kombinatorycznej. Pojęcia podstawowe. Chemia tradycyjna a synteza równoległa i kombinatoryczna.	2
Wy2	Biblioteki kombinatoryczne w roztworze. Biblioteki indeksowane. Pojęcie „ <i>scaffold</i> ” – centroidu.	2
Wy3	Budowa i przykłady stałych nośników. Żywice polimerowe. Żywice typu Merrifielda, Wanga, Mitchella, Rinka, itd. Budowa i funkcja łączników oraz elementów dystansujących.	2
Wy4	Strategie syntezy peptydów na nośniku stałym. Grupy blokujące, czynniki sprzęgające. Zalety immobilizacji. Instrumentacja i aparatura.	2
Wy5	Biblioteki peptydowe. Otrzymywanie metodą sprzęgania mieszanin izokinetycznych oraz „mieszaj i dziel”. Przykłady zastosowania.	2
Wy6	Synteza przepływowa i biblioteki oligonukleotydów. Mikromacierze. Prezentacja na fagach.	2
Wy7	Synteza oligosacharydów na stałym nośniku oraz kombinatoryczna. Jednostki cukrowe jako „ <i>scaffold</i> ”. Rozpuszczalne stałe podłoża.	2
Wy8	Metody dekonwolucji bibliotek kombinatorycznych. Izolowanie składnika aktywnego mieszanin.	2
Wy9	Ustalanie struktury aktywnego związku. Techniki instrumentalne. Znaczniki. Kodowanie bibliotek.	2
Wy10	Synteza organiczna na stałym nośniku. Immobilizowane reagenty. Przykłady bibliotek związków niskocząsteczkowych.	2
Wy11	Reakcje wieloskładnikowe. Izonitryle. Kondesacja Passerinięgo i Ugiego.	2
Wy12	Chemia kombinatoryczna w projektowaniu leku.	2
Wy13	Inne zastosowania: kataliza, inżynieria materiałowa.	2
Wy14	Instrumentacja chemii kombinatorycznej. Automatyzacja syntezy.	2
Wy15	Techniki analityczne w charakterystyce bibliotek kombinatorycznych.	2
	Suma godzin	30
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. wykład z prezentacją multimedialną		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01–PEU_W07	prezentacja multimedialna w języku angielskim z dyskusją
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>		
[1] Molecular Diversity and Combinatorial Chemistry: Principle and Applications (M. C. Pirrung Ed.); Elsevier, 2004.		
[2] Combinatorial Chemistry and Technologies: Methods and Applications (G. Fassina, S. Miertus Eds.); Taylor and Francis, 2005.		
[3] A. Furka. Combinatorial Chemistry. Principles and Techniques, <a href="http://members.iif.hu/furka.arpad/BookPDF.pdf">http://members.iif.hu/furka.arpad/BookPDF.pdf</a>		
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>		
[1] Combinatorial Chemistry: Synthesis, Analysis, Screening (G. Jung Ed.); Wiley, 2001.		
[2] Combinatorial Chemistry: From Theory to Application (W. Bannwarth, B. Hinzen Eds.); Wiley, 2005.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Artur Mucha, <a href="mailto:artur.mucha@pwr.edu.pl">artur.mucha@pwr.edu.pl</a>		

WYDZIAŁ Chemiczny	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Krystalografia i struktura ciał stałych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Crystallography and structure of solids
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC024070
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4	0,7			

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

- Ogólna wiedza z matematyki, fizyki i chemii.

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 posiada wiedzę o strukturze i symetrii kryształów

PEU\_W02 rozumie symbole międzynarodowe i reprezentację graficzną grup przestrzennych oraz symbole międzynarodowe klas krystalograficznych

PEU\_W03 zna zależności pomiędzy obrazem dyfrakcyjnym i strukturą krystaliczną

PEU\_W04 posiada wiedzę o kierunkach rozwoju krystalografii



<p>Z zakresu umiejętności:          Osoba, która zaliczyła przedmiot:          PEU_U01 potrafi studiować literaturę naukową na temat struktur krystalicznych i ocenić dane krystalograficzne</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:          Osoba, która zaliczyła przedmiot:          PEU_K01 potrafi brać udział w dyskusji na temat krystalograficznych badań strukturalnych          PEU_K02 rozumie ważność krystalografii w nauce i przemyśle</p>
---

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Historyczna i aktualna definicja kryształu i krystalografii. Budowa wewnętrzna kryształów. Sieć kryształu, proste sieciowe, płaszczyzny sieciowe, symbole Millera, komórka elementarna, rodzaje komórek. Budowa mozaikowa kryształów rzeczywistych, dyslokacje.	2
Wy2,3	Symetria wewnętrzna kryształów. Elementy i operacje symetrii. Zależność pomiędzy symetrią wewnętrzną i zewnętrzną kryształów. Układy krystalograficzne a symetria.	4
Wy4	Układy krystalograficzne a parametry komórki. Konwencjonalny wybór komórki elementarnej. Komórki Bravais.	2
Wy5	Grupy przestrzenne: symbole międzynarodowe i reprezentacja graficzna. Niezależna część komórki elementarnej.	2
Wy6	Zależności pomiędzy symbolem grupy przestrzennej i symbolem grupy punktowej (klasą krystalograficzną). Typy grup punktowych.	2
Wy7	Przykłady struktur krystalicznych. Krystalograficzne bazy danych.	2
Wy8	Promienie rentgenowskie: właściwości, źródła. Promieniowanie synchrotronowe: źródła pierwszej, drugiej, trzeciej i czwartej generacji oraz właściwości. Synchrotronowe badania krystalograficzne.	2
Wy9,10	Kierunki oraz natężenia wiązek ugiętych. Czynniki wpływające na kierunki i natężenia. Problem fazowy. Obraz dyfrakcyjny a budowa i symetria wewnętrzna kryształów.	4
Wy11	Neutronografia i elektronografia a rentgenografia. Pliki informacji krystalograficznych (crystallographic information files, cif).	2
Wy12,13	Nanokryształy. Definicja ilościowa i jakościowa. Struktura wewnętrzna nanokryształów w odniesieniu do makrokryształów. Defekty. Budowa zewnętrzna. Dyfrakcja w nanokryształach a dyfrakcja w materiałach mikrokryystalicznych. Poszerzenie i przesunięcie pików na dyfraktogramach proszkowych. Pozorne parametry sieci: wyznaczanie, wpływające czynniki. Właściwości. Synchrotronowe badania krystalograficzne nanokryształów.	4
Wy14	Kwazikryształy: jedno- dwu- i trójwymiarowe. Budowa wewnętrzna i zewnętrzna. Dyfrakcja. Właściwości.	2
Wy15	Dane krystalograficzne w artykułach naukowych.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	The preliminary classes.	1
Ćw2	Lattice points, row lines, lattice planes.	1
Ćw3	Symmetry elements: an inversion center, a mirror plane, rotation axes, rotoinversion axes.	3
Ćw4	Screw axes and glide planes.	2

Ćw5	Bravais lattices.	1
Ćw6	Partial test I	1
Ćw7	Systematic absences.	2
Ćw8	Crystal classes: symbols and graphical representation	2
Ćw9	Physical properties of crystals.	1
Ćw10	Partial test II	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna  
 N2. Modele krystalograficzne  
 N3. Tablica

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02	I kolokwium cząstkowe
F2	PEU_W03 PEU_W04	II kolokwium cząstkowe
F3	PEU_W01, PEU_W02	I kolokwium cząstkowe
F4	PEU_W03, PEU_U01	II kolokwium cząstkowe
P=(F1+F2)/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] P. Luger, Modern X-Ray Analysis on Single Crystals, de Gruyter, Berlin, 2014.  
 [2] R. J. D. Tilley, Crystals and Crystal Structures, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2006.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] C. Giacovazzo, H. L. Monaco, G. Artioli, D. Viterbo, G. Ferraris, G. Gilli, G. Zanotti, M. Catti, Fundamentals of crystallography, C. Giacovazzo Ed., Oxford, 2011.  
 [2] International Tables for Crystallography, Volume A, Springer, 2005; Willey 2016.

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

Ilona Turowska-Tyrk, prof. dr hab. (ilona.turowska-tyrk@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
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 i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023065				
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)	60		60		30
Forma zaliczenia	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)	1,4		1,4		0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.</li> <li>2. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
<p>C1 Zapoznanie się ze sposobami przygotowania próbek do analizy, w tym metodami ekstrakcyjnymi stosowanymi w analizie chemicznej (również w analityce śladowych ilości analitów)</p> <p>C2 Poznanie różnych technik chromatograficznych</p> <p>C3 Uzyskanie poszerzonej wiedzy na temat zastosowań spektrometrii mas w analizie związków organicznych</p> <p>C4 Zdobywanie umiejętności zastosowania technik ekstrakcyjnych i chromatograficznych w procesie przygotowania próbek do analiz</p> <p>C5 Utrwalenie umiejętności opracowywania wyników pomiarów oraz nabycie umiejętności interpretacji wyników i ich weryfikacji z uwzględnieniem problemów zapewnienia i kontroli jakości pomiarów</p>					

**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 poznał podstawowe 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 est 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**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Ekstrakcja jako metoda rozdziału składników próbki. Eliminacja matrycy. Zateżanie składników. Ekstrakcja jednoetapowa i sekwencyjna. Kryteria podziału technik ekstrakcyjnych. Parametry opisujące ilościowo proces ekstrakcji	2
Wy2	Ekstrakcja próbek gazowych. Rozdzielanie lotnych składników próbek. Ekstrakcja do fazy ciekłej. Ekstrakcja składników próbek gazowych do fazy stałej.	2
Wy3	Ekstrakcja próbek ciekłych. Ekstrakcja składników próbek ciekłych do fazy stałej. Frakcjonowanie, zagęszczanie i rozdzielanie składników. Ekstrakcja do punktu zmętnienia. Podstawy fizykochemiczne procesu. Zakres zastosowań.	2
Wy4	Ekstrakcja próbek stałych. Przygotowanie próbki do analizy śladowej i specjacyjnej. Techniki wspomaganie/przyśpieszania procesu ekstrakcji. Ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym.	2
Wy5	Zastosowanie technik ekstrakcyjnych. Przygotowanie próbek do analizy metodami ekstrakcyjnymi. Analiza śladowa i specjacyjna. Frakcjonowanie analitów. Ekstrakcja sekwencyjna. Ekstrakcja enzymatyczna.	2

	Technika Quechers.	
Wy6	Wprowadzenie. Zarys historii chromatografii. Klasyfikacja metod chromatograficznych. Podstawy teoretyczne procesu chromatograficznego. Zastosowanie metod chromatograficznych w analizie jakościowej i ilościowej.	2
Wy7	Chromatografia gazowa I. Zasada działania chromatografu gazowego. Podstawowe określenia stosowane w chromatografii gazowej. Rozdzielczość kolumn chromatograficznych.	2
Wy8	Chromatografia gazowa II. Konfiguracja układu GC i jej wpływ na przebieg analizy. Dozowniki. Kolumny chromatograficzne: parametry fizyczne, rodzaje wypełnień. Detektory chromatograficzne.	2
Wy9	Określanie składu enancjomerów. Dyssymetria związków chemicznych. Metody analizy jakościowej i ilościowej enancjomerów. Chromatograficzna analiza składu enancjomerów: wady i zalety.	2
Wy10	Wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC. Podział technik HPLC. Kolumny, adsorbenty, rozpuszczalniki. Detektory stosowane w HPLC. Zastosowanie i rozwój technik HPLC.	2
Wy11	Sprzężone techniki GC/MS i LC/MS. Znaczenie i zakres stosowania GC/MS i LC/MS. Budowa GC/MS. Typy układów sprzęgania chromatografu gazowego ze spektrometrem mas. Podstawy spektrometrii mas. Typy jonizacji cząsteczek.	2
Wy12	Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC/MS). Jonizacja w strumieniu elektronów (EI). Analizator kwadrupolowy. 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
Wy13	GC/MS - analiza jakościowa i ilościowa. Detektor i systemy zbierania danych i kontroli GC/MS. Derywatywacja w zastosowaniu do GC/MS. Opcja SCAN i SIM pracy GC/MS. Przykłady.	2
Wy14	Desorpcja termiczna- chromatografia gazowa – spektrometria mas (TD/GC, TD/GC/MS). Pobieranie próbek. Adsorbenty. Budowa termicznego desorbera. Analiza ilościowa. Przykłady zastosowań TD-GC/MS.	2
Wy15	Chromatografia żelowa (GPC/SEC). Zastosowanie. Zasada działania chromatografii żelowej. Budowa aparatury GPC/SEC. Fazy stacjonarne, kolumny, detektory. Dobór parametrów rozdziału.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie. Prezentacja pracowni instrumentalnych. Zapoznanie z zasadami BHP.	2
La2	Ekstrakcja micelarna jonów.	4
La3	Ekstrakcja składników aktywnych kremów z filtrami ochronnymi przeciw promieniowaniu słonecznemu.	4
La4	Oznaczanie ilościowe i jakościowe alkoholi C1-C5. Określanie czasu retencji poszczególnych alkoholi. Analiza próbki wzorcowej. Jakościowa i ilościowa analiza próbki o nieznanym składzie.	4
La5	Analiza chromatograficzna składu triglicerydów. Konwersja próbki triglicerydu do estrów metylowych. Oznaczenia składu kwasów tłuszczowych.	4
La6	Analiza składu enancjomerów. Dobór warunków procesu chromatograficznego do optymalnego oznaczania proporcji enancjomerów. Oznaczenie składu enancjomerów w nieznannej próbce.	4
La7	Identyfikacja związków organicznych metodą GC/MS (tryb „przemiatania” SCAN) w skażonej glebie.	4
La8	Analiza ilościowa WWA metodą GC/MS (tryb SIM, monitorowanie wybranych	4

	jonów).	
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Omówienie celów i technik zbierania informacji na wybrane tematy z zakresu technik rozdziału 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	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
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		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>P1</b> (wykład)	PEU_W01-PEU_W15	egzamin końcowy, egzamin pisemny
<b>F1</b> (laboratorium)	PEU_U01-PEU_U05	kartkówki, sprawozdania
<b>F2</b> (laboratorium)	PEU_U01-PEU_U05 PEU_K01	ocena za wykonane ćwiczenie będzie średnią arytmetyczną ocen ze sprawozdań (w sumie 7 ocen)
<b>P2</b> (laboratorium) Ocena = $(0,7F1+0,3F2)$		
<b>F1</b> (seminarium)	<b>F1</b> (seminarium)	<b>F1</b> (seminarium)
<b>F2</b> (seminarium)	<b>F2</b> (seminarium)	<b>F2</b> (seminarium)
<b>P3</b> (seminarium) $\Rightarrow$ jeżeli $F1 > 75\%$ , to $F2 =$ średnia arytmetyczna ocen za prezentacje		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>		
[1] Namieśnik J, Jamrógiewicz Z, Pilarczyk M, Torres L, Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000		
[2] Witkiewicz Z, Harper J, Chromatografia gazowa. WNT, Warszawa 2001.		
[3] de Hoffmann E, Charette J, Stroobant V. Spektrometria mas. WNT, Warszawa 1998		
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>		
[1] Red. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinak. Nowe horyzonty i wezwania w analityce i monitoringu środowiska. CEEAM, Gdańsk 2003.		
[2] Szczepaniak W, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz, <a href="mailto:grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl">grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl</a> dr inż. Anna Lesniewicz, <a href="mailto:anna.lesniewicz@pwr.edu.pl">anna.lesniewicz@pwr.edu.pl</a>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Fizyczna Chemia Organiczna				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Physical Organic Chemistry				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów, Analityka środowiskowa i żywności				
Poziom i forma studiów:	II stopień , stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny				
Kod przedmiotu	CHC020051				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej					
2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów					
3. Nabyta wiedza z zakresu podstawowej Chemii Fizycznej					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studentów z różnymi metodami badania przebiegu reakcji					
C2 Przedstawienie podstawowych sposobów modyfikowania reaktywności związków organicznych na drodze zmian medium reakcyjnego, warunków prowadzenia reakcji (temperatura, stężenie) oraz użycie katalizatora					
C3 Kwasowość, zasadowość, nukleofilowość i elektrofilowość jako czynniki struktury związku organicznego determinujące przebieg reakcji					
C4 Wskazanie roli procesów katalitycznych i główne typy katalizy wykorzystywane w syntezie					
C5 Przedstawienie mechanizmów reakcji i czynników wpływających na przebieg reakcji ważnych dla współczesnej syntezy organicznej					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy</b>					
PEU_W01 – Ma wiedzę które czynniki wpływają na przebieg reakcji chemicznej.					
PEU_W02 – Potrafi dobrać stosowne medium reakcji i obniżyć energię aktywacji lub wpływać na inne parametry (np. entalpia i objętość aktywacji) determinujące szybkość reakcji.					
PEU_W03 –W sposób racjonalny określi relacje mechanizm reakcji-wpływ katalizatora i innych parametrów jak temperatura i własności rozpuszczalnika.					
PEU_W04 –Na podstawie danych eksperymentalnych określi charakter stanu przejściowego reakcji i podać jej <b>przybliżony mechanizm.</b>					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					

PEU_U01 – Potrafi dokonać wielowymiarowej optymalizacji warunków reakcji.		
PEU_U02 – Potrafi przewidzieć charakter substratu (nukleofilowość, elektrofilowość, kwasowość) i przewidzieć jego reaktywność.		
PEU_U03 – Potrafi zaplanować rodzaj katalizatora do konkretnej przemiany chemicznej i zaproponować optymalizację jego struktury.		
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>		
PEU_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.		
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wiązania w Chemii Organicznej	4
Wy2	Struktura związku a stabilność i reaktywność	3
Wy3	Wiązania słabe i oddziaływania z rozpuszczalnikiem	3
Wy4	Związki organiczne jako kwasy-zasady i nukleofile-elektrofile	2
Wy5	Zajrzeć do środka reakcji-badanie mechanizmów, teoria stanu przejściowego	4
Wy6	Kataliza w Chemii Organicznej	6
Wy7	Mechanizmy ważnych syntetycznych reakcji organicznych	8
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną		
N2. Przykładowe sposoby rozwiązywania zadań problemowych, pochodzące z oryginalnej literatury		
N3. Rozwiązania proponowanych problemów przez studentów – prezentacja w grupie zajęciowej		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>P</b> (egzamin)	PEU_W01 – PEU_W04	Egzamin (ocena)
<b>P = F1</b>		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i> , Oxford University Press, <b>2001</b>		
[2] E. V. Anslyn, D. A. Dougherty, <i>Modern Physical Organic Chemistry</i> , University Science Books, <b>2006</b>		
[3] F. A. Carey, R. J. Sundberg, <i>Advanced Organic Chemistry</i> , Springer, <b>2007</b> .		
[4] R. A. Y. Jones, <i>Fizyczna Chemia Organiczna. Mechanizmy reakcji organicznych</i> , PWN, <b>1988</b>		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] <a href="#">M. B. Smith</a> , <i>March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure</i> , 7th Edition, Wiley, 2013.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Rafal Kowalczyk, rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl</b>		



<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Chemia związków heterocyklicznych w syntezie leków
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Heterocyclic chemistry in drug synthesis
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów, Medicinal chemistry
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	CHC020058, CHC020064
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				

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

1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów
3. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (SciFinder, Reaxys)

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 powiązanie struktury leków z konkretnym związkiem chemicznym z grupy organicznych związków heterocyklicznych jako substancji aktywnej  
 C2 zapoznanie ze sposobami syntezy wybranych grup heterocykli 3, 4, 5, 6-cio- i więcej członowych

C3 omówienie nowoczesnych metod aktywacji podstawowych bloków budulcowych na drodze reakcji sprzęgania i C-H aktywacji (modyfikacje na późnym etapie syntezy)  
 C4 prezentacja syntez złożonych produktów z grupy tzw. *top seller drugs*

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie głównych działów chemii. Orientuje się w aktualnych kierunkach rozwoju chemii.

PEU\_W02- Zna uwarunkowania ekonomiczne mające zastosowanie w obszarze nauk chemicznych.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Stosuje terminologię chemiczną zgodnie z zaleceniami IUPAC.

PEU\_U02- Pozyskuje, krytycznie ocenia i twórczo przetwarza informacje z literatury naukowej, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także anglojęzycznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01- Uznaje ważność i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności naukowej i inżynierskiej, w tym jej wpływ na środowisko, a także związaną z tym odpowiedzialność.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do chemii związków heterocyklicznych	2
Wy2	Naprężone heterocykle w syntezie związków naturalnych: oksirany, azetydyny i azirydyny	2
Wy3	Pięciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: furany i tiofeny	2
Wy4	Pięciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: pirole	2
Wy5	Pięciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: indole i indoliny	3
Wy6	Sześciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: pirydyny	3
Wy7	Sześciocłonowe heterocykle jako elementy strukturalne związków naturalnych i leków: chinoliny i izochinoliny	2
Wy8	Karbazole i akrydyny	2
Wy9	Heterocykle z dwoma i więcej atomami azotu, tlenu i siarki: oksazole	2
Wy10	Heterocykle z dwoma i więcej atomami azotu, tlenu i siarki: tiazole i tiazoliny	2
Wy11	Heterocykle z dwoma i więcej atomami azotu, tlenu i siarki: pirymidyny i imidazole	2
Wy12	Synteza heterocykli wielocłonowych i wielokocząsteczkowych: azepiny i oksepiny	2
Wy13	Bioaktywne makrocykle I	2

Wy14	Bioaktywne makrocykle II	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład z prezentacją multimedialną  
 N2. przykładowe syntezy substancji (bio)aktywnych (pochodzące z oryginalnej literatury)

### 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_U01-02	przedstawienie samodzielnie ścieżki syntezy wybranej substancji aktywnej leku dokonuje krytycznej oceny efektywności syntezy i użytych narzędzi syntezy
<b>P = F1</b>		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. Wyatt, S. Warren, *Organic Synthesis, Strategy and Control*, J. Wiley, 2007.
- [2] Pozharskii, Alexander F., et al. *Heterocycles in Life and Society : An Introduction to Heterocyclic Chemistry, Biochemistry and Applications*, John Wiley & Sons, 2011.
- [3] Kleeman, Axel Engel, Jürgen Kutscher, Bernhard Reichert, Dietmar. *Pharmaceutical Substances - Syntheses, Patents and Applications of the Most Relevant APIs (5th Edition, Completely Revised)*. Thieme Medical Publishers Inc. 2009.
- [4] Quin, Louis D., John A. Tyrell. *Fundamentals of Heterocyclic Chemistry : Importance in Nature and in the Synthesis of Pharmaceuticals*, John Wiley & Sons, 2010.
- [5] Chemiczne bazy danych online: SciFinder (Chemical Abstracts), Reaxys oraz oryginalne publikacje z zakresu syntezy organicznej związków naturalnych i biologicznie aktywnych.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [6] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000.

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

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

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Leki nieorganiczne				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Inorganic drugs				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu:	CHC024065				
Grupa kursów:	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0.7				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii nieorganicznej.					
<b>CELE PRZEDMIOT</b>					
C1 Zapoznanie studenta z wiedzą na temat nieorganicznych związków biologicznie aktywnych i ich wpływem na metabolizm człowieka.					
C2 Zapoznanie studenta z zagadnieniami dotyczącymi zastosowania związków nieorganicznych w obszarze medycyny i farmacji.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEU_W01 – posiada wiedzę dotyczącą wpływu wody i elektrolitów na funkcje życiowe w organizmie ludzkim,					
PEU_W02 – zna substancje nieorganiczne stosowane w jako środki lecznicze oraz substancje pomocnicze w farmaceutykach,					
PEU_W03 – posiada wiedzę na temat wpływu substancji nieorganicznych na biodostępność organicznych składników biologicznie aktywnych o właściwościach leczniczych,					
PEU_W04 – ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie zastosowania związków nieorganicznych w terapii i diagnostyce,					
PEU_W05 – potrafi wyróżnić poszczególne grupy leków nieorganicznych, przypisać im zastosowanie oraz efekt terapeutyczny.					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
<b>Forma zajęć - wykład</b>				<b>Liczba godzin</b>	
Wy1	Woda i równowaga elektrolitowa, podstawa fizjologii organizmu ludzkiego. Skutki deficytu wody i elektrolitów, sposoby ich suplementowania.			2	
Wy2	Klasy czystości wody do przemysłu farmaceutycznego. Bufory w formułacjach leków.			2	

Wy3	Substancje nieorganiczne jako substancje pomocnicze w formulacjach farmaceutycznych.	2
Wy4	Sole nieorganiczne o przeznaczeniu farmaceutycznym. Wpływ soli nieorganicznych na biodostępność organicznych substancji biologicznie aktywnych (API).	2
Wy5	Diagnostyka medyczna z wykorzystaniem nieorganicznych związków kompleksowych i radioizotopów (MRI, MRA, PET, SPECT).	2
Wy6	Odkrycie cisplatyny, otrzymywanie, jej mechanizm działania oraz droga do otrzymania kolejnych generacji leków na bazie platyny.	2
Wy7	Poszukiwania i charakterystyka nieplatynowych leków o ciekawych właściwościach biologicznych (leki na bazie: Pd, Ti, Ga, As, Ru, Bi, V, Au)	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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	Kolokwium zaliczeniowe.
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Alfred Fahr, Voigt's Pharmaceutical Technology. John Willey & Sons Inc., 2018.		
[2] E. Alessio (Ed.) Bioinorganic Medicinal Chemistry, Wiley-VCH, 2011		
[3] J.C. Dabrowiak Metals in Medicine. Wiley, 2009		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[4] Nicholas P. Farrell, Uses of inorganic chemistry in medicine, RSC, 1999.		
[5] EudraLex, The Rules Governing Medicinal Products in the European Union, Volume 4, EU Guidelines for Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use, European Commission, health and consumers directorate-general, Ref. Ares(2012)778531 - 28/06/2012.		
[6] J.L.Sessler, S.R.Doctrow, T.J.McMurry, S.J.Lippard, Medicinal Inorganic Chemistry 2005		
[7] Metallopharmaceuticals I, DNA Interactions Eds. M.J. Clarke, P.J. Sadler (1999).		
[8] Metallopharmaceuticals II, Diagnosis and Therapy. Eds. M.J. Clarke, P.J. Sadler (1999).		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
dr inż. Izabela Pawlaczyk-Graja,                      izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl dr inż. Magdalena Malik-Gajewska,              magdalena.malik-gajewska@pwr.edu.pl		

Wydział Chemiczny					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim		<b>Instrumentalna analiza leków</b>			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim		<b>Instrumental drug analysis</b>			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Biotechnologia , Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Bioinformatics , Medicinal Chemistry			
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		CHC024004			
Grupa kursów		TAK			
	<b>Wykład</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Projekt</b>	<b>Seminarium</b>
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		1,4		

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

1. Chemia analityczna

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Poznanie procedur instrumentalnych metod analitycznych w analizie leków  
 C2 Poznanie metod przygotowania próbek  
 C3 Poznanie podstaw obliczeniowych przy analizie leków

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W04 poznanie metod analizy leków

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U03 umiejętność doboru metody i narzędzi do analizy leków

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 współpraca w grupie

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp do analizy leków – podstawowe definicje, przygotowanie próbek leków, analiza substancji aktywnych	2
Wy2	Charakterystyka instrumentalnych metod, łańcuch analiz, walidacja metod i procedur	2
Wy3	Przegląd metod sPEUtrooskopowych	2
Wy4	Elektroforeza i chromatografia	2
Wy5	Metody wstępnego przygotowania próbek (SPE, membrany)	2
Wy6	Analiza wymiarów cząstek	2
Wy7	Reologia	2
W8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wstęp i szkolenie	2
La2	Analiza leków zawierających aminokwasy	4
La3	Zwilżalność powierzchni środków opatrunkowych	4
La4	SPE do zagęszczania analitów	4
La5	Reologia gotowych postaci leków	4
La6	Analiza zdyspergowanych postaci leków	4
La7	Analiza leków ze spowolnionym uwalnianiem	4
La8	Laboratorium odróbkowe	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykłady N2. Sprawozdania N3. Konsultacje

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	U03	Sprawozdania
P	W04	Kolokwium

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

] A. Kar, Pharmaceutical Drug Analysis, New Age Internation (P) Ltd. Publishers, New Delhi, 2005

[2] D. G. Watson, Pharmaceutical Analysis, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1999

[3] S. AHUJA, Stephen SCYPINSKI, Handbook of Modern Pharmaceutical Analysis, Academic Press, San Diego, 2000

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] R. Kellner, J.-M. Mermet, M. Otto, H. M. Widmer (editors), Analytical Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 1998

[2] Skoog D.A., West D.M., Holler F.J. (1996). Fundamentals of Analytical Chemistry, Saunders College Publishing

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

Prof. Marek Bryjak ([marek.bryjak@pwr.edu.pl](mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl))  
Dr Piotr Cyganowski ([piotr.cyganowski@pwr.edu.pl](mailto:piotr.cyganowski@pwr.edu.pl))



WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wprowadzenie do statystyki				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Introductory statistics				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC024069				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)		15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)		60			
Forma zaliczenia		zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS		2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)		1,4			
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Podstawowa wiedza z zakresu matematyki, algebry liniowej.					
2. Podstawowa umiejętność obsługi arkusza kalkulacyjnego.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1. Zapoznanie studenta z podstawami statystyki opisowej i możliwościami jej zastosowania w praktyce.					
C2. Zapoznanie studenta z możliwościami wykorzystania modeli matematycznych w analizie i interpretacji danych.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEU_W01 Student posiada podstawową wiedzę z zakresu statystyki opisowej.					
PEU_W02 Student posiada informacje o metodach analizy danych z wykorzystaniem statystyki.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
PEU_U01 Student potrafi rozwiązać podstawowe problemy z zakresu statystyki opisowej oraz prezentować we właściwy sposób zbiory danych eksperymentalnych.					
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>					
PEU_K01 Student potrafi zaprezentować i wyjaśnić efekty zrealizowanego projektu.					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>					<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Wprowadzenie do podstawowych zagadnień statystyki opisowej. Rodzaje danych.				2

Ćw2	Sposoby przetwarzania danych eksperymentalnych i ich analizy.	2
Ćw3	Liczbowa oraz graficzna reprezentacja danych statystycznych.	2
Ćw4	Przedziały ufności oraz testowanie hipotez statystycznych. Test studenta.	2
Ćw5	Funkcje rozkładu danych i ich zastosowanie.	2
Ćw6	Analiza spójności danych eksperymentalnych.	2
Ćw7	Wykorzystanie testów ANOVA w analizie danych.	2
Ćw8	Analiza typowych błędów i ich korekta. Sformułowanie wniosków końcowych.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna.  
 N2. Rozwiązywanie zagadnień przy zastosowaniu oprogramowania do obliczeń matematycznych, w tym statystycznych.  
 N3. Projekt z wykorzystaniem metodyki *Design thinking*.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01, PEU_U01	Sprawozdanie 1
F2	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01	Sprawozdanie 2
F3	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01, PEU_K01	Sprawozdanie 3

$$P = (F1 + F2 + F3) / 3$$

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

dr inż. Izabela Pawlaczyk-Graja + zespół, [izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w j. polskim:	Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie				
Nazwa przedmiotu w j. angielskim:	Catalytical applications of coordination compounds in synthesis				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów.				
Poziom i forma studiów:	II stopień , stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu:	CHC023037				
Grupa kursów:	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość chemii organicznej, nieorganicznej i fizycznej na poziomie studiów I stopnia					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
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 otrzymywania związków koordynacyjnych, w tym związków o działaniu katalitycznym.					
C6 Zapoznanie z podstawową wiedzą dotyczącą katalizy.					
C7 Poznanie podstawowych reakcji wchodzących w skład cykli katalitycznych					
C8 Poznanie klasycznych reakcji organicznych wykorzystujących katalityczne działanie związków koordynacyjnych metali przejściowych.					

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

- PEU\_W01 Student zna zakres badawczy chemii koordynacyjnej i podstawy nomenklatury chemicznej.
- PEU\_W02 Uzyskał podstawową wiedzę odnośnie struktury elektronowej i właściwości jonów metali bloku d.
- PEU\_W03 Zna teorie wiązań chemicznych stosowane do opisu związków koordynacyjnych.
- PEU\_W04 Uzyskał podstawową wiedzę z zakresu kinetyki i termodynamiki związków koordynacyjnych.
- PEU\_W05 Zna metody otrzymywania i analizy związków koordynacyjnych i metaloorganicznych. Jest zapoznany z zagadnieniami z zakresu izomerii związków koordynacyjnych.
- PEU\_W06 Uzyskał podstawową wiedzę odnośnie zastosowań związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- PEU\_W07 Zna istotne reakcje chemiczne przebiegające z udziałem katalizatorów metaloorganicznych.
- PEU\_W08 Zna główne elementy mechanizmów reakcji w chemii metaloorganicznej.
- PEU\_W09 Zna przykłady klasycznych reakcji wykorzystujących katalizatory metaloorganiczne o znaczeniu praktycznym.

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 Umie prawidłowo nazwać związek koordynacyjny lub podać jego wzór znając prawidłową nazwę.
- PEU\_U02 Umie zdefiniować jakie oddziaływania determinują siłę wiązań chemicznych w związkach koordynacyjnych
- PEU\_U03 Umie przewidzieć i wyjaśnić budowę, magnetyzm i barwę związków koordynacyjnych.
- PEU\_U04 Jest zorientowany w zagadnieniach związanych z izomerią związków koordynacyjnych.
- PEU\_U04 Rozumie znaczenie stałych trwałości ( $\log\beta$ ) i umie na ich podstawie porównać trwałość związków koordynacyjnych oraz przewidzieć kierunek reakcji w układzie metal-ligandy.
- PEU\_U05 Umie zastosować regułę Sidgwick'a do oszacowania stabilności prostych związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.
- PEU\_U06 Umie rozpoznać typ istotnych składowych reakcji katalizowanej przez związek metaloorganiczny i opisać jej mechanizm.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Przedmiot badawczy chemii koordynacyjnej. Definicja związku koordynacyjnego, nazewnictwo, pojęcie liczby koordynacyjnej. Liczba koordynacyjna a geometria otoczenia koordynacyjnego atomu centralnego.	2
Wy2	Wiązania w związkach koordynacyjnych. Teoria wiązań walencyjnych. Teoria pola krystalicznego.	2
Wy3	Wiązania w związkach koordynacyjnych. Teoria orbitali molekularnych	2
Wy4	Kolor, magnetyzm i izomeria związków koordynacyjnych	2
Wy5	Termodynamika i kinetyka procesów kompleksowania.	2
Wy6	Podstawowe pojęcia chemii metaloorganicznej, Reguła Sidgwick'a. Związki metaloorganiczne metali bloku d z ligandami $\sigma$ - i $\pi$ -donorowymi.	2
Wy7	Związki metaloorganiczne metali bloku d z ligandami $\pi$ -akceptorowymi. Karbonylki jedno- dwu- i wielordzeniowe (klastery homo- i heterometaliczne).	2
Wy8	Kompleksy fosfinowe - parametryzacja sterycznych i elektronowych	1

	właściwości fosfin trzeciorzędowych.	
Wy 8	Podstawy chemii metaloorganicznej metali grup 1 i 2. Stechiometryczne reakcje związków metaloorganicznych	1
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	<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną N2. Wykład problemowy N3.		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład) = F	PEU_W01 - PEU_W09 PEU_U01 - PEU_U06	Kolokwium zaliczeniowe F = max 100 punktów
P (wykład) = 3,0	jeżeli F = 50-60 pkt	
P (wykład) = 3,5	jeżeli F = 61-70 pkt	
P (wykład) = 4,0	jeżeli F = 71-80 pkt	
P (wykład) = 4,5	jeżeli F = 81-90 pkt	
P (wykład) = 5,0	jeżeli F = 91-99 pkt	
P (wykład) = 5,5	jeżeli F = 100 pkt	

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] C. A. Housecroft, A. G. Sharpe, Inorganic Chemistry, Pearson Pentice Hall (2005) lub późniejsze

[2] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski „Podstawy chemii koordynacyjnej”, PWN (2010)

[3] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, A. Trzeciak, Chemia koordynacyjna w zastosowaniach”, PWN (2017)

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] F. Pruchnik, Kataliza homogeniczna, PWN (1993)

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

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

prof. dr hab. Ewa Matczak-Jon    ewa.matczak-jon@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Kataliza - podstawy i aplikacje
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Catalysis - basics and applications
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	CHC020059
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				

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

1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 zapoznanie studentów z podstawami katalizy  
 C2 omówienie typów katalizy: homogeniczna i heterogeniczna  
 C3 omówienie wybranych reakcji katalitycznych  
 C4 pokazanie przykładowych procedur katalizy stosowanych w przemyśle

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 – mieć wiedzę, które czynniki wpływają na przebieg reakcji chemicznej  
 PEU\_W02 – rozumieć zasadę działania katalizatorów  
 PEU\_W03 – znać podstawy katalizy homo- i heterogenicznej  
 PEU\_W04 – znać przykłady najważniejszych reakcji katalitycznych i stosowanych katalizatorów  
 PEU\_W05 – rozumieć celowość stosowania i sposób działania katalizatorów w procesach przemysłowych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Potrafi zaplanować rodzaj katalizatora do konkretnej przemiany chemicznej

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 - Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawy katalizy, cechy i podział katalizatorów.	2
Wy2	Kataliza homogeniczna – tworzenie kompleksów metali przejściowych; kluczowe reakcje katalityczne	6
Wy3	Przykłady katalizy homogenicznej w przemyśle	2
Wy4	Kataliza przeniesienia fazowego w laboratorium i przemyśle	2
Wy5	Kataliza enzymatyczna	2
Wy6	Podstawy katalizy heterogenicznej; cechy katalizatorów i ich otrzymywanie; dodatkowe zjawiska wpływające na katalizę	3
Wy7	Rodzaje katalizatorów heterogenicznych, ich budowa, właściwości i przygotowanie	2
Wy8	Wybrane reakcje katalizowane heterogenicznie – przykłady zastosowań przemysłowych; procesy petrochemiczne i elektrokatalityczne	3
Wy9	Katalizowane procesy polimeryzacji – przykłady	4
Wy10	Kataliza środowiskowa i zielona chemia	2
Wy11	Projektowanie, modyfikacje i testowanie katalizatorów; przyszłość katalizy	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. wykład z prezentacją multimedialną
N2. przykładowe zastosowania procedur katalitycznych (pochodzące z oryginalnej literatury)
N3. prezentacja przez studentów wybranych zastosowań przemysłowych – prezentacja w grupie zajęciowej

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F1	PEU_W01 – PEU_W05 PEU_U01	przedstawienie zastosowania przemysłowego wybranego procesu katalitycznego
<b>P = F1</b>		



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Beller, M., Renken, A., van Santen, R.A. (ed.) *Catalysis From Principles to Applications*, Wiley-VCH, Weinheim, 2012
- [2] Grzybowska-Świerkosz, B., *Elementy katalizy heterogenicznej*, PWN, Warszawa, 1993
- [3] Pruchnik, F., *Kataliza homogeniczna*, PWN, Warszawa, 1993
- [4] Bartholomew, C.H., Farrauto, R.J. *Fundamentals of Industrial Catalytic Processes, Second Edition*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2006

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [5] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000.
- [6] W. Carruthers, I. Coldham, *Modern Methods of Organic Synthesis*, Cambridge University Press, 2004.
- [7] R. Morris Bullock (ed.) *Catalysis Without Precious Metals*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany 2010.
- [8] Hagen, J. *Industrial Catalysis*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2015.

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

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

<b>WYDZIAŁCHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Krystalografia
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Crystallography
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	2 stopnia, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC023011
Grupa kursów	nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	60			
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursówzaznaczyć 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)	2,1	0,7			

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

1. Znajomość chemii organicznej i nieorganicznej 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.
- C2 Zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych w kontekście organizacji cząsteczek w ciele stałym i w szczególności upakowania w kryształach.
- C3 Zapoznanie studenta z układami krystalograficznymi, elementami symetrii oraz z zasadami tworzenia krystalograficznych grup punktowych i przestrzennych.
- 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 UCZENIASIĘ**

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 jonowych.  
 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.

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)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć-wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Przedmiot kursu krystalografia.</b> Podstawowe pojęcia i koncepcje. Krystalochemia. Krystalografia geometryczna; krystalografia fizyczna; krystalografia optyczna; krystalografia strukturalna; krystalografia dyfrakcyjna. Alotropia. Polimorfizm.	2
Wy2	<b>Teoria sieciowa.</b> Sieć prosta, sieć złożona. Komórka elementarna. Wskaźniki węzłów sieci; symbole prostej sieciowej i płaszczyzny węzłowej. Prawo pasowe. Układy krystalograficzne.	2
Wy3	<b>Dwu- i trójwymiarowe sieci translacyjne.</b> Typy komórek elementarnych. Trójosiowy i czteroosiowy układ współrzędnych w układzie heksagonalnym. Sieć odwrotna.	2
Wy4	<b>Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii.</b> Symetria zbiorów skończonych. Makroskopowe elementy symetrii: osie zwykłe, osie inwersyjne, środek symetrii, płaszczyzna zwierciadlana; symbole międzynarodowe i graficzne.	2
Wy5	<b>Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii.</b> Symetria zbiorów nieskończonych. Strukturalne elementy symetrii: osie śrubowe i płaszczyzny poślizgu; symbole międzynarodowe i graficzne.	2
Wy6	<b>Krystalograficzne grupy punktowe.</b> Projektowanie elementów symetrii. Rzuty stereograficzne. Kombinacje elementów symetrii; zasady tworzenia międzynarodowych krystalograficznych klas symetrii.	2
Wy7	<b>Morfologia kryształów.</b> Symetria wielościanów. Postacie proste i złożone; symbole ścian.	2

Wy8	<b>Krystalograficzne grupy przestrzenne.</b> Kombinacje elementów symetrii. Składanie osi i płaszczyzn z translacją. Jedno, dwu- i trójwymiarowe sieci. Pozyccje ogólne i pozycje szczególne. Symbole międzynarodowe.	2
Wy9	<b>Trójwymiarowe grupy przestrzenne.</b> Symbole międzynarodowe (pełen i skrócony zapis). Pozyccje ogólne i pozycje szczególne. Interpretacja informacji z Międzynarodowych Tablic Krystalograficznych.	2
Wy10	<b>Uogólniona teoria symetrii.</b> Symetria w układach biologicznych (kryształy białek i wirusów). Symetria pozorną. Harmonia kryształów. Symetria krzywoliniowa. Homologia kryształów. Symetria podobieństw.	2
Wy11	<b>Antysymetria i symetria wielobarwna.</b> Przekształcenia antysymetryczne. Grupy punktowe antysymetrii. Trójwymiarowe grupy przestrzenne antysymetrii. Antysymetria wielokrotna. Symetria wielobarwna.	2
Wy12	<b>Kryształ w kontekście organizacji i energii sieci.</b> Wiązanie chemiczne. Oddziaływanie międzycząsteczkowe.	2
Wy13	<b>Klasyfikacja ciał krystalicznych.</b> Zwarta warstwa heksagonalna, zwarte struktury przestrzenne. Pozyccje 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	<b>Metody otrzymywania monokryształów i defekty sieci krystalicznej.</b> 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	<b>Krystalografia rentgenowska.</b> Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Teoria Lauego. Teoria Bragga-Wulfa. Wskaźniki refleksów. Natężenie rentgenowskich refleksów dyfrakcyjnych. Wygaszania systematyczne.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Symbole 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	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
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	praca zaliczeniowa
F2(ćwiczenia)	PEU_U02	kolokwium
P(ćwiczenia) = (F1 + F2)/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Zygmunt Trzaska Durski i Hanna Trzaska Durska, Podstawy Krystalografii, PANalytical, Warszawa 2003.
- [2] Zygmunt Trzaska Durski i Hanna Trzaska Durska, Podstawy Krystalografii strukturalnej i rentgenografii, PWN, Warszawa, 1994.
- [3] Z. Bojarski, M. Giga, K. Stróż, M. Surowiec, Krystalografia, PWN, Warszawa 1996.
- [4] Zofia Kosturkiewicz, Metody krystalografii, Wydawnictwo naukowe UAM, 2000.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Werner Massa, Crystal Structure Determination, Springer, Berlin, 2004.
- [2] J. Glusker and K. Trueblood, Crystal Structure Analysis, Oxford Science Publication, 2010

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

dr Rafał Petrus, [rafal.petrus@pwr.edu.pl](mailto:rafal.petrus@pwr.edu.pl)

Wydział Chemiczny					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu</b>					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Mathematical methods in design and analysis of experiment</b>					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):					
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów: II stopień /stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Kod przedmiotu: MAC024001, MAC023003					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
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)	0,7				

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

1. Zaliczenie kursów Analiza I, Algebra I.
2. Umiejętność obsługi komputera.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrozumieć zastosowania modelowania statystycznego opisie eksperymentu chemicznego.
- C2 Nauczyć się zastosowania numerycznych metod matematycznych do kontroli procesu chemicznego.
- C3 Zrozumieć aparat matematyczny używany w obliczeniach związanych z projektowaniem i analizą eksperymentu.
- C4 Nauczyć się jak opracować wyniki eksperymentu metodami statystycznymi z użyciem pakietów numerycznych.

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

- PEU\_W01 - w interpretacji zjawisk i procesów przyrodniczych opiera się na podstawach empirycznych, rozumiejąc w pełni znaczenie metod matematycznych i statystycznych
- PEU\_W02 - ma wiedzę z zakresu matematyki, fizyki i chemii niezbędną dla zrozumienia podstawowych zjawisk i procesów przyrodniczych potrafi powiązać zjawisko fizyko-chemiczne z odpowiednim modelem matematycznym, potrafi zidentyfikować jakiego typu metodę matematyczną należy zastosować do rozwiązania zadanego problemu
- PEU\_W03 - ma wiedzę w zakresie statystyki i informatyki na poziomie pozwalającym na opisywanie i interpretowanie zjawisk przyrodniczych, potrafi opracować wyniki eksperymentu metodami statystycznymi, potrafi ocenić rodzaj korelacji pomiędzy zestawem danych a następnie dopasować odpowiedni model, potrafi metodami statystycznymi określić jakość dopasowania modelu do danych eksperymentalnych
- PEU\_W04 – stosując odpowiednie metody numeryczne oraz pakiety do obliczeń matematycznych umie rozwiązać zadany problem z zadaną dokładnością,

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 - rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób
- PEU\_K02 - rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla studiowanego kierunku studiów, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy
- PEU\_K03 - potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Metody rozwiązywania układów równań liniowych, równania macierzowe, obliczanie macierzy odwrotnej, algorytm Gaussa: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	2
Wy2	Metody rozwiązywania układów równań nieliniowych, lokalizacja rozwiązania, metoda Newtona-Raphsona: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	2
Wy3	Metody rozwiązywania układów równań różniczkowych, metoda Eulera, metoda Verleta, schemat jawny, schemat niejawny: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	2
Wy4	Estymacja liniowa – metoda najmniejszych kwadratów, współczynnik korelacji, suma kwadratów, założenia dotyczące błędów: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Excel, MATLAB.	2
Wy5	Estymacja nieliniowa, linearyzacja, równania normalne, metoda Gaussa-Newtona. Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Excel, MATLAB.	2
Wy6	Ocena dopasowania modelu: proporcja wyjaśnionej wariancji, test chi-kwadrat, test Kolomogorova-Smirnova, test Grubba. Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Origin, MATLAB.	2
Wy7	Testowanie hipotez - rozkład normalny, t-Studenta, ANOVA: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietów Origin, Excel.	2
Wy8	Metoda powierzchni odpowiedzi, metoda Boxa-Behnkena: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	1
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Prezentacje multimedialne.
- N2. Demonstracje komputerowe.
- N3. Praca własna studenta.
- N4. Konsultacje.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01-W04, PEU_K01-K03	kolokwium
ocena	<b>2,0</b> jeżeli P < 25 pkt. <b>3,0</b> jeżeli P = 25,5– 28 pkt. <b>3,5</b> jeżeli P = 28,5 – 31 pkt. <b>4,0</b> jeżeli P = 31,5 – 34 pkt. <b>4,5</b> jeżeli P = 34,5- 37 pkt. <b>5,0</b> jeżeli P = 40 - 45 pkt. <b>5,5</b> jeżeli P = 45,5- 50 pkt.	
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Steven C. Chapra, Applied Numerical Methods with MATLAB: for Engineers and Scientists, McGraw 2012		
[2] Atkinson, A., Donev, A. and Tobias, R. (2007). Optimum Experimental Designs, with SAS (Oxford University Press)		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Źródła internetowe		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Dr inż. Łukasz Radosiński, <a href="mailto:Lukasz.radosinski@pwr.wroc.pl">Lukasz.radosinski@pwr.wroc.pl</a>		



<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa w języku polskim	<b>Naturalne produkty medyczne</b>				
Nazwa w języku angielskim	<b>Medicinal natural products</b>				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC024015				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów ECTS 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		1,4		

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>	
1. Znajomość chemii organicznej	
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z blokami budulcowymi pierwotnych roślinnych szlaków metabolicznych.
C2	Zapoznanie studentów z blokami budulcowymi wtórnych roślinnych szlaków metabolicznych.
C3	Zapoznanie studentów z charakterem substancji czynnych pochodzenia roślinnego.
C4	Zapoznanie studentów z możliwościami aplikacyjnymi substancji czynnych pochodzenia roślinnego.
C5	Zapoznanie studentów z anglojęzyczną terminologią dotyczącą naturalnych produktów medycznych
C6	Zapoznanie studentów z metodami izolacji oraz identyfikacji produktów związków biologicznie czynnych
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEU_W01 – zna podstawowe pojęcia dotyczące fitochemii i chemii produktów naturalnych,	
PEU_W02 – potrafi dokonać prawidłowej klasyfikacji roślinnych bloków budulcowych,	
PEU_W03 – ma podstawowe wiadomości o roślinnych szlakach metabolicznych,	
PEU_W04 – posiada ogólną wiedzę o kumarynach,	
PEU_W05 – posiada ogólną wiedzę o flawonoidach i stilbenach,	
PEU_W06 – posiada ogólną wiedzę o terpenach i steroidach,	
PEU_W07 – posiada ogólną wiedzę o alkaloidach i glikozydach,	
PEU_W08 – posiada ogólną wiedzę o naturalnych środkach przeciwnowotworowych.	
PEU_W09 – posiada znajomość terminologii anglojęzycznej dotyczącej naturalnych produktów medycznych	

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 zna podstawowe zasady zachowania się podczas pracy w laboratorium chemii organicznej,  
 PEU\_U02 zna praktyczne metody izolacji związku biologicznie czynnego z materiału roślinnego,  
 PEU\_U03 umie wykorzystać metody destylacyjne oraz ekstrakcyjne w procesach izolacji produktu naturalnego,  
 PEU\_U04 potrafi wykorzystać metody chromatograficzne w celu identyfikacji oraz oczyszczenia wyizolowanego produktu.  
 PEU\_U05 posiada umiejętność oznaczania liczby estrowej oraz kwasowej.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Rozwój fitochemii i chemii produktów naturalnych.</b> Wykład dotyczy historii stosowania substancji biologicznie czynnych pochodzenia roślinnego w leczeniu różnego rodzaju schorzeń.	1
Wy2-3	<b>Związki biologicznie czynne występujące w roślinach.</b> Omówione zostaną związki chemiczne - biologicznie czynne zawarte w roślinach z uwzględnieniem związków siarkowych.	2
Wy4-5	<b>Bloki budulcowe.</b> Charakter biosyntezy produktów naturalnych został wyjaśniony w ciągu ostatnich trzydziestu lat za pomocą metod izotopowych. Odkryto, że duże grupy produktów naturalnych pochodzą z tego samego prekursora - kluczowego elementu budulcowego – bloku budulcowego. Przekształcenie kluczowych bloków budulcowych w biologicznie aktywne produkty naturalne służy jako model do opracowania bardziej wydajnych syntez w chemii organicznej.	2
Wy6-7	<b>Kumaryny.</b> Kumaryny są grupą związków czynnych, które charakteryzują się dużą różnorodnością działań farmakologicznych. Związane jest to bezpośrednio z różnicami w budowie cząsteczek poszczególnych związków. Z najważniejszych właściwości tych substancji czynnych wymienić należy działania: przeciwzakrzepowe, spazmolityczne, uspokajające, fotosensybilizujące (uczulające) i światłochłonne. Pod względem budowy kumaryny dzieli się na: kumaryny właściwe, furanokumaryny, piranokumaryny. Kumaryny występują w przyrodzie jako glikozydy, często jednak pod wpływem enzymów zawartych w suszonych surowcach dochodzi do ich hydrolizy. Roztwory kumaryn, z wyjątkiem niepodstawionej kumaryny charakteryzują się zdolnością do fluorescencji.	2
Wy8-10	<b>Flawonoidy i stilbeny.</b> Flawonoidy są substancjami powszechnie występującymi w roślinach. Obecnie znamy <b>ok. 7000 związków flawonowych</b> , które dzieli się na: flawony, flawonole, flawanony, flawanole, izoflawony, antocyjany, chalkony, auronony, flawonolignany oraz procyanidyny. Podstawową strukturę cząsteczki stanowią pierścienie benzenowe z heterocyklicznym pierścieniem piranu lub pironu. Obecność w cząsteczkach dużej liczby grup hydroksylowych sprawia, że <b>flawonoidy wykazują właściwości antyoksydacyjne</b> , a ich siła zależy od liczby i położenia grup hydroksylowych – im ich więcej, tym mocniejsze działanie przeciwutleniające. Flawonoidy to naturalne, rozpuszczalne w wodzie związki chemiczne, które <b>w roślinach są barwnikami, przeciwutleniaczami oraz pełnią funkcje ochronne przed owadami i grzybami.</b> Powszechnie występują we wszystkich częściach roślin: owocach, łądygach, kwiatach, liściach, korzeniach i w nasionach. Najwięcej jest ich w owocach (cytrusy), warzywach (buraki), a także w ziołach, winorośli oraz w konopiach, w których zawartość flawonoidów w liściach i kwiatach osiąga nawet do 2,5% suchej masy. Głównym zadaniem flawonoidów jest ochrona roślin, zaś na poziomie komórkowym działają one jako regulatory cyklu komórkowego. Dostarczone wraz z pożywieniem do ludzkiego organizmu, wykazują wysoką aktywność biologiczną i działają przeciwutleniająco, przeciwzapalnie, przeciwalergicznie oraz przeciwnowotworowo. Stilbeny to fitoestrogeny - grupa niesteroidowych związków pochodzenia roślinnego o budowie i funkcji podobnej do	3

	naturalnych estrogenów. Obecne są we wszystkich częściach roślin – kwiatach, owocach, liściach, nasionach oraz korzeniach. Występują one zazwyczaj w postaci nieaktywnych glikozydów lub w formie prekursorowej. Ich formy aktywne powstają w przewodzie pokarmowym w wyniku złożonych przemian enzymatyczno-metabolicznych.	
Wy11-12	<p><b>Terpeny i steroidy.</b> Terpeny (izoprenoidy) to naturalne węglowodory pochodzenia roślinnego. Z uwagi na wykazywane przez wiele związków z grupy terpenów i terpenoidów właściwości fizykochemiczne oraz aktywność biologiczną, są one od bardzo dawna z powodzeniem stosowane w przemyśle kosmetycznym i farmaceutycznym. Terpeny i terpenoidy stanowią jedną z największych klas naturalnych substancji chemicznych. Ponad 30 000 tych związków zostało wyizolowanych z drobnoustrojów, roślin oraz zwierząt. Steroidy to organiczne związki chemiczne, specyficzne lipidy, których wspólną cechą jest występowanie w ich cząsteczkach szkieletu węglowego w postaci czterech sprzężonych pierścieni, czyli steranu.</p> <p>W tkankach roślin i zwierząt wykryto jak dotąd istnienie kilkuset różnych steroidów, które pełnią w ich organizmach rozmaite funkcje. W fizjologii i medycynie najważniejszymi steroidami są cholesterol i jego pochodne oraz hormony steroidowe. We wszystkich steroidach występuje podstawowy układ czterech sprzężonych pierścieni węglowych. W zależności od rodzaju steroidu szkielet ten może być w różny sposób rozbudowany o dodatkowe atomy węgla, tworząc np. układ estranu, androstanu, pregnanu, cholanu i cholestanu. Do układów tych mogą być przyłączone rozmaite grupy funkcyjne, zmieniające w szerokim zakresie ich aktywność biologiczną.</p>	2
Wy13-15	<p><b>Alkaloidy i glikozydy.</b> Alkaloidy to grupa naturalnie występujących zasadowych związków chemicznych (na ogół heterocyklicznych), głównie pochodzenia roślinnego, zawierających azot. Aminokwasy, peptydy, białka, nukleotydy, kwasy nukleinowy, aminocukry i antybiotyki nie są zwykle zaliczane do alkaloidów. Dodatkowo do tej grupy włączone są niektóre obojętne związki chemiczne biogenetycznie związane z alkaloidami zasadowymi. Alkaloidy wykazują zwykle silne, nieraz trujące działanie fizjologiczne na organizm człowieka. Z fizjologicznego punktu widzenia alkaloidy są "odpadami produkcyjnymi" niebiorącymi czynnego udziału w metabolizmie komórki. <b>Glikozydy</b> – grupa organicznych związków chemicznych zbudowanych z części cukrowej i aglikonowej. Są to pochodne cukrów, których półoacetalowe grupy –OH przy pierwszym atomie węgla są zastąpione innymi grupami organicznymi, np. –OR lub –NR<sub>2</sub>. Wiązanie pomiędzy cukrem a aglikonem nazywa się wiązaniem glikozydowym. Glikozydy są związkami szeroko rozpowszechnionymi w przyrodzie. Niektóre z nich mają znaczenie farmakologiczne, np. glikozydy nasercowe.</p>	3
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab1	Zajęcia organizacyjne oraz szkolenie BHP.	2
Lab 2	Alkaloidy, pochodne piperydyny – izolacja piperyny z pieprzu czarnego. Zastosowanie chromatografii TLC do identyfikacji produktu.	4
Lab 3	Alkaloidy, nikotyna, izolacja nikotyny z liści tytoniu (papierosów). Destylacja z parą wodną.	4
Lab 4	Tłuszcze roślinne – izolacja trimirystyny z gałki muszkatołowej. Oznaczanie wartości liczby estrowej. Hydroliza trimirystyny do kwasu mirystynowego. Oznaczanie liczby kwasowej. I kolokwium.	4
Lab 5	Sterole - izolacja cholesterolu z żółtka jaja kurzego.	4
Lab 6	Rola likopenu i β-karotenu w organizmie – izolacja likopenu i β-karotenu z pomidorów oraz marchwi. Zastosowanie chromatografii kolumnowej do rozdziału produktów.	4

Lab 7	Alkohole triterpenowe – izolacja betuliny z kory brzoźowej. Ekstrakcja ciągła.	4
Lab 8	Terpeny – eugenol z olejku z goździków. II kolokwium.	4
	Suma godzin	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	zajęcia laboratoryjne – wykonanie doświadczeń
N3	zajęcia laboratoryjne – przygotowanie sprawozdań

#### 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_W09	Egzamin
F1 (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U03	Kolokwium cząstkowe I
F2 (laboratorium)	PEU_U03 – PEU_U05	Kolokwium cząstkowe II
F3 (laboratorium)	PEU_U01 – U05	Poprawność wykonania doświadczeń oraz przygotowanie sprawozdań
P (laboratorium) = F1 + F2 + F3		

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] P.M. Dewick, *Medicinal natural products*, Wiley 2009  
 [2] J. Sołoducho, J. Cabaj, *Medicinal natural products – laboratory*, elektroniczny skrypt do zajęć laboratoryjnych; <http://zasobynauki.pl/>

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] St. Kohlmunzer, *Farmakognozja*, Wydawnictwo Lekarskie, PZWL 2003  
 [4] J. McMurry, *Chemia organiczna*, PWN 2012  
 [5] A.I. Vogel, *Preparatyka organiczna*, NT, 2006

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**dr hab. inż. Joanna Cabaj**, joanna.cabaj@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa w języku polskim	Metalurgia Chemiczna				
Nazwa w języku angielskim	Chemical metallurgy				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>				
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny				
Kod przedmiotu	CHC020046				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>					
1. Znajomość chemii na poziomie I roku studiów I stopnia ( kursy Chemia Ogólna i Podstawy Chemii Nieorganicznej)					
2. Znajomość podstaw termodynamiki chemicznej (na poziomie kursu Chemia Fizyczna I)					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1	Zapoznanie studentów z podstawową terminologią stosowaną w metalurgii chemicznej.				
C2	Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu mineralurgii chemicznej				
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy o procesach jednostkowych w hydrometalurgii.				
C4	Zapoznanie słuchaczy z teorią procesów pirometalurgicznych oraz podstawowymi procesami otrzymywania metali.				
C5	Uzyskanie podstawowej wiedzy w zakresie otrzymywania lantanowców i aktynowców.				
C6	Zapoznanie studentów z procesami otrzymywania metali w postaci proszkowej.				
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
Osoba, która zaliczyła przedmiot:					
PEU_W01 – zna podstawowe terminy i pojęcia dotyczące procesów metalurgicznych					
PEU_W02 – posiada podstawową wiedzę z zakresu procesów mineralurgii chemicznej					
PEU_W03 – zna podstawy teoretyczne procesów jednostkowych stosowanych w hydrometalurgii					
PEU_W04 – zna podstawy teoretyczne procesów pirometalurgicznych					
PEU_W05 – posiada wiedzę dotyczącą procesów technologicznych otrzymywania wybranych metali					
PEU_W06 – zna metody otrzymywania lantanowców i aktynowców					
PEU_W07 – posiada podstawową wiedzę z zakresu metalurgii proszkowej					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Metalurgia - terminologia	2
Wy2	Mineralurgia – procesy separacji	2
Wy3	Kinetyka reakcji i zjawiska transportu w metalurgii	2
Wy4	Hydrometalurgia – podstawowe procesy jednostkowe	2
Wy5	Hydrometalurgia - ługowanie	2
Wy6	Hydrometalurgia – oczyszczanie i zateżanie	2
Wy7	Elektrometalurgia – terminologia i aparatura	2
Wy8	Podstawy teoretyczne pirometalurgii	2
Wy9	Podstawy teoretyczne pirometalurgii	2
Wy10	Pirometalurgia – operacje wstępne i wydzielanie metali	2
Wy11	Pirometalurgia - rafinacja	2
Wy12	Chlorki i chlorowanie	2
Wy13	Metalurgia żelaza, miedzi i cynku	2
Wy14	Metalurgia lantanowców i aktynowców	2
Wy15	Metalotermia i metalurgia proszkowa	2
Suma godzin		<b>30</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	wykład z prezentacją multimedialną	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEU_W01 – PEU_W07	kolokwium końcowe
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>		
[1] Jan Drzymala, <i>Podstawy mineralurgii</i> Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009		
[2] Chiranjib Kumar Gupta, <i>Chemical Metallurgy: Principles and Practice</i> , 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim		
[3] Terkel Rosenqvist, <i>Principles of extractive metallurgy</i> , Tapir Akademisk Forlag, Trondheim 2004		
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>		
[1] Fathi Habashi, <i>Principles of extractive metallurgy, vol.2, Hydrometallurgy</i> , Gordon and Breach Science Publishers, S.A. 1985		
[2] Fathi Habashi, <i>Principles of extractive metallurgy, vol.3, Pyrometallurgy</i> , Gordon and Breach Science Publishers, S.A. 1985		
[3] W.J. Kroll, The Pyrometallurgy of Halides, <i>Metallurgical Reviews</i> , <b>1</b> (8) (1956) 291-337		
[4] Opracowanie zbiorowe pod redakcją W. Charewicza, <i>Pierwiastki ziem rzadkich, surowce, technologie, zastosowania</i> , WNT, Warszawa 1990		
[5] S. Chodkowski, <i>Metalurgia metali nieżelaznych</i> , 1971 Wydawnictwo „Śląsk” Katowice		
[6] A. Krupkowski, <i>Podstawowe zagadnienia teorii procesów metalurgicznych</i> , Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974 Kraków.		
[7] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, <i>Chemia fizyczna</i> , PWN		
[8] P.W. Atkins, <i>Podstawy chemii fizycznej</i> , PWN		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)		
<b>Prof. dr hab. Leszek Rycerz; leszek.rycerz@pwr.edu.pl</b>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody i techniki izotopowe  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Isotopic Methods and Technics  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia  
 Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka Środowiskowa i Żywności  
 Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna  
 Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy  
 Kod przedmiotu: CHC023015  
 Grupa kursów: Nie

	Wykład	Cwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		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 asPEUtów 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 scyntylacyjną 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

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – student ma świadomość z zakresu wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe

PEU\_K02 – ma świadomość z zakresu prawa atomowego

PEU\_K03 – ma świadomość warunków bezpiecznej pracy ze źródłami promieniowania jonizującego

PEU\_K04 – student jest gotów do pracy w pracowni izotopowej z zamkniętymi i otwartymi źródłami promieniotwórczymi

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
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	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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	4



	scyntylicyjnej	
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 $^{56}\text{Mn}$ w reakcji jądrowej z udziałem neutronów	4
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
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		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - WYKŁAD</b>		
<b>Oceny</b> 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 = 3,0 jeżeli (F1) = 35,0 – 42,5 pkt. 3,5 jeżeli (F1) = 43,0 – 50,5 pkt 4,0 jeżeli (F1) = 51,0 – 58,5 pkt 4,5 jeżeli (F1) = 59,0 – 66,5 pkt 5,0 jeżeli (F1) = 67,0 – 70 pkt		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - LABORATORIUM</b>		
<b>Oceny</b> F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01 - PEU_U07	Pisemne sprawozdania z La2 – La4. Ocena za sprawozdanie to 2.0 - 5.0
P	PEU_U01- PEU_U07	Średnia z ocen z trzech sprawozdań + aktywność na zajęciach
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] J. Sobkowski, M. Jelińska-Kazimierzczuk, 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.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] V. G. Draganic, Z. D. Draganic, J-P Alloff, Radiation and radioactivity on earth and beyond, CRC Press, Inc., Florida, 2005. [2] Strona internetowa Państwowej Agencji Atomowej: <a href="https://paa.gov.pl">https://paa.gov.pl</a> . [3] Portal dot. energetyki jądrowej w Polsce: <a href="https://nuclear.pl">https://nuclear.pl</a> . [4] Tabele izotopów promieniotwórczych: <a href="http://nucleardata.nuclear.lu.se">http://nucleardata.nuclear.lu.se</a>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Dr inż. Magdalena Piłśniak-Rabiega, <a href="mailto:magdalena.pilsniak@pwr.edu.pl">magdalena.pilsniak@pwr.edu.pl</a>		

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
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):	wszystkie specjalności na II st
Poziom i forma studiów:	II stopień,
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC023066
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		120		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		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)	1,4		2,1		

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

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**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Wprowadzenie.</b> Wymagania dotyczące zaliczenia kursu. Sygnał i szum. Statystyczne metody w chemii analitycznej: błędy, przedziały ufności, rozstęp, regresja i korelacja.	2
Wy2	<b>Wstęp do pomiarów.</b> 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	<b>Podstawy optyki i podzespoły optyczne.</b> Podstawowe prawa optyczne. Optyka geometryczna i falowa. Przyrządy optyczne: źródła światła, detektory, polaryzatory, lustra, soczewki. Konstrukcja podstawowych przyrządów optycznych: interferometr, polarymetr, refraktometr	2
Wy4	<b>Metody optyczne.</b> Zasada pomiarów optycznych. Oddziaływanie światła z materiałem. Wpływ rodzaju materiału i stężenia substancji na stan fali świetlnej. Interpretacja wyników pomiarowych.	2
Wy5	<b>Absorpcjometria, luminescencja i fotometria płomieniowa.</b> Zastosowania spektroskopii. Typy i budowa spektrofotometrów. Metody absorpcyjne i emisyjne. <b>Wstęp do elektrochemii.</b> Model pasmowy. Przewodnictwo jonowe. Elektrolity.	2
Wy6	<b>Elektroanaliza (Polarografia, Potencjometria, Amperometria, Konduktometria).</b> Elektroliza. Prawa Faradaya. Ogniwa elektrochemiczne. Konstrukcja stanowisk elektrochemicznych. Opis technik pomiarowych. Interpretacja wyników. Wprowadzenie do wybranych, innych metod analitycznych.	2
Wy7	Powtórzenie materiału i I kolokwium	2
Wy8	Powtórzenie materiału i II kolokwium	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład z prezentacją multimedialną
N2. Wykonanie doświadczenia
N3. Przygotowanie sprawozdania

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (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	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] Szmal 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](mailto:stanislaw.bartkiewicz@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
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 i forma studiów:	studia drugiego stopnia, stacjonarne				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023016				
Grupa kursów	nie				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		0,7		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość chemii fizycznej w zakresie elektrochemii					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Pogłębienie wiedzy o procesach elektrochemicznych C2 Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami elektroanalitycznymi C3 Współpraca w grupie					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b> 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.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b> 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.					
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b> PEU_K01 Student jest gotów odpowiedzialnie współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
<b>Forma zajęć - wykład</b>					<b>Liczba godzin</b>
Wyl	<b>Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu elektrochemii. Metody konduktometryczne. Miareczkowanie konduktometryczne. Konduktometria</b>				2

	bezpośrednia.	
Wy2	<b>Potencjometria.</b> Miareczkowanie potencjometryczne i phmetryczne.	2
Wy3	<b>Elektrody jonoselektywne.</b> Budowa i zastosowanie elektrod jonoselektywnych. Czujniki chemiczne.	2
Wy4	<b>Polarografia i woltamperometria.</b> Metody polarograficzne stało i zmiennoprądowe. Metody inwersyjne. Elektrody modyfikowane chemicznie	3
Wy5	<b>Zastosowania metod woltamperometrycznych w analityce.</b>	2
Wy6	<b>Amperometria.</b> Rodzaje miareczkowań amperometrycznych.	1
Wy7	<b>Kulometria.</b> Kulometria potencjostatyczna i amperostatyczna. Elektrogravimetria i elektrografia.	1
Wy8	Sprawdzian wiadomości	2
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Miareczkowanie bipotencjometryczne	3
La2	Preparatyka elektrod jonoselektywnych	3
La3	Stripping potencjometryczny/Stripping woltamperometryczny	3
La4	Miareczkowanie kulometryczne	3
La5	Woltamperometria	3
	Suma godzin	15
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja multimedialna		
N2. Wykonywanie zadań w laboratorium		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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_U01	Sprawdzian końcowy
F1-F5 (laboratorium)	PEU_U02 PEU_K01	Ocena sprawozdania
P (laboratorium)		Średnia ocen ze sprawozdań
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t I, PWN, 2007.		
[2] A. Cygański, Podstawy metod elektroanalizy, WNT 1999.		
[3] A. Kiswa, Elektrochemia. Jonika, WNT, 2000.		
[4] A. Kiswa, Elektrochemia. Elektrodyka, WNT, 2001.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Electroanalytical methods, Ed. F. Scholz, Springer 2002		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
dr inż. Tomasz Misiaszek, tomasz.misiaszek@pwr.edu.pl		

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 związków organicznych i polimerów
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC023031
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			60		
Forma zaliczenia			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		

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

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 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**

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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	2
La11	przeprowadzenie symulacji, ilościowa analiza wyników.	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><math>P = F1 + F2 + F3</math>; ocena końcowa wystawiana na podstawie uzyskanego procentu maksymalnej liczby punktów w skali liniowej z zaliczeniem od progu &gt;50%.            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

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

Paweł Kędzierski

[Pawel.Kedzierski@pwr.edu.pl](mailto:Pawel.Kedzierski@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Modelowanie molekularne				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Molecular modeling				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biotechnologia, Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Bioinformatics, Medicinal Chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC024006				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium ( spec. BII )
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		30
Forma zaliczenia	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)	1,4		1,4		0,7

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

1. Podstawy znajomości budowy cząsteczek i hybrydyzacji
2. Podstawy geometrii analitycznej
3. Podstawowa znajomość chemii organicznej
4. Podstawowe umiejętności korzystania z komputera

#### CELE PRZEDMIOTU

- C1 Nauczanie konstrukcji trójwymiarowych modeli cząsteczek  
 C2 Nauczanie zastosowań meto chemii kwantowej  
 C3 Nauczanie podstawowych koncepcji teorii oddziaływań międzycząsteczkowych  
 C4 Zapoznanie z technikami modelowania agregatów cząsteczek  
 C5 Zapoznanie z podstawami modelowania reakcji chemicznych

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

##### Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 – wiedza o tym jak budować trójwymiarowe modele molekularne i je przekształcać  
 PEU\_W02 – wiedza o podstawowych metodach modelowania molekularnego oraz zakresie ich stosowalności  
 PEU\_W03 – wiedza o głównych składowych energiach oddziaływań  
 PEU\_W04 – wiedza o metodach modelowania leków i biokatalizatorów

##### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 – umiejętność konstruowania trójwymiarowych modeli cząsteczek na podstawie rozpoznanego typu hybrydyzacji  
 PEU\_U02 – umiejętność obliczeniowego przewidywania struktury i właściwości cząsteczek  
 PEU\_U03 – umiejętność przewidywania możliwych struktur agregatów cząsteczkowych  
 PEU\_U04 – umiejętność analizy oddziaływań w układach białko-ligand

PEU\_U05 – umiejętność modelowania właściwości dynamicznych agregatów cząsteczkowych  
 Z zakresu kompetencji społecznych:  
 PEU\_K01 – umiejętność zrozumienia, krytycznej oceny i komunikacji informacji ze źródeł naukowych  
 związanej z metodami modelowania układów biocząsteczek i ich właściwości.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe idee i interdyscyplinarny charakter modelowania molekularnego. Źródła struktur cząsteczek i typowe zastosowania modelowania. Hybrydyzacja, algorytmy konstrukcji modeli 3D, transformacje współrzędnych, podstawowe koncepcje wizualizacji molekuł	2
Wy2	Podstawowe założenia i przegląd metod chemii kwantowej. Metody orbitali molekularnych: Huckla, półempiryczne, ab initio. Teoretyczne przewidywanie właściwości fizycznych i struktur.	2
Wy3	Konstrukcja modeli cząsteczkowych – ćwiczenia i test	2
Wy4	Podstawowe koncepcje teorii oddziaływań międzycząsteczkowych. Rachunek zaburzeń. Charakterystyka podstawowych składowych energii oddziaływań.	2
Wy5	Wiązania wodorowe. Molekularny rozkład ładunku i modele elektrostatyczne. Pola siłowe.	2
Wy6	Przewidywanie właściwości i struktur agregatów cząsteczkowych – ćwiczenia i test	2
Wy7	Modelowanie oddziaływań w centrach aktywnych enzymów i w receptorach. Techniki projektowania leków. Modelowanie przez homologię.	2
Wy8	Analiza katalitycznej aktywności enzymów i projektowanie biokatalizatorów.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie i organizacja zajęć. Edycja struktur cząsteczek.	2
La2	Przygotowanie obliczeń dynamiki molekularnej	2
La3	Przygotowanie obliczeń dynamiki molekularnej	2
La4	Analiza wyników i trajektorii dynamiki molekularnej	2
La5	Indywidualne zadanie obliczeniowe 1	2
La6	Parametryzacja pola siłowego dla cząsteczek organicznych: topologia, typy atomów, parametry niewiążące	2
La7	Parametryzacja pola siłowego dla cząsteczek organicznych: optymalizacja ładunków atomowych	2
La8	Parametryzacja pola siłowego dla cząsteczek organicznych: parametry wiążące	2
La9	Indywidualne zadanie obliczeniowe 2	2
La10	Dokowanie receptor-ligand oraz wirtualny screening.	2
La11	Kwantowe obliczenia energii oddziaływań	2
La12	Indywidualne zadanie obliczeniowe 4	2
La13	Wprowadzenie do modelowania metodami hybrydowymi QM/MM	2
La14	Modelowanie profilu energetycznego reakcji z użyciem metod QM/MM	2
La15	Indywidualne zadanie obliczeniowe 4	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Seminaria studenckie: Przewidywanie struktury białek	2
Se2	Seminaria studenckie: Dokowanie, przewidywanie pKa i stanów protonacji	2
Se3	Seminaria studenckie: Modelowanie receptorów, sensorów, przełączników i motorów molekularnych	2
Se4	Seminaria studenckie: Zastosowania algorytmów genetycznych i sieci	2

	neuronowych w modelowaniu molekularnym	
Se5	Seminaria studenckie: Techniki projektowania leków	2
Se6	Seminaria studenckie: Modelowanie sPEUtrokopii IR, Ramana, UV-Vis, NMR	2
Se7	Seminaria studenckie: Modelowanie reakcji i stanów przejściowych	2
Se8	Seminaria studenckie: Projektowanie biokatalizatorów	1
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F_Wy1	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01	Test z zadaniami do rozwiązania
F_Wy2	PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U03	Test z zadaniami do rozwiązania
C_Wy	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U03	F_Wy1+F_Wy2, lub egzamin końcowy (test z zadaniami, 24 punktów): Punkty Ocena 12-14 3,0 15-16 3,5 17-18 4,0 19-20 4,5 21-22 5,0 23-24 5,5
F_Lab1	PEU_W04, PEU_U05	Indywidualne zadanie obliczeniowe 1
F_Lab2	PEU_W01, PEU_W04, PEU_U01, PEU_U04	Indywidualne zadanie obliczeniowe 2
F_Lab3	PEU_W04, PEU_U03, PEU_U04	Indywidualne zadanie obliczeniowe 3
F_Lab4	PEU_W04, PEU_U02	Indywidualne zadanie obliczeniowe 4
C_Lab	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_W01, PEU_W04	F_Lab1+F_Lab2+F_Lab3+F_Lab4 Punkty Ocena 14-16 3,0 17-19 3,5 20-22 4,0 23-25 4,5 26-28 5,0
F_Sem	PEU_K01	Przygotowanie i przedstawienie prezentacji na wybrany temat; Aktywne uczestnictwo w dyskusji prezentacji innych studentów
C_Sem	PEU_K01	Ocena końcowa wg skali ocen PWr

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**Paweł Kędziński, [Pawel.Kedziński@pwr.edu.pl](mailto:Pawel.Kedziński@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wieloetapowa Synteza Organiczna.				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Multistep Organic Synthesis				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistr				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC024063				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,1		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Wiedza i umiejętności na poziomie ukończenia kursu „Podstawy chemii organicznej – laboratorium” lub równoważnego					
2. Podstawowa znajomość języka angielskiego					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Nabycie przez studentów biegłości w pracy laboratoryjnej z wykorzystaniem zaawansowanych technik eksperymentalnych syntezy organicznej.					
C2 Umiejętność praktycznego wykorzystania różnych metod transformacji w syntezie wieloetapowej.					
C3 Zaplanowanie i przeprowadzenie złożonej sekwencji syntetycznej na podstawie danych literaturowych.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEU_U01 –potrafi przeprowadzić kilkuetapową syntezę związku organicznego, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę, wykonać identyfikację i charakterystykę otrzymanych produktów,					
PEU_U02 – umie posługiwać się literaturą naukową i fachowymi bazami danych w celu planowania strategii i taktyki syntezy,					
PEU_U03 – umie dobrać warunki różnych transformacji oraz zaplanować sposoby izolacji i oczyszczania produktów,					
PEU_U04 – potrafi samodzielnie interpretować wyniki, ocenić czystość produktu wyznaczając podstawowe stałe fizykochemiczne, interpretować widma spektroskopowe związków organicznych oraz prowadzić dziennik laboratoryjny w języku angielskim.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
PEU_U01 –potrafi przeprowadzić kilkuetapową syntezę związku organicznego, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę, wykonać identyfikację i charakterystykę otrzymanych produktów,					
PEU_U02 – umie posługiwać się literaturą naukową i fachowymi bazami danych w celu planowania strategii i taktyki syntezy,					

PEU_U03 – umie dobrać warunki różnych transformacji oraz zaplanować sposoby izolacji i oczyszczania produktów,		
PEU_U04 – potrafi samodzielnie interpretować wyniki, ocenić czystość produktu wyznaczając podstawowe stałe fizykochemiczne, interpretować widma spektroskopowe związków organicznych oraz prowadzić dziennik laboratoryjny w języku angielskim.		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. Prowadzenie dziennika laboratoryjnego. Podstawowa aparatura (szklana i metalowa) i operacje laboratoryjne. Bezpieczeństwo pracy w laboratorium: substancje szkodliwe, palne, itp. Planowanie syntezy – posługiwanie się literaturą i bazami danych.	4
La2	Przeprowadzenie dwu lub trzyetapowej syntezy dwóch obowiązkowych preparatów (2,4-dinitrofenylohydrazyna, kwas nikotynowy, (R)-(-)-karwon lub inne do wyboru).	4
La3		4
La4		4
La5		4
La6		4
La7	Zaplanowanie i przeprowadzenie samodzielnej syntezy dwóch preparatów (sekwencyjne procesy 2-4 etapowe) z wykorzystaniem różnego typu reakcji organicznych: alkilowanie, acylowanie, eliminacja, substytucja nukleofilowa, substytucja elektrofilowa, utlenianie i redukcja, cykloaddycja – przekształcenia alkoholi, związków karbonylowych, kwasów karboksylowych i ich pochodnych, oraz amin, rozbudowa szkieletu węglowego.	4
La8		4
La9		4
La10		4
La11		4
La12		4
La13		4
La14	Oczyszczanie, identyfikacja i charakteryzowanie produktów. Interpretacja wyników, sprawozdania	4
La15	Rozliczenie sprzętu i dzienników laboratoryjnych.	4
	Suma godzin	60
STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. zaplanowanie i wykonanie eksperymentów N2. sprawozdania w dzienniku laboratoryjnym (w języku angielskim)		
OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (laboratorium)	PEU_U01 –PEU_U04	Zaplanowanie i wykonanie 2 preparatów w 2-4 etapach syntetycznych, charakterystyka produktów, sprawozdania w dzienniku laboratoryjnym w języku angielskim.
LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>		
[1] A. Mucha, R. Siedlecka, Multistep organic synthesis. practical course, Wrocław, 2010;		
[2] A. I. Vogel, Preparatyka organiczna, WNT, Warszawa, 2006;		
[3] Bazy danych: Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents.		
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>		
[1] J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit, Współczesna synteza organiczna, PWN, Warszawa, 2004		
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)		
Dr hab. inż. Renata Siedlecka, renata.siedlecka@pwr.edu.pl Prof. Dr hab. inż. Artur Mucha, artur.mucha@pwr.edu.pl		



WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizyczna chemia organiczna					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Physical organic chemistry					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemisty					
Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal chemistry					
Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Kod przedmiotu: CHC024013					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość chemii organicznej w aspekcie teoretycznym i praktycznym					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Poznanie rodzajów wiązań chemicznych oraz oddziaływań wewnątrz i międzycząsteczkowych					
C2 Nauka podstaw kinetyki i termodynamiki zjawisk fizykochemicznych					
C3 Nauka równowag kwasowo-zasadowych					
C4 Poznanie podstaw mechanizmów reakcji w chemii organicznej					
C5 Nauka symetrii cząsteczkowej oraz relacji symetrycznych					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
Z zakresu wiedzy:					
PEU_W01 – Student rozumie podstawy termodynamiki					
PEU_W02 – Student umie przewidzieć i zapisać mechanizm reakcji					
PEU_W03 – Student umie zdefiniować symetrię cząsteczki					
PEU_W04 – Student umie zdefiniować rodzaje oddziaływań między- i wewnątrzcząsteczkowych					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1-2	Wiązania chemiczne w związkach organicznych	2
Wy3-4	Oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe i międzycząsteczkowe	2
Wy5-6	Równowagi kwasowo-zasadowe	2
Wy7-8	Wprowadzenie do mechanizmów reakcji. Reaktywne formy przejściowe	2
Wy9-10	Mechanizm reakcji: substytucji i addycji elektrofilowej oraz rodnikowej	2
Wy11-12	Mechanizm reakcji: substytucji i addycji nukleofilowej oraz eliminacji	2
Wy13-14	Symetria cząsteczek	2
Wy15	Egzamin	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną N2. Praca własna		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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	Egzamin pisemny
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Bruckner Bernard Organic mechanisms, reactions, stereochemistry and synthesis [2] Jones Richard, Physical and mechanistic organic chemistry [3] Carter Robert, Molecular symmetry and group theory [4] John McMurry, Organic Chemistry		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Ilich, Predrag Peter, Selected problems in physical chemistry [2] Deslongchamps, Stereoelectronic effects in organic chemistry [3] Jaffe, Hans Symmetry in chemistry		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Justyna Ciejka, justyna.ciejka@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Planowanie syntezy: strategia i taktyka
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Organic synthesis design: strategies and tactics.
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów
Poziom i forma studiów:	II stopień , stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC023060
Grupa kursów	NIE

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

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

1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów
3. 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**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

**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
<b>P = F1</b>		

**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:**

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

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

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

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Polimery w medycynie				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Polymers in Medicine				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC024055				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Kurs chemii organicznej					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 – omówić polimery stosowane w medycynie					
C2 opisać specyfikę polimerów					
C3 pokazać jak można projektować nowe elementy w medycynie z polimerów					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEU_W04 poznać metody analizy chemicznej, fiz-chem oraz biochemicznej produktów stosowanych w medycynie					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
PEU_U03 potrafić dobrać narzędzia do praktycznej analizy wyrobów polimerowych					
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>					
PEU_K01 – współpraca w grupie					
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>					
Forma zajęć - wykład				Liczba godzin	
Wy1	Historia polimerów, definicje, otrzymywanie, właściwości			2	
Wy2	Polimery i kopolimery w fazie skondensowanej, mieszaniny, przejścia fazowe, temperatury, powierzchnie			2	
Wy3	Zjawisko transportu w polimerach, dyfuzja fickowska i anormalna, pęcznienie			2	
Wy4	Sztuczne organy: nerka, wątroba, skóra, płuca			2	

Wy5	Układy spowalnianego dozowanie leków, ruszta do inżynierii tkankowej	2
Wy6	Polimery w technologiach otrzymywania leków: sorbenty i membrany	2
Wy7	Polimerowe materiały pomocnicze w medycynie	2
W8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykłady N2. Konsultacje		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	W04, U03, K01	Kolokwium
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b> [1] M.Bryjak, I.Gancarz, Polymers in medicine, wyd PWr 2010		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b> 1] L.H.Sperling, Introduction to physical polymer science [2] F.Billmayer, Textbook of polymer science		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Prof. Marek Bryjak ( <a href="mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl">marek.bryjak@pwr.edu.pl</a> ) Dr. Piotr Cyganowski ( <a href="mailto:Piotr.cygnowski@pwr.edu.pl">Piotr.cygnowski@pwr.edu.pl</a> )		

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa w języku polskim		Praca dyplomowa I			
Nazwa w języku angielskim		Graduate laboratory I			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego			
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Stopień studiów i forma:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		CHC020002, CHC030009			
Grupa kursów		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			120		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			2,8		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>					
1. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów					
Potrafi przeprowadzić rozeznanie literaturowe z zakresie konkretnego problemu naukowo-badawczego.					
Zna podstawy planowania i przeprowadzania badań naukowych.					

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie z podstawową metodologią pracy naukowej
C2	Nabywanie umiejętności korzystania z literatury naukowej i innych źródeł wiedzy.
C3	Nauczanie selekcjonowania i porządkowania wiedzy pod kątem konkretnego tematu.
C4	Poszerzenie wiedzy w specjalistycznym zakresie w ramach studiowanego kierunku



<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Z zakresu wiedzy:</b>		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
PEU_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,		
PEU_W02 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej.		
<b>Z zakresu umiejętności:</b>		
Osoba, która zaliczyła przedmiot:		
PEU_U01 – potrafi gromadzić i weryfikować informacje przydatne do poznania określonego zagadnienia,		
PEU_U02 – potrafi łączyć i uogólniać informacje pochodzące z różnych źródeł,		
PEU_U03 – potrafi w sposób syntetyczny i krytyczny opracować zgromadzone informacje,		
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La 1-15	Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.	60
Suma godzin		60
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	konsultacje	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P	PEU_W01 – PEU_W02 PEU_U01 – PEU_U03	ocena ilości i jakości wyników pracy studenta
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)		
<b>Opiekunowie poszczególnych kursów Praca dyplomowa I</b> Przygotowanie karty: Dr hab inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni piotr.rutkowski@pwr.wroc.pl		

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa w języku polskim		Praca dyplomowa II			
Nazwa w języku angielskim		Graduate laboratory II			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego			
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Stopień studiów i forma:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		CHC020010, CHC030008			
Grupa kursów		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			210		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			300		
Forma zaliczenia			zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			10		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			10		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			7		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>					
1. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1	Zapoznanie z podstawową metodologią pracy naukowej				
C2	Zdobycie umiejętności planowania, przeprowadzania i opracowywania wyników eksperymentów naukowych				
C3	Poszerzenie wiedzy w specjalistycznym zakresie w ramach studiowanego kierunku				
C4	Zainspirowanie studenta do wytyczania kierunków swojego dalszego rozwoju i stałego samokształcenia się.				
C5	Pogłębienie umiejętności tworzenia pisemnego opracowania prezentującego dotychczasowy stan wiedzy oraz własne osiągnięcia w zakresie tematu pracy dyplomowej.				

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Z zakresu wiedzy:</b> Osoba, która zaliczyła przedmiot: PEU_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej, PEU_W02 – ma wiedzę teoretyczną i praktyczną niezbędną do wykonania pracy dyplomowej,		
<b>Z zakresu umiejętności:</b> Osoba, która zaliczyła przedmiot: PEU_U01 – potrafi przeprowadzić eksperymenty / wykonać projekt /stworzyć oprogramowanie oraz opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań, PEU_U02 – potrafi przygotować pisemne opracowanie na temat wybranego zagadnienia naukowego i własnego wkładu do tego zagadnienia, PEU_U03 – potrafi wyszukiwać nowe i rozwijać swoje dotychczasowe zainteresowania i umiejętności.		
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La 1-15	Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.	60
Suma godzin		60
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	konsultacje	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P	PEU_W01 – PEU_W02 PEU_U01 – PEU_U03	ocena ilości i jakości wyników pracy studenta po przedłożeniu opiekunowi końcowej, pisemnej wersji opracowania pt: Praca dyplomowa
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)		
<b>Opiekunowie poszczególnych kursów Praca dyplomowa II</b> Przygotowanie karty: Dr hab inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni piotr.rutkowski@pwr.wroc.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim:		Kontrola produkcji i zarządzanie jakością			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:		Production control and quality management			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Technologia chemiczna*, Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Technology of fine chemicals*, Medicinal chemistry			
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		TCC024025			
Grupa kursów		TAK			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt*	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,7			1,4	
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
Brak					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią, pojęciami i definicjami z zakresu zarządzania jakością i narzędziami jej doskonalenia					
C2 Przedstawienie zagadnień dotyczących Koncepcji Zrównoważonego Rozwoju, Zielonej Chemii, Programów Ekologicznych i oddziaływania produktu/technologii/procesu na środowisko naturalne.					
C3 Zdobywanie wiedzy z zakresu organizacji i zarządzania procesem produkcyjnym					
C4 Zrozumienie istoty i roli kształtowania i zarządzania jakością w procesie produkcyjnym oraz metod i procesów jej doskonalenia.					
C5 Uzyskanie podstawowej wiedzy dotyczącej produktu, jego cyklu życia i efektywnego systemu zarządzania produkcją - od surowców po produkt końcowy.					
C6 Wiedza na temat znaczenia jakości produktów i rola marki w marketingu					
C7 Prezentacja zagadnień dotyczących rozwoju zrównoważonych technologii i stosowania w praktyce systemów zarządzania jakością.					
C8 Zrozumienie istoty i roli zarządzania jakością w procesie produkcyjnym oraz opracowanie podstawowej dokumentacji z tego zakresu.					

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

- PEU\_W01 – zna kluczowe pojęcia, terminologię i definicje jakości, posiada wiedzę z zakresu podstawowych zasad zarządzania przedsiębiorstwem chemicznym
- PEU\_W02 – posiada wiedzę i potrafi opisać Systemy Zarządzania jakością zgodne z ISO serii 9000, zna podstawową dokumentację z tego zakresu oraz potrafi posługiwać się narzędziami doskonalenia jakości
- PEU\_W03 – posiada wiedzę na temat Zrównoważonego Rozwoju, Zielonej Chemii oraz dokumentów dotyczących globalnej polityki zrównoważonego rozwoju, zna Programy Ekologiczne
- PEU\_W04 – zna kluczowe pojęcia i zagadnienia z zakresu organizacji systemu produkcyjnego i zarządzania produkcją
- PEU\_W05 – posiada wiedzę dotyczącą produktu, jego cyklu życia, zna zakres odpowiedzialności producenta za produkt i posiada wiadomości dotyczące stałego polepszania jego jakości
- PEU\_W06 – ma wiadomości na temat doskonalenia procesów technologicznych i auditu zarządzania technologią oraz stałego polepszania produktów i produktywności procesów wytwarzania w myśl nowoczesnego systemu zarządzania produkcją
- PEU\_W07 - ma wiedzę na temat marketingowych aspektów jakości produktów

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 – potrafi wykorzystać w praktyce wiedzę z zakresu zarządzania jakością produkcji i organizacji systemu produkcyjnego
- PEU\_U02 – posiada wiedzę i umiejętności w zakresie stosowania wybranych narzędzi jakości oraz oceny zdolności procesu produkcyjnego
- PEU\_U03 – posiada wiedzę i potrafi wykorzystać ją w zakresie wdrażania systemów zarządzania jakością oraz zna podstawową dokumentację z tego zakresu.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 - jest gotów do samodzielnego opracowania księgi jakości i procedur systemowych zgodnych z ISO 9001
- PEU\_K02 - ma świadomość korzyści płynących z wdrożenia systemu zarządzania jakością w przedsiębiorstwie

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Jakość, geneza, podstawowe pojęcia, definicje	1
Wy2	Systemy zarządzania jakością - ISO serii 9000	2
Wy3	Zasady Zrównoważonego Rozwoju, System EMAS, Programy ekologiczne, „Responsible and Care”, Czystsza Produkcja, Czystsza Technologia, Zielona Chemia	2
Wy4	Narzędzia i techniki doskonalenia jakości	2
Wy5	Organizacja i zarządzanie procesem produkcyjnym	2
Wy6	Produkt – cykl życia produktu	2
Wy7	Lean Manufacturing, Benchmarking, Controlling, Kaizen	2
Wy8	Marketingowe aspekty jakości produktu, marka i jej pozycja na rynku	2
Suma godzin		<b>15</b>
<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Proj1	Wprowadzenie, organizacja, omówienie zakresu zajęć	2
Proj2	Struktura Księgi Jakości zgodnie z zasadami normy ISO 9001 dotyczącymi nadzoru nad dokumentacją	2
Proj3	Wymagana dokumentacja zgodnie z ISO 9001. Porównanie normy ISO 9001:2008 i 9001:2015	2
Proj4	Procedury jakości i wymagania dotyczące dokumentowanych informacji zgodnie z normą ISO 9001	2
Proj 5	Narzędzia i metody doskonalenia jakości – praktyczne zastosowanie	2
Proj6	Narzędzia i metody doskonalenia jakości – praktyczne zastosowanie	2

Proj7	Narzędzia i metody doskonalenia jakości – praktyczne zastosowanie	2
Proj8	Przedłożenie projektu w formie opracowanej wymaganej dokumentacji zgodnie z normą ISO 9001	1
	Total hours	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. wykład z prezentacją multimedialną N2. samodzielne przygotowanie i przedstawienie prezentacji multimedialnej		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
C (wykład)	PEU_W01 – PEU_W07 PEU_K01-PEU_K02	Egzamin
F (projekt)	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K02	Przedłożenie projektu w formie opracowanej wymaganej dokumentacji zgodnie z normą ISO 9001
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] Sujak-Cyruł B., Quality management systems: an introduction to the project of documenting and audit of quality management systems, Wrocław University of Technology, Łódź: PRINTPAP, 2011.		
[2] Oakland J.S., Total Quality Management. Text with cases. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2003.		
[3] Kloppenborg T.J., Petrick J.A., Managing project quality, Vienna, Va.: Management Concepts, 2002.		
[4] Windsor S.E., An introduction to green process management, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, cop. 2011.		
[5] Tague N. R., The quality toolbox, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, 2005.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] Łańcucki J., Podstawy Kompleksowego Zarządzania Jakością TQM, Poznań: Wyd. AE, 2006.		
[2] Hamrol A., Mantura W., Zarządzania jakością, teoria i praktyka, Poznań: PWN, 1999.		
[3] Nowosielski S., Zarządzanie produkcją, Wrocław: Wyd. AE, 2001.		
[4] Sosnowska A., Zarządzanie nowym produktem, Warszawa: SGH, 2000.		
[5] Żuchowski J., Łagowski E., Narzędzia i metody doskonalenia jakości, Radom: Wyd. Pol. Radomskiej, 2004.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>dr inż. Marta Huculak-Mączka (marta.huculak@pwr.edu.pl) i zespół pracowników i doktorantów Z-14</b>		

Wydział Chemiczny					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<b>Racjonalne projektowanie leków</b>				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Rational drug design</b>				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biotechnologia i Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Bioinformatics, Medicinal Chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	BTC024014				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1				

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

1. Znajomość podstaw chemii organicznej
2. Znajomość podstaw biochemii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawami projektowania leków.  
C2 Poznanie ekonomicznych aspektów projektowania leków.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 – zna podstawowe zasady projektowania leków,  
PEU\_W02 – potrafi dobrać odpowiednią technikę projektowania leku w zależności od poziomu wiedzy na temat procesu fizjologicznego,  
PEU\_W03 – ma podstawową wiedzę o kosztach i horyzoncie czasowym projektowania leków,  
PEU\_W04 – rozumie fizjologiczne i ekonomiczne skutki stosowania leków.

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 – potrafi zaproponować sposób zaprojektowania leku na wybraną chorobę.

TREŚCI PROGRAMOWE		
	Forma zajęć - wykład	Liczba godzin
Wy1	<b>Economics of drug design and development.</b> Cost and time required to introduce new drug to the market. Generic drugs. Globalization.	2
Wy2	<b>Randomized screening.</b> Historical perspective. Illustration of the opinion of L. Pasteur „Fortune favors prepared minds”. Case studies.	2
Wy3	<b>Natural products as a source of drugs.</b> History of the discovery of aspirin, morphine, artemisinin, quinine, penicillin and taxol. Current trends in natural drug research.	2
Wy4	<b>Choice of the target.</b> HIV as an example for choice of the target for drug design.	2
Wy5	<b>Theory of structural analogy.</b> Historical perspective (sulfonamides). Direct similarity versus topological one with analogs of morphine and anti-influenza drugs as examples.	2
Wy6	<b>Theory of structural analogy.</b> Chemical outlook, tricks and “magic methods”. Peptidomimetics.	2
Wy7	<b>Covalent drugs.</b> Overview of functional groups able for irreversible bonding with proteins. Techniques of design of covalent drugs. Case studies.	2
Wy8	<b>Transition-state analogues.</b> Techniques used for the identification of transition state. Pauling's theory of the course of enzymatic reaction. Construction of transition-state analogues. Computer-aided techniques.	2
Wy9	<b>Topological conformity.</b> Antagonists and agonists. Natural peptides as scaffolds.	2
Wy10	<b>QSAR models.</b> Analysis of inhibitory activity using Hansh and Wilson models.	2
Wy11	<b>Three-dimensional structure of receptors as a basis for drug design.</b> Construction of pharmacophore. Computer-aided methods for drug design – QSAR and molecular modeling. Receptor flexibility.	2
Wy12	<b>Selective complexation enzyme inhibitors.</b> The analysis of forces governing the ligand-protein binding.	2
Wy13	<b>Structure-based drug design.</b> The use of protein crystal structure and molecular modelling tools for drug design.	2
Wy14	<b>Drug targeting and delivery.</b> Prodrugs. Engineered metabolic activation. Targeted enzyme prodrug therapy.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE		
N1. wykład z prezentacją multimedialną N2. Praca własna		
OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU_W01 do PEU_W04 PEU_U01	Kolokwium zaliczeniowe



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. M. Merz, Drug Design, structure and Ligand-Based Approaches, Cambridge University Press, 2010
- [2] Medicinal Chemistry and Drug Design, Intech (open access), 2012

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] Design of Drugs: Basic Principles and applications, ed. J. H. Poupaert, Marcel Dekker, 2002
- [4] The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, Academic Press, 2004
- [5] Virtual Screening. ed. M. O. Taha, Intech (open access), 2012
- [6] Drug Development – A Case study Based Insight intor Modern Startegies, Intech (open access), 2011

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

Łukasz Berlicki, lukasz.berlicki@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	<b>Informacja naukowa i techniczna</b>				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Retrieval of scientific and technical information</b>				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Biotechnologia, Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Bioinformatics, Medicinal Chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	INC024008				
Grupa kursów	NIE				
	<b>Wykład</b>	<b>Ćwiczenia</b>	<b>Laboratorium</b>	<b>Projekt</b>	<b>Seminarium</b>
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			30		
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)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)			0,7		

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

1. Znajomość technologii informatycznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z elementami literatury naukowej  
 C2 Zapoznanie studentów z literaturowymi bazami danych  
 C3 Zapoznanie studentów z chemicznymi i biotechnologicznymi faktograficznymi bazami danych  
 C4 Zapoznanie studentów z systemem finansowania badań naukowych  
 C5 Zapoznanie studentów z etycznymi problemami w nauce

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 Student ma podstawowe wiadomości o strukturze i sposobie przygotowywania publikacji naukowych oraz najważniejszych literaturowych bazach danych  
 PEU\_W02 Student zna najważniejsze faktograficzne bazy danych w chemii i biotechnologii  
 PEU\_W03 Student zna najważniejsze agencje finansujące badania naukowe i rozwojowe  
 PEU\_W04 Student posiada orientację w zakresie etycznych problemów w nauce i technice

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 Student potrafi konstruować złożone pytania w literaturowych bazach danych  
 PEU\_U02 Student potrafi konstruować złożone pytania w faktograficznych bazach danych  
 PEU\_U03 Student potrafi znajdować oferty pracy, staży naukowych  
 PEU\_U04 Student potrafi znaleźć aktualnie realizowane granty na dany temat  
 PEU\_U05 Student potrafi sprawdzić czy dany tekst nie jest plagiatem

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student rozumie potrzebę krytycznej oceny jakości i wiarygodności informacji naukowej

PEU\_K02 Student jest gotów do przestrzegania zasad etyki naukowej i poszanowania praw autorskich

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Struktura i pisanie publikacji naukowych	2
La2	Literaturowa baza Current Contents, konstrukcja zapytań	2
La3	Literaturowa baza Web of Science, Journal Citation Reports	2
La4	Granty naukowe, oferty pracy i staży, patentowe bazy danych	2
La5	Analiza danych strukturalnych z Cambridge Structural Database	2
La6	Bazy danych Beilstein-Reaxys oraz Chemical Abstracts-Scifinder	2
La7	Poszukiwanie ofert pracy i pisanie życiorysów naukowych	2
La8	Etyczne problemy w nauce	1
	Suma godzin	15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Wykład z prezentacją multimedialną

N2. Rozwiązywanie zadań

N3. Wykorzystywanie oprogramowania do rozwiązywania zadań

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
F	PEU_U01-PEU_U05 PEU_K01, PEU_K02	Sprawozdanie końcowe (max 100 punktów)
P = 3,0 (F=50-60 punktów) 3,5 (F=61-70 punktów) 4,0 (F=71-80 punktów) 4,5 (F=81-90 punktów) 5,0 (F=91-95 punktów) 5,5 (F=96-100 punktów)		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] D. Ridley, Finding scientific information – information retrieval, Wiley, 2002

[2] D. Lindsay, Scientific writing = thinking in words, CSIRO Publishing, 2011

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

[1] On Being a Scientist: A Guide to Responsible Conduct in Research: Third Edition, 2009, The National Academies Press  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK214568/pdf/Bookshelf\\_NBK214568.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK214568/pdf/Bookshelf_NBK214568.pdf)

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

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

WYDZIAŁ CHEMICZNY						
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>						
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Wybrane reakcje w chemii organicznej					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Selected reactions in organic chemistry					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia					
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry					
Poziom i forma studiów:	II stopień, wybieralny					
Rodzaj przedmiotu:	CHC020044w					
Kod przedmiotu	NIE					
Grupa kursów						
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60					
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę					
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)						
Liczba punktów ECTS	2					
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)						
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4					
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>						
1. Zaliczony wykład z „Podstaw Chemii Organicznej”						
2. Znajomość podstawowych mechanizmów reakcji organicznych						
3. Znajomość języka angielskiego						
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>						
C1 Przedstawienie podstawowych klas związków organicznych z uwzględnieniem zagadnień izomerii, stereochemii, oraz najważniejszych reakcji charakterystycznych dla grup funkcyjnych						
C2 Przedstawienie mechanizmów wybranych imiennych reakcji organicznych, a także szeregu innych reakcji						
C3 Omówienie mechanizmów reakcji organicznych takich jak addycja, eliminacja, substytucja rodnikowa, elektrofilowa i nukleofilowa						
C4 Omówienie reakcji pericyklicznych						
C5 Omówienie reakcji związków metaloorganicznych						
C6 Omówienie zasad planowania syntezy założonej cząsteczki docelowej						

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

- PEU\_W01 – zna podstawowe klasy związków organicznych z uwzględnieniem zagadnień izomerii, stereochemii, oraz najważniejszych reakcji charakterystycznych dla grup funkcyjnych.
- PEU\_W02 – zna mechanizmy reakcji organicznych takich jak addycja, eliminacja, substytucja rodnikowa, elektrofilowa i nukleofilowa oraz wybrane imienne reakcje
- PEU\_W03 – zna reaktywność związków metaloorganicznych, a także fosforo- i siarkoorganicznych oraz przykłady ich wykorzystania w syntezie
- PEU\_W04 – zna selektywne metody redukcji oraz selektywne metody utleniania stosowane w chemii organicznej
- PEU\_W05 – rozumie celowość i zna sposoby ochrony grup funkcyjnych
- PEU\_W06 – wie jak postępować przy planowaniu syntezy założonej cząsteczki docelowej o umiarkowanie skomplikowanej strukturze

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Electronic structure of organic compounds. Molecular architecture – elements of stereochemistry.	2
Wy2	Reaction equilibrium and rate. Intermediates, transition state.	2
Wy3	Reactions of aromatic compounds. Reactions of carbonyl compounds.	2
Wy4	Reactions of some organometallic compounds (Li, Mg, Zn,...). Reactions of organophosphorous and sulfur compounds.	2
Wy5	Selective methods for reductions of organic compounds. Selective methods for oxidations of organic compounds.	3
Wy6	Pericyclic reactions. Ideas of organic synthesis.	2
Wy7	Selective transformations and protections of functional groups. Targeted synthesis.	2
Suma godzin		15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. wykład z prezentacją multimedialną

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
---	---------------------------------	--

P zaliczenie na podstawie obecności na wykładach

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2000;
- [2] J. McMurry, Chemia organiczna, tom 1 – 5, PWN, Warszawa, 2005;
- [3] Michael B. Smith, Jerry March, March's Advanced Organic Chemistry, Wiley, 2000.
- [4] J. Skarzewski, Wprowadzenie do syntezy organicznej, PWN, Warszawa, 1999.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] L. G. Wade, Organic Chemistry, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2006.

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

**Prof. Dr hab. Jacek Skarzewski**, jacek.skarzewski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe + praca dyplomowa + przygotowanie do egzaminu dyplomowego				
Nazwa w języku angielskim	Graduation seminar and thesis preparation				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Wszystkie kierunki				
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	BTC023001, CHC023001, ICC023001, TCC023001, IMC023001				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					300
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					10
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					10
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>					
1. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1	Nabycie umiejętności ustnego prezentowania celów i wyników swojej pracy.				
C2	Nabycie umiejętności pisemnego opracowanie wyników własnych badań.				
C3	Zapoznanie z formą publicznej dyskusji z uwzględnieniem obrony własnego stanowiska				

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej.

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi zastosować narzędzia informatyczne do przygotowania prezentacji multimedialnej,

PEU\_U02 – potrafi publicznie przedstawić przygotowaną przez siebie prezentację multimedialną.

PEU\_U03 – potrafi opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań oraz bronić je podczas publicznej dyskusji.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1 - Se15	Prezentowanie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji	15
Suma godzin		15
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	konsultacje	
N2	prezentacja multimedialna	
N3	wyświetlenie referatu	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P	PEU_W01 PEU_U01 – PEU_U03	ocena przedstawionej prezentacji i aktywności w dyskusjach
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
(brak)		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)		
<b>Prowadzący poszczególne kursy Seminarium dyplomowe</b> Przygotowanie karty: Dr hab inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni piotr.rutkowski@pwr.wroc.pl		

## WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Sensory i biosensory – alternatywne narzędzia analityczne

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sensors and biosensors - alternative analytical devices

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia

Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności, Chemia związków organicznych i polimerów

Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu: CHC020057

Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	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)	1,4				

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

1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii nieorganicznej, analitycznej, fizycznej, organicznej oraz z zakresu fizyki.
2. Wiedza podstawowa z zakresu technik analitycznych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami na temat mechanizmów działania sensorów chemicznych i biosensorów oraz z metodami detekcji stosowanymi w sensoryce.
- C2 Zapoznanie studentów z podstawami fizykochemicznymi konstrukcji sensorów chemicznych i biosensorów.
- C3 Zapoznanie studentów z zagadnieniami na temat możliwości stosowania sensorów chemicznych i biosensorów jako narzędzi analitycznych w diagnostyce medycznej, bioanalizy, analityce żywności, ochronie środowiska.



**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – posiada wiedzę dotyczącą zdefiniowania pojęcia sensora chemicznego i biosensora oraz wiedzę dotyczącą klasyfikacji sensorów ze względu na zasadę działania i sposób detekcji analitu.

PEU\_W02 – potrafi wyjaśnić zasady działania (detekcji) sensora elektrochemicznego, optycznego, masowego, czy termicznego.

PEU\_W03 – potrafi sklasyfikować elementy receptorowe w urządzeniu sensorowym, opisać zasady ich działania w poszczególnych typach sensorów chemicznych i biosensorów.

PEU\_W04 – potrafi zdefiniować parametry analityczne sensorów i biosensorów oraz ocenić możliwości zastosowania ich jako narzędzi analitycznych w różnych gałęziach przemysłu, w ochronie środowiska, oraz szeroko rozumianej diagnostyce.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Ogólna charakterystyka sensora chemicznego i biosensora. Typy sensorów chemicznych. Podział biosensorów ze względu na klasyczną zasadę działania.	2
Wy2	Podstawy rozpoznania chemicznego - parametry operacyjne sensorów: zakres pomiarowy, limity detekcji, czułość, selektywność, powtarzalność wyników, czas odpowiedzi, operacyjny czas życia oraz czas życia podczas przechowywania. Metody pomiarowe: oparte na krzywej kalibracyjnej i metoda wewnętrznego wzorca.	2
Wy3	Klasyczny podział sensorów ze względu na rodzaj przetwornika (elektrochemiczne, optyczne, masowe, termiczne).	2
Wy4	Podział biosensorów ze względu na rodzaj receptora (np. enzymy, przeciwciała, DNA) wpływającego na bioselektywność czujnika oraz na rodzaj przetwornika mającego wpływ na czułość biosensora.	2
Wy5-6	Podstawy fizyczne analitycznych metod optycznych wykorzystywanych w sensoryce: absorpcja promieniowania, fluorescencja, chemiluminescencja, bioluminescencja. Czujniki optyczne do oznaczania pH, tlenu, jonów metali. Zjawisko fali zanikającej i jego zastosowanie w biosensorach optycznych. Elektronowy rezonans plazmowy (SPR). Zjawisko piezoelektryczne. Zastosowanie kryształu piezoelektrycznego jako czujnika masowego (mikrowaga kwarcowa). Czujniki wykorzystujące fale akustyczne w kryształach piezoelektrycznych. Wykorzystanie ciepła reakcji w konstrukcji sensorów termicznych.	4
Wy7	Materiał biologiczny stosowany w konstrukcji biosensorów: enzymy, tkanki, organelle komórkowe (mitochondria, chloroplasty), mikroorganizmy (bakterie, drożdże, algi jednokomórkowe), organizmy wyższe i ich organy (np. owady), przeciwciała, kwasy nukleinowe (DNA), inne związki biologicznie czynne (np. hemoglobina). Organizmy wskaźnikowe jako biosensory.	2
Wy8	Metody immobilizacji materiału biologicznego w biosensorach: adsorpcja, sieciowanie, pułapkowanie w żelach polimerowych, wiązanie kowalencyjne, mikrokapsułkowanie.	2
Wy9	Amperometryczne elektrody enzymatyczne na przykładzie klasycznej elektrody do oznaczania stężenia glukozy. Elektrody pierwszej, drugiej,	2

	trzeciej generacji.	
Wy10-11	Zastosowania sensorów i biosensorów w medycynie i medycynie sportowej, w kontroli produkcji i analizie żywności (m.in. genetycznie modyfikowanej), w kontroli procesów biotechnologicznych, w ochronie środowiska, w obronności, w badaniach naukowych.	4
Wy12	Laboratorium chipowe (LOC - Lab-on-a chip), idea działania mikroukładu analitycznego, zastosowanie LOC w analizie chemicznej i biochemicznej (diagnostyka medyczna), zastosowanie urządzeń w przemyśle spożywczym, kosmetycznym oraz w ochronie środowiska.	2
Wy13	Nanomateriały stosowane w konstruowaniu urządzeń sensorowych.	2
Wy14	Biomimetyczne urządzenia sensorowe: sztuczny nos, sztuczny język, odtwarzanie zapachu.	2
Wy15	Perspektywy rozwoju urządzeń sensorowych: dalsza miniaturyzacja urządzeń i problemy z nią związane, urządzenia multifunkcyjne, spersonalizowana diagnostyka (POC, <i>point-of-care</i> ), komercjalizacja.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU_W01 – PEU_W04	Ocena z kolokwium zaliczeniowego weryfikującego opanowanie przez studenta wiedzy z zakresu sensoryki.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. Brzózka, W. Wróblewski, *Sensory chemiczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999
- [2] Z. Brzózka, *Mikrobioanalitka*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009
- [3] Florinel-Gabriel Bănică, *Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications*, John Wiley and Sons, Chichester, 2012
- [4] Elementy Analizy Instrumentalnej, *Ćwiczenia z Chemii Analitycznej – Zaawansowane Materiały i Nanotechnologia*, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [5] W. Szczepaniak: *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN, Warszawa 1996.
- [6] I. Ufnalska, *Woltamperometria*, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2015.
- [7] R. F. Taylor, J. S. Schultz (red.), *Handbook of chemical and biological sensors*, Wydawnictwo IOP, Philadelphia, Bristol, 2003
- [8] B.D. Malhotra, A. Chaubey, S.P. Singh, *Prospects of conducting polymers in Biosensors*, *Analytica Chimica Acta* 578 (2006) 59 – 74
- [9] M. Gerard, A. Chaubey, B.D. Malhotra, *Application of conducting polymers to biosensors*, *Biosensors & Bioelectronics* 17 (2002) 345 – 359
- [10] A. Hulanicki, *Współczesna chemia analityczna*, PWN, Warszawa 2001

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

**dr hab. inż. Joanna Cabaj, prof. uczelni; joanna.cabaj@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim		Spectroskopowe metody w chemii medycznej			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim		Spectroscopic methods in medicinal chemistry			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Chemistry			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Medicinal Chemistry			
Poziom i forma studiów:		II stopień / stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		CHC024071			
Grupa kursów		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		1,4		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej. 2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej. 3. Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej. 4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych i matematycznych. 5. Podstawowa wiedza z zakresu stosowanych technik spektroskopowych w analizie strukturalnej.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Nabycie wiedzy o spektroskopowych metodach analizy C2 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji jednowymiarowych widm rezonansu magnetycznego. C3 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego. C4 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji widm FT-IR oraz widm spektroskopii mas. C5 Praktyczne poznanie wybranych zastosowań spektroskopii mas oraz rezonansu magnetycznego.					

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

PEU\_W01 Posiada wiedza o metodach spektroskopowych analizy

PEU\_W02 Posiada wiedze o zastosowaniu spektroskopii w analizie

PEU\_W03 Posiada wiedzę o zastosowaniu metod spektroskopowych a diagnostyce medycznej

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Potrafi przygotować materiał do analizy

PEU\_U02 Potrafi ocenić jakimi metodami rozwiązać aktualny problem

PEU\_U03 Potrafi analizować dane spektroskopowe

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do analizy spektroskopowej, IR, NMR, UV, MS	2
Wy2	Interpretacja danych spektroskopowych w analizie związków organicznych	2
Wy3	Jednowymiarowe widma NMR	2
Wy4	Oznaczanie systemu spinowego	2
Wy5	Efekty specjalne w NMR	2
Wy6	Dwuwymiarowy NMR, podstawy teoretyczne	2
Wy7	Interpretacja widm dwuwymiarowych NMR	2
Wy8	Zaawansowane techniki IR	2
Wy9	Interpretacja widm IR	2
Wy10	Zaawansowane techniki NMR, podstawy teoretyczne	2
Wy11	Zaawansowane techniki NMR, zastosowanie	2
Wy12	Analiza spektroskopowa układów dynamicznych	2
Wy13	Zaawansowane techniki MS w analizie	2
Wy14	Zastosowanie metod spektroskopowych w diagnostyce medycznej.	2
Wy15	Przegląd programów do symulacji widm	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do strategii analizy strukturalnej.	2
La2	Analiza i interpretacja jednowymiarowych widm proton NMR ( $^1\text{H}$ NMR).	2
La3	Analiza i interpretacja jednowymiarowych widm proton NMR ( $^1\text{H}$ NMR).	2
La4	Analiza i interpretacja jednowymiarowych widm węgiel NMR ( $^{13}\text{C}$ NMR).	2
La5	Analiza i interpretacja przykładowych widm $^1\text{H}$ NMR oraz $^{13}\text{C}$ NMR.	2
La6	Rozwiązywanie praktycznych przykładów jednowymiarowych widm NMR.	2
La7	Analiza i interpretacja dwuwymiarowych widm NMR.	2
La8	Rozwiązywanie praktycznych przykładów dwuwymiarowych widm NMR.	2
La9	Spektroskopia w podczerwieni. Zasady analizy i interpretacji widm.	2
La10	Analiza i interpretacja widm FT-IR określająca nieznane struktury.	2
La11	Spektroskopia mas. Obliczanie mas cząsteczkowych. Potwierdzanie wzorów cząsteczkowych.	2
La12	Wzorce i reguły fragmentacji cząsteczek/jonów. Rozwiązywanie zadań praktycznych.	2
La13	Rozwiązywanie praktycznych przykładów analizy strukturalnej metodami spektroskopowymi.	2
La14	Określanie struktury związków organicznych na podstawie widm spektroskopowych.	2
La15	Aparatura pomiarowa NMR oraz spektroskopii mas.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykłady problemowe – prezentacje multimedialne		
N2. Laboratorium – zagadnienia problemowe (prezentacje multimedialne)		
N3. Laboratorium- rozwiązywanie praktycznych przykładów, rysowanie struktur i widm oraz wykonywanie obliczeń na tablicy multimedialnej		
N4. Praca własna – przygotowanie do testów cząstkowych		
N5. Praca własna – konsultacje z prowadzącym		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (wykład)	PEU W01-W03	egzamin
F1 (laboratorium)	L1-5	test cząstkowy I
F2 (laboratorium)	L5-10	test cząstkowy II
F3 (laboratorium)	L10-15	test cząstkowy III
P (laboratorium) = średnia arytmetyczna ocen z testów cząstkowych		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2 Fizykochemia molekularna, Wyd. PWN, Warszawa 2007		
[2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001		
[3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych PWN, Warszawa 2007.		
[4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, PWN, Warszawa 2007.		
[5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej. WNT Warszawa, 2009		
[2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t 3, Obliczenia fizykochemiczne, PWN, Warszawa 2010		
[3] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN, Warszawa 2009.		
[4] P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.		
[5] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, WNT, Warszawa 2000		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>prof. dr hab. inż. Roman Gancarz + zespół, roman.gancarz@pwr.edu.pl</b>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Spektrometria mas i jej zastosowania				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Mass spektrometry and its applications				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	CHEMIA				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023021				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4	0,7			

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

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	Poznanie różnych technik analitycznych wykorzystujących spektrometrię mas.
C3	Zapoznanie studenta z podstawami interpretacji różnych rodzajów widm masowych.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

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.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Historia i rozwój spektrometrii mas. Rodzaje i zasada działania spektrometrów mas.	2
Wy2	Metody jonizacji materii.	2
Wy3	Elementy techniki wysokiej próżni.	1
Wy4	Analizatory i detektory jonów. Pomiar małych prądów.	2
Wy5	Wstęp do teorii widma mas.	4
Wy6	Metody pomiarowe z wykorzystaniem spektrometrii mas.	2
Wy7	Wybrane zastosowania spektrometrii mas.	2
Suma godzin		15

<b>Forma zajęć – ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Określanie składu izotopowego jonu prostego i złożonego.	3
La2	Identyfikacja substancji na podstawie widma masowego.	4
La3	Praktyczne zastosowania spektrometrii mas w analizie substancji organicznych.	8
Suma godzin		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
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.

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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): 3.0 jeżeli (P) = 50% pkt. 3.5 jeżeli (P) = 60% pkt. 4.0 jeżeli (P) = 70% pkt. 4.5 jeżeli (P) = 80% pkt. 5.0 jeżeli (P) = 90% pkt.		
F1(ćwiczenia)	PEU_U01	sprawozdanie (ocena)
F1(ćwiczenia)	PEU_U02	sprawozdanie (ocena)
F1(ćwiczenia)	PEU_U03	sprawozdanie (ocena)
P (ćwiczenia) = ocena(F1+F2+F3)/3		

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

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>dr inż. Iwona Rutkowska      iwona.rutkowska@pwr.edu.pl</b>



WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Optical and X-ray spectrometry in analytics				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiska i żywności				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarny				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023019				
Grupa kursów	nie				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		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)	1,4		1,4		0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza dotycząca budowy atomu i cząsteczki.</li> <li>2. Znajomość podstaw spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> <li>3. Znajomość chemii fizycznej i analizy instrumentalnej.</li> <li>4. Wiedza dotycząca metod chemii analitycznej i podstaw analizy śladowej.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
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**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Idea oznaczeń ilościowych metodami spektrometrii atomowej – zasada oznaczenia, kalibracja, granica wykrywalności, granica oznaczalności, walidacja. Metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich	2
Wy2	Wybrane zagadnienia fizykochemii plazmy, charakterystyka analitycznych plazmowych źródeł wzbudzenia. Emisyjna spektrometria atomowa – bezpośrednia analiza próbek stałych	2
Wy3	Spektrometria plazmy indukowanej laserowo i ablacja laserowa. Wyładowanie jarzeniowe – analiza składu pierwiastkowego i analiza warstwowa	2
Wy4	Analiza próbek ciekłych metodami spektrometrii atomowej. Atomowa spektrometria emisyjna indukcyjnie sprzężonej plazmy	2
Wy5	Atomowa spektrometria absorpcyjna Atomowa spektrometria fluorescencyjna	2
Wy6	Interferencje w metodach spektrometrii atomowej. Techniki sprzężone. Spektrometria optyczna a inne współczesne instrumentalne metody analityczne.	2
Wy7	Widma rentgenowskie – charakterystyka i generowanie. Emisyjne i absorpcyjne widma rentgenowskie	2
Wy8	Fluorescencja rentgenowska i dyfrakcja rentgenowska – zastosowania analityczne	1
	Suma godzin:	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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. Przygotowanie wielopierwiastkowych roztworów wzorcowych.	4
La3	Przygotowanie próbek analitycznych do oznaczeń pierwiastkowych, badania odzysku i kalibracji metodą dodatków Oznaczanie pierwiastków głównych i śladowych metodą ICP OES z nebulizacją pneumatyczną - pomiary intensywności emisji	4
La4	Oznaczenie arsenu metodą generowania wodorków w połączeniu z ICP OES. Wyznaczenie zawartości pierwiastków w próbkach oraz granic wykrywalności i oznaczalności	4
La5	Analiza próbek biologicznych i żywności metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją płomieniową (FAAS) – mineralizacja próbek. Przygotowanie próbek analitycznych i roztworów wzorcowych	4
La6	Oznaczanie pierwiastków metodą FAAS – pomiar absorpcji. Wyznaczenie zawartości pierwiastków w próbkach oraz parametrów charakteryzujących metodę analityczną	4
La7	Analiza substancji stałych (preparaty farmaceutyczne, próbki środowiskowe) z wykorzystaniem dyfrakcji rentgenowskiej – pomiar i analiza widm	4
La8	Statystyczna ocena wyników pomiarów.	4
	Suma godzin	30
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Przygotowanie próbek do analizy z wykorzystaniem spektrometrii optycznej i rentgenowskiej.	2
Se2	Oznaczanie metali i niemetali metodami spektrometrii atomowej – koncentracje całkowite i analiza specjacyjna	2
Se3	Rola materiałów odniesienia w analizie pierwiastkowej i specjacyjnej. Nowoczesne spektrometry emisyjne, absorpcyjne i rentgenowskie. Źródła plazmowe w spektrometrii mas i w chromatografii.	2
Se4	Interferencje spektralne w spektrometrii emisyjnej, absorpcyjnej i Rentgenowskiej. Efekty matrycowe w atomowej spektrometrii emisyjnej i Absorpcyjnej	2
Se5	Analiza pierwiastkowa biopaliw, ropy i produktów naftowych metodami spektrometrii atomowej. Wykorzystanie widm cząsteczek dwuatomowych w analizie pierwiastkowej materiałów	2
Se6	Chemiczne generowanie par w analizie pierwiastkowej metodami spektrometrii atomowej. Ablacja laserowa w metodach spektrometrii atomowej	2
Se7	Zastosowanie dyfrakcji rentgenowskiej w analityce. Zastosowanie XRF w analizie próbek geologicznych, środowiskowych i w przemyśle metalurgicznym.	2
Se8	Badania spektroskopowe obiektów astrofizycznych. Diagnostyka plazmy	1
	Suma godzin	15
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja multimedialna N2 Przygotowanie prezentacji multimedialnej (seminarium) N3 Przygotowanie planu eksperymentów N4 Wykonanie pomiarów instrumentalnych z wykorzystaniem oprogramowania właściwego dla danego urządzenia N5 Opracowanie sprawozdania		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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	ocena z egzaminu pisemnego

	PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05 PEU_W06 PEU_W07 PEU_W08	
F (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_U07 PEU_U08	Sprawozdanie z ćwiczenia
P(laborarium) = średnia arytmetyczna ocen z ćwiczeń wymaganych programem		
F (seminarium)	PEU_07 PEU_08	Dwie prezentacje
F(seminarium) = średnia arytmetyczna z 2 prezentacji		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
<p>[1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2009</p> <p>[2] Warszawa 2009</p> <p>[3] Metody analitycznej spektrometrii atomowej. Teoria i praktyka. Praca zbiorowa. Wyd. Malamut, Warszawa 2010</p> <p>[4] Spektrometria atomowa – możliwości analityczne – opracowanie pod red. E. Bulskiej i K. Pyrzyńskiej, Wyd. Malamut, Warszawa 2007</p>		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
<p>[1] M. Cullen, „Atomic spectroscopy in elemental analysis”. Blackwell Pub. Ltd 2004</p> <p>[2] J.A.C. Broekaert „Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas”. WileyVCH, Weinheim 2002</p> <p>[3] Problemy jakości analizy śladowej w badaniach środowiska przyrodniczego” pod red. A. Kabaty-Pendias i B. Szteke. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1998</p>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	IR, UV/VIS Spectroscopy, Photochemistry and their applications				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiska i żywności				
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarny				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023020				
Grupa kursów	nie				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4				
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.</li> <li>3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej.</li> <li>4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych.</li> <li>5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
<p>C1. Zapoznanie studenta z zasadą działania laserów stosowanych w spektroskopii atomowej i molekularnej.</p> <p>C2. Zapoznanie studenta ze sposobami określania symetrii drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana oraz z metodami interpretacji widm oscylacyjnych.</p> <p>C3. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.</p> <p>C4. Zapoznanie studenta z podstawowymi regułami rządzącymi procesami fotochemicznymi.</p> <p>C5. Zapoznanie studenta z technikami pomiarów fotochemicznych: fotoliza błyskowa, wydajności kwantowej procesu fotochemicznego, czasami życia stanów wzbudzonych, przekazywania energii elektronowej i sensybilizowanych reakcji fotochemicznych.</p>					

**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 sPEUtrometrii 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.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Student potrafi określić warunki powstawania akcji laserowej w różnego typu laserów i długości fali promieniowania laserowego.

PEU\_U02 Student umie powiązać symetrię drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana z jego strukturą.

PEU\_U03 Student potrafi zinterpretować dwuwymiarowe widmo elektronowe.

PEU\_U04 Student potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu fotochemii do zaproponowania odpowiedniej techniki pomiaru.

PEU\_U05 Student potrafi przeprowadzić analizę danych eksperymentalnych i wyznaczyć na tej podstawie np. naturalny, średni czas życia i wydajność kwantową fluorescencji.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student ma świadomość zasad spektroskopii oscylacyjnej i elektronowej w zakresie, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
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:		<b>15</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Prezentacja multimedialna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
---	---------------------------------	--

P	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04 PEU_W05	ocena z kolokwium pisemnego
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  [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</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  [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.</p>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Spektroskopia				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Spectroscopy				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarny				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023050				
Grupa kursów	nie				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		1,4		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.</li> <li>3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej.</li> <li>4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych.</li> <li>5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> </ol>					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
<p>C1. Zapoznanie studenta z wybranymi eksperymentalnymi metodami pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz elementami aparatury pomiarowej.</p> <p>C2. Zapoznanie studenta z wiedzą i aspektami eksperymentalnymi spektroskopii elektronowej cząsteczek wieloatomowych w tym z zastosowaniem teorii grup w chemii.</p> <p>C3. Zapoznanie studenta z wybranymi nowoczesnymi technikami spektroskopowymi, w tym z metodami wykorzystującymi zjawiska z zakresu optyki nieliniowej.</p> <p>C4. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.</p> <p>C5. Zapoznanie studenta ze sposobami interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego (COSY).</p> <p>C6. Zapoznanie studenta z wybranymi praktycznymi zastosowaniami spektroskopii atomowej i molekularnej.</p>					



**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-oscyłacyjnych.

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 absorpcyjną UV-VIS do wyznaczania 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.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student ma świadomość zastosowania różnych technik spektroskopii atomowej i molekularnej w zakresie analizy chemicznej, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Spektroskopia rotacyjna, oscylacyjna i elektronowa (w tym wykorzystanie teorii grup do analizy widm) – 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, techniki fourierowskie, detektory.	4
Wy4	Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) i widma wielowymiarowe (COSY)	4
	Suma godzin:	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Prezentacja multimedialna		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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	Sprawozdanie z ćwiczenia
P(ćwiczenia) = średnia arytmetyczna ocen z ćwiczeń wymaganych programem		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[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.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[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.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl) dr hab. inż. Dominika Wawrzyńczyk (dominika.wawrzynczyk@pwr.edu.pl)		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Syntetyczne leki organiczne				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Synthetic Organic Drugs				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Medicinal Chemistry				
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu:	CHC024064				
Grupa kursów:	TAK				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		60		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		4		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		2,8		0.7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii organicznej, teoretyczna oraz umiejętności praktyczne.</li> <li>2. Wiedza podstawowa z zakresu biochemii.</li> <li>3. Zalecana wiedza z zakresu podstaw metod analitycznych.</li> </ol>					

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Wprowadzenie do rodzaju i typów leków  
 C2 Podstawowe miejsca działania leków  
 C3 Strategia działania leków  
 C4 Zapoznanie studenta z teoretycznymi i praktycznymi aspektami dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) w kontekście analizy jakościowej i ilościowej składników biologicznie aktywnych (API) w formułacjach farmaceutycznych.  
 C5 Zapoznanie studenta z różnymi koncepcjami wyodrębniania API z poszczególnych postaci leków i metod ich analizy jakościowej i ilościowej.  
 C6 Poszerzanie wiedzy z zakresu zastosowania metod spektroskopowych w analizie jakościowej API.

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 - ma wiedzę na temat głównych klas leków

PEK\_W02 - ma wiedzę na temat miejsca działania poszczególnych klas leków

PEK\_W03 – ma wiedzę na temat mechanizmu działania leków

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 - ma umiejętności wykrywania związków biologicznie czynnych w formułacji farmaceutycznej z wykorzystaniem reakcji charakterystycznych,

PEU\_U02 - ma umiejętności wykonywania analiz związków biologicznie czynnych metodami prostymi analitycznymi, interpretowania wyników i sporządzania raportu zgodnie z GLP,

PEU\_U03 - ma umiejętności wykorzystania technik separacyjnych do wyodrębniania API z formułacji farmaceutycznej, ich oznaczania, interpretacji wyników i przygotowania raportu zgodnie z GLP.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 - ma kompetencje do współpracy w zespole.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Krótką historią leków.	2
Wy2	Cel działania leków, węglowodany, lipidy.	2
Wy3	Cel działania leków, białka, enzymy, DNA, RNA.	2
Wy4	Strategia walki z wirusem.	2
Wy5	Strategia walki z bakteriami.	2
Wy6	Strategia walki z nowotworem.	2
Wy7	Strategia walki z chorobami układu nerwowego.	2
Wy8	Strategia walki z pasożytami.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemii organicznej, zasady dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP), formy przygotowywania raportów. Wprowadzenie do technik separacji i identyfikacji substancji w laboratorium chemii organicznej.	4
La2	Analiza ilościowa i jakościowa składnika biologicznie aktywnego (API) leku w postaci tabletki.	4
La3	Analiza farmakopealna składnika biologicznie aktywnego w leku w postaci	4

	tabletki.	
La4	Wyodrębnianie, analiza ilościowa i jakościowa API z tabletki.	4
La5	Lek dwuskładnikowy - oddzielenie API od tabletki.	4
La6	Lek dwuskładnikowy – analiza chemiczna wyodrębnionych składników.	4
La7	Lek trójskładnikowy w postaci tabletki – sposoby wyodrębniania składników biologicznie czynnych.	4
La8	Lek trójskładnikowy w postaci tabletki – analiza jakościowa i ilościowa API.	4
La9	Analiza składnika biologicznie aktywnego w płynnej postaci leku.	4
La10	Izolowanie biologicznie aktywnych składników z półstałej postaci leku - maść.	4
La11	Metody analizy składników biologicznie aktywnych maści.	4
La12	Półpłynna forma leku – zawiesina dla dzieci – metody wyodrębniania i oczyszczania API. Analiza składnika aktywnego.	4
La13	Synteza składnika biologicznie aktywnego leku – reakcja Wiliamsona. Oczyszczanie produktu końcowego.	4
La14	Porównanie API wyodrębnionej z postaci tabletki z produktem syntezy.	4
La15	Analizy wyników eksperymentów. Podsumowanie.	4
	Suma godzin	60
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Przykłady wybrane z historii leków.	2
Se2	Przykłady działania leków, węglowodany, lipidy.	2
Se3	Przykłady działania leków, białka, enzymy, DNA, RNA.	2
Se4	Przykłady leków antywirusowych.	2
Se5	Przykłady leków przeciwbakteryjnych.	2
Se6	Przykłady leków przeciwnowotworowych.	2
Se7	Przykłady leków do walki z chorobami układu nerwowego.	2
Se8	Przykłady leków do walki z pasożytami.	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	Wykład w formie prezentacji multimedialnej	
N2	Przeprowadzenie doświadczeń z wykorzystaniem różnorodnego sprzętu oraz aparatury laboratoryjnej.	
N3	Przygotowanie sprawozdań zawierających analizę i interpretację otrzymanych wyników doświadczeń.	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)</b>	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>F1</b>	PEU_W01-W03	egzamin
<b>F2</b>	PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K01	oceny ze sprawozdań z zajęć laboratoryjnych
<b>P1 (wykład)</b>	PEU_W01-W03	egzamin
<b>P2 (laboratorium)</b>	PEU_U01 – PEU_U03 PEU_K01	średnia arytmetyczna ocen ze sprawozdań z przeprowadzonych eksperymentów (F2)
<b>P3 (seminarium)</b>	PEU_W02	Ocena prezentacji

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Partick, Graham, An introduction to medicinal chemistry
- [2] Farrell Susan, Principles of Pharmacology
- [3] Moynihan, Humphrey A. The physicochemical basic of pharmaceuticals.
- [4] R. Gancarz, Synthetic organic drug. Script for Medicinal Chemistry – Politechnika Wrocławska, 2011.
- [5] I. Pawlaczyk, R. Gancarz, Synthetic organic drugs. Labotaroty. Drugs analysis. Script for Medicinal Chemistry – Politechnika Wrocławska, 2011.
- [6] A.C. Moffat, M.D. Osselton, B. Widdop, Clarke's analysis of drugs and poisons. Pharmaceutical Press, 2005.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Donald J. Abraham, Burgers Medicinal Chemistry and Drug Discovery vol 1-6
- [2] R Kasprzykowska, AS Kołodziejczyk, Chemiczna analiza środków leczniczych (leki proste). Skrypt z chemii leków. Uniwersytet Gdański, Gdańsk, 2010.

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

**dr inż. Izabela Pawlaczyk-Graja, [izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Techniki chemicznej modyfikacji polimerów					
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Techniques of chemical modification of polymers					
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia					
Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i chemia polimerów					
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna					
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy					
Kod przedmiotu: CHC023030W					
Grupa kursów: NIE					
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4				0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Chemia organiczna					
2. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 zapoznanie studentów ze sposobami modyfikacji polimerów					
C2 omówienie sposobów modyfikacji na etapie polimeryzacji					
C3 Omówienie sposobów modyfikacji gotowych polimerów					
C4 Omówienie sposobów modyfikacji powierzchniowej (gotowe produkty wykonane z polimerów)					

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 student powinien znać strategię planowania modyfikacji polimerów

PEU\_W02 rozumieć ograniczenia reaktywności polimerów w porównaniu do zw. małowymiarowych

PEU-W03 znać typowe chemiczne jak i fizyczne metody modyfikacji polimerów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie posługiwać się literaturą naukową i bazami danych w celu planowania modyfikacji polimerów

PEU\_U02 – wykorzystując poznane sposoby modyfikacji powinien umieć zaproponować racjonalną modyfikację typowych polimerów

PEU\_U03 – potrafi przeprowadzić modyfikacje polimerów, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumieć wpływ wybranych metod modyfikacji na stan środowiska naturalnego

(degradowalność modyfikowanych produktów polimerowych i obciążenia środowiska)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wstęp – co to są polimery, cechy odróżniające je od innych materiałów. Zarys budowy polimerów: taktyczność, oddziaływania molekularne, krystaliczność). Struktura polimerów a właściwości materiałów polimerowych.	2
Wy2	Modyfikacja polimerów: Na etapie syntezy (modyfikacja masy cząsteczkowej, modyfikacja morfologii cząsteczek polimeru), kopolimeryzacja, kopolimeryzacja- typy kopolimerów	3
Wy3	Polikondensacja – produkty rozgałęzione i/lub usieciowane	2
Wy4	Modyfikacja powierzchni polimerów (gotowy wyrób)	1
Wy5	Modyfikacja powierzchni polimerów do wytwarzania mieszanin- adhezja na granicy faz	1
Wy6	Chemiczna modyfikacja polimerów: wprowadzenie grup funkcyjnych do łańcucha głównego i/lub bocznych, przemiana grup funkcyjnych polimeru, cyklizacja wewnątrzcząsteczkowa, szczepienie, sieciowanie, degradacja.	4
Wy7	Modyfikacja polimerów naturalnych	2
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	1. Wprowadzanie grup funkcyjnych do polimeru	1
Se2	2. Przemiana grup funkcyjnych w cząsteczkach polimeru	1
Se3	3. Prepolimery i polimery reaktywne jako baza dla funkcjonalnych materiałów polimerowych	1
Se4	4. Utlenianie i redukcja polimerów	1
Se5	5. Szczepienie polimerów	1



Se6	6. Sieciowanie materiałów polimerowych	1
Se7	7. Procesy starzenia polimerów (degradacja materiałów polimerowych)	1
Se8	8. Plazmowa modyfikacja powierzchni polimerowych (gotowych wyrobów)	1
Se9	9. Kompatybilizacja i kompatybilizatory – modyfikacja powierzchni na granicy faz	1
Se10	10. Modyfikacja właściwości – polimery blokowe i gradientowe	1
Se11	11. Modyfikacja właściwości – sterowanie masą cząsteczkową i stopniem krystaliczności	1
Se12	12. Modyfikacja właściwości poprzez plastyfikację	1
Se13	13. Procesy hydrolizy polimerów – modyfikacja właściwości i otrzymywanie nowych polimerów	1
Se14	14. Modyfikacja usieciowanych polimerów metodami chemicznymi – synteza żywic jonowymiennych	1
Se15	15. Wprowadzanie grup funkcyjnych do polimeru	1
	Suma godzin	15
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	Wykład informacyjny	
N3	Prezentacja multimedialna	
N6	Wykonanie doświadczenia	
N7	Przygotowanie sprawozdania	
N8	Prezentacje multimedialne	
N9	Referat	
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		
F2		
F3		
P	zaliczenie na ocenę	

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] WSPÓŁCZESNA WIEDZA O POLIMERACH, J.F. Rabek, PWN 2009
- [2]
- [3]
- [4]
- [5]

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1]
- [2]
- [3]

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

**Prof. dr hab. inż. Andrzej W. Trochimczuk, [andrzej.trochimczuk@pwr.wroc.pl](mailto:andrzej.trochimczuk@pwr.wroc.pl)**

WYDZIAŁ Chemiczny	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim Techniques of solid supported reactions and combinatorial synthesis	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	CHC023059W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	Egzamin				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4				

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

Znajomość chemii organicznej na poziomie zaliczenia kursu „Podstawy chemii organicznej”.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z technikami i metodami syntezy związków organicznych na stałym podłożu.
- C2 Uzyskanie wiedzy na temat zastosowania stałego nośnika w syntezie wybranych grup związków niskocząsteczkowych i oligomerów.
- C3 Zrozumienie metodologii konstrukcji bibliotek kombinatorycznych dla opracowania związków o ukierunkowanych właściwościach.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu umiejętności:

PEU\_W01 Student zna teoretyczne i praktyczne aspekty zastosowania stałych nośników w syntezie organicznej.

PEU\_W02 Student rozumie funkcję łączników, strategie immobilizacji substratów, reagentów i katalizatorów oraz odszczepiania produktów.

PEU\_W03 Student zna techniki i przykłady otrzymywania syntetycznych związków niskocząsteczkowych, oligomerów naturalnych oraz bibliotek kombinatorycznych o ukierunkowanych właściwościach.

PEU\_W04 Student zna techniki instrumentalne stosowane w syntezie i analizie produktów.

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia. Żywice polimerowe. Otrzymywanie i budowa. Nośniki stałe i rozpuszczalne. Nośniki nieorganiczne. Łączniki i elementy dystansujące używane w chemii organicznej na stałym nośniku. Budowa i funkcja. Strategia odszczepiania produktów.	2
Wy2	Immobilizowane reagenty i katalizatory. Otrzymywanie i zastosowanie w chemii organicznej. Wybrane typy reakcji na stałym podłożu. Tworzenie nowych wiązań węgiel-heteroatom. Substytucja nukleofilowa.	2
Wy3	Tworzenie nowych wiązań węgiel-węgiel. Substytucja elektrofilowa. Reakcje sprzęgania krzyżowego. Synteza związków heterocyklicznych na nośniku stałym. Reakcje wieloskładnikowe. Izonitryle. Kondensacja Passeriniego i Ugiego.	2
Wy4	Synteza peptydów na nośniku stałym. Grupy blokujące, czynniki sprzęgające. Zalety immobilizacji. Synteza przepływowa. Oligonukleotydy. Synteza oligosacharydów na nośniku stałym.	2
Wy5	Biblioteki kombinatoryczne i ich rodzaje. Pojęcia podstawowe. Otrzymywanie metodą sprzęgania mieszanin izokinetycznych oraz „mieszaj i dziel”. Biblioteki indeksowane.	2
Wy6	Wybrane przykłady bibliotek związków niskocząsteczkowych oraz oligomerów.	2
Wy7	Metody dekonwolucji bibliotek kombinatorycznych. Izolowanie składnika aktywnego mieszanin. Ustalanie struktury. Techniki instrumentalne. Znaczniki. Kodowanie bibliotek.	2
Wy8	Instrumentacja i automatyzacja syntezy. Techniki analityczne w charakterystyce immobilizowanych produktów.	1
Suma godzin		15

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. wykład z prezentacją multimedialną

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P	PEU_W01–PEU_W04	egzamin

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] F. Z. Dörwald, Organic Synthesis on Solid Phase: Supports, Linkers, Reactions, Wiley, 2002.
- [2] Combinatorial Chemistry: From Theory to Application (W. Bannwarth, B. Hinzen Eds.), Wiley, 2005.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. W. Czarnik, Solid-Phase Organic Syntheses ; Wiley, 2001.
- [2] A. Furka, Combinatorial Chemistry. Principles and Techniques,  
<http://members.iif.hu/furka.arpad/BookPDF.pdf>.

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

**Artur Mucha, [artur.mucha@pwr.edu.pl](mailto:artur.mucha@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim:		Techniki syntezy polimerów			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:		Techniques of polymer synthesis			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):		Chemia związków organicznych i polimerów			
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu:		CHC023032			
Grupa kursów:		NIE			
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		45		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		90		30
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		3		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4		2,1		0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość podstaw: chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej na poziomie I stopnia studiów. 2. Podstawowe wiadomości z zakresu chemii związków makromolekularnych. 3. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania dostępnych baz danych. 4. Podstawowe umiejętności laboratoryjne i zdolność do pracy w grupach.					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Zapoznanie studentów z głównymi mechanizmami i technikami syntezy polimerów.					
C2 Nauczenie wybranych metod polimeryzacji.					
C3 Wyciąganie wniosków z wyników eksperymentalnych oraz danych literaturowych.					

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Student powinien

PEU\_W01 znać strategię planowania syntezy polimerów.

PEU\_W02 rozumieć ograniczenia możliwości otrzymywania polimerów w porównaniu do zw. małowymiarowych.

PEU-W03 znać typowe metody syntezy polimerów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umie posługiwać się literaturą naukową i bazami danych w celu planowania syntezy polimerów.

PEU\_U02 Wykorzystując poznane sposoby syntezy powinien umieć zaproponować racjonalne drogi syntezy typowych polimerów.

PEU\_U03 Potrafi przeprowadzić syntezę polimerów, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę.

PEU\_U04 Zna i przestrzega zasad bezpieczeństwa pracy w laboratorium chemicznym.

PEU\_U05 Umie analizować wyniki eksperymentu i przygotować raport omawiający otrzymywanie i podstawową charakterystykę przygotowanych materiałów polimerowych.

PEU\_U06 Potrafi przeanalizować wybrane techniki otrzymywania polimerów syntetycznych i przedstawić wyniki analizy w postaci prezentacji multimedialnej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować w zespole i organizować pracę w grupie.

PEU\_K02 Rozumie wpływ wybranych metod syntezy na stan środowiska naturalnego (degradowalność syntezowanych polimerów i obciążenia środowiska resztkowymi monomerami, rozpuszczalnikami i innymi chemikaliami stosowanymi w syntezie polimerów)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Polimeryzacja wolnorodnikowa	1
Wy2	Polimeryzacja anionowa	1
Wy3	Polimeryzacja kationowa	1
Wy4	Polimeryzacje żyjące i pseudożyjące	1
Wy5	Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu	1
Wy6	Polimeryzacje żyjące - architektura polimerów	1
Wy7	Polimeryzacje w masie (blokowe)	1
Wy8	Polimeryzacje w roztworach (homogeniczne i heterogeniczne)	1
Wy9	Polimeryzacja suspensyjna	1
Wy10	Polimeryzacja emulsyjna	1
Wy11	Polimeryzacja emulsyjna z organiczną fazą ciągłą	1
Wy12	Polimeryzacja plazmowa	1
Wy13	Elektropolimeryzacja	1
Wy14	Polikondensacja	1
Wy15	Polikondensacja z rozgałęzianiem i sieciowaniem	1
	Suma godzin	<b>15</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie; przedstawienie programu kursu, warunków zaliczenia oraz zasad bezpiecznej pracy w laboratorium.	3
La2-La3	Polimeryzacja suspensyjna – synteza i charakterystyką homopolimeru.	12
La4-La5	Polimeryzacja suspensyjna – synteza i charakterystyka usieciowanego	12

	kopolimeru.	
La6	Polimeryzacja emulsyjna.	6
La7	Polikondensacja z przeniesieniem aktywnego wodoru.	6
La8	Końcowa analiza produktów, podsumowanie.	6
	Suma godzin	45
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Polimeryzacja wolnorodnikowa – mechanizm, zastosowania przemysłowe, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se2	Polimeryzacja anionowa - mechanizm, zastosowania przemysłowe, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se3	Polimeryzacja kationowa - mechanizm, zastosowania przemysłowe, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se4	Polimeryzacja żyjąca - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se5	Polimeryzacja żyjąca - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se6	Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se7	Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji	1
Se8	Polimeryzacja w masie (blokowa)	1
Se9	Polimeryzacja rozpuszczalnikowa	1
Se10	Polimeryzacja suspensyjna	1
Se11	Polimeryzacja emulsyjna	1
Se12	HIPE (High Internal Phase Polymerization) – polimeryzacja emulsyjna z organiczną fazą ciągłą	1
Se13	Polimeryzacja plazmowa	1
Se14	Elektropolimeryzacja	1
Se15	Elektropolimeryzacja	1
	Suma godzin	15
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
<p>N1. Wykład informacyjny  N2. Prezentacja multimedialna  N3. Wykonywanie zadań w laboratorium (wykorzystanie różnych technik i sprzętów)  N4. Szczegółowa dokumentacja eksperymentów – prowadzenie notatek (dziennik laboratoryjny/sprawozdania).  N5. Ustne lub pisemne sprawdziany wiedzy z zakresu wykonywanych syntez polimerów.  N6. Prezentacje multimedialne  N7 Referat</p>		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1 (wykład)	PEU_W01-W03, U01-U02	Pisemny egzamin
F2 (laboratorium)	PEU_U03-U05	Obecność
F3 (laboratorium)	PEU_U03-U05	Sprawozdania z poszczególnych tematów
F4 (laboratorium)	PEU_U03-U05	2 sprawdziany cząstkowe



P2 (laboratorium)	PEU_U03-U05	P2 = 1/3F3 + 2/3F4
F5 (seminarium)	PEU_U01, U06	Obecność
P3 (seminarium)	PEU_U01, U06	Ocena z prezentacji i aktywności podczas prezentacji innych studentów.
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Florjańczyk Z., Penczek S., Chemia polimerów, tom I, II i III, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.</p> <p>[2] Rabek J.F., Współczesna wiedza o polimerach, Wyd. Naukowe PWN, 2009.</p> <p>[3] Pielichowski J., Puszyński A., Preparatyka polimerów, Teza Wyd. Naukowo-Techniczne, Kraków 2005.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Brandrup J., Immergut E.H., Grulke E.A. (eds.), Polymer Handbook, Wiley &amp; Sons, 1999.</p> <p>[2] F. Billmeyer, "Textbook of Polymer Science", 3rd ed., New York [etc.], John Wiley &amp; Sons, 1984.</p>		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<p><u>Wykład:</u> Prof. dr hab. inż. Andrzej Trochimeczuk, <a href="mailto:andrzej.trochimeczuk@pwr.edu.pl">andrzej.trochimeczuk@pwr.edu.pl</a></p> <p><u>Laboratorium i seminarium:</u> Dr inż. Anna Jakubiak-Marcinkowska, <a href="mailto:anna.jakubiak@pwr.edu.pl">anna.jakubiak@pwr.edu.pl</a>, Dr inż. Sylwia Ronka, <a href="mailto:sylwia.ronka@pwr.edu.pl">sylwia.ronka@pwr.edu.pl</a></p>		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe.				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Techniques of organic syntheses – basic operations				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów				
Poziom i forma studiów:	II stopień ,stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023058w				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		60		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		120		30
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		4		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2,1		2,8		0,7
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
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)					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
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 pożądanym transformacji					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
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.					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
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.		
PEU_U05 – Umie zaplanować i przeprowadzić wieloetapową syntezę docelowego związku organicznego.		
<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Selektywne transformacje grup funkcyjnych: przemiany chemo-, regio- i stereoselektywne	2
Wy2	Reakcje i odczynniki służące selektywnemu utlenianiu węglowodorów; dihydroksylacja	4
Wy3	Selektywne reakcje utleniania alkoholi.	2
Wy4	Selektywne utlenianie sulfidów	2
Wy5	Selektywne reakcje redukcji katalitycznej.	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	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	- Najpierw teoretyczne opracowanie przez studenta a następnie praktyczne wykonanie kilkietapowej syntezy złożonego produktu z wykorzystaniem znanych metod rozbudowy szkieletu węglowego, cyklizacji, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) – zależnie od struktury danego preparatu docelowego. - W razie konieczności zastosowanie zabezpieczeń grup funkcyjnych a w przypadku syntezy związku enancjomerycznego wykorzystanie dostępnych metod katalitycznych. - Oczyszczenie, identyfikacja i analiza spektroskopowa produktów. - Interpretacja wyników, sprawozdania.	4
La2		4
La3		4
La4		4
La5		4
La6		4
La7		4
La8		4
La9		4
La10		4
La11		4
La12		4
La13		4
La14		4
La15		4
La1	4	
	Suma godzin	60
<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Indywidualne przygotowanie przez studenta i wygłoszenie referatu/prezentacji na temat poszczególnych metod i procedur (również katalitycznych) stosowanych w nowoczesnej syntezie: selektywne utleniania, redukcje, budowa nowych wiązań C-C, synteza asymetryczna itd., w oparciu o bieżącą literaturę naukową.	2
Se2		2
Se3		2
Se4		2
Se5		2
Se6		2
Se7		2

Se8		1
	Suma godzin	15
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
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 studentów – prezentacja w formie seminarium N4. zaplanowanie i wykonanie eksperymentów N5. szczegółowa dokumentacja eksperymentów – prowadzenie notatek (dziennik laboratoryjny/sprawozdania)		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
<b>P</b> (laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U05	ocena na podstawie poprawnego przygotowania, wykonania i zdokumentowania wyników każdej z zadanych syntez
<b>P</b> (seminarium)	PEU_U01 – PEU_U04	ocena na podstawie prezentacji aktualnych metod stosowanych w syntezie na podstawie bieżącej literatury naukowej (referat)
<b>P</b> (egzamin)	PEU_W01 – PEU_W03	ustne sprawdzenie znajomości metod rozbudowy szkieletów węglowych, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) oraz ich zabezpieczania, a także przedstawionych podczas wykładu metod katalitycznych.
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] J. Skarżewski, <i>Wprowadzenie do syntezy organicznej</i> , PWN, Warszawa, 1999. [2] P. Wyatt, S. Warren, <i>Organic Synthesis, Strategy and Control</i> , J. Wiley, 2007. [3] S. Warren, <i>Organic Synthesis, The Disconnection Approach</i> , J. Wiley, 1984. [4] J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit, <i>Współczesna Synteza Organiczna</i> , PWN, Warszawa, 2004. [5] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i> , Oxford University Press, 2001. [6] H. O. House, <i>Modern synthetic reactions</i> , A.W. Benjamin ed. 1972 [7] Bazy danych: Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents i bieżąca literatura naukowa.		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i> , Oxford, 2000; [2] W. Carruthers, I. Coldham, <i>Modern Methods of Organic Synthesis</i> , Cambridge University Press, 2004. [3] C. L. Willis, M. Wills, <i>Organic Synthesis</i> , Oxford University Press, 1995; [4] R. K. Mackie, D. M. Smith, R. A. Aitken, <i>Guidebook to Organic Synthesis</i> , Longman, 1999. [5] C. L. Willis, M. Wills, <i>Organic Synthesis</i> , Oxford University Press, 1995. [6] J. H. Fuhrhop, G. Penzlin, <i>Organic Synthesis</i> , Verlag Chemie, Berlin, 1983 [7] L.-T. Ho, <i>Tactics of Organic Synthesis</i> , J. Wiley, New York, 1994		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Dr hab. Przemysław Boratyński</b> , przemyslaw.boratynski@pwr.edu.pl <b>Dr hab. inż. Rafał Kowalczyk</b> , rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl <b>Dr hab. inż. Renata Siedlecka</b> , renata.siedlecka@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ CHEMICZNY					
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>					
Nazwa przedmiotu w języku polskim		Chemia Teoretyczna			
Nazwa przedmiotu w języku angielskim		Theoretical Chemistry			
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):		Chemia			
Specjalność (jeśli dotyczy):					
Poziom i forma studiów:		II stopień, stacjonarna			
Rodzaj przedmiotu:		obowiązkowy			
Kod przedmiotu		CHC024061, CHC023014			
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)	120	60	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	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)	2,8	1,4	1,4		
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Chemia i fizyka ogólna 2. Algebra liniowa i Analiza matematyczna 3. Podstawy chemii fizycznej i kwantowej					
C1. Zapoznanie słuchaczy z nowoczesnymi metodami teoretycznego opisu struktury elektronowej atomów i cząsteczek oraz nabycie umiejętności zastosowania tych metod do wyznaczania struktury elektronowej i właściwości układów molekularnych. C2. Przekazanie umiejętności zastosowania metod chemii teoretycznej do przewidywania i interpretacji wybranych właściwości spektralnych i termodynamicznych układów molekularnych.					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
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 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 zaburzeń,					
PEU_W06 – zna podstawy teorii orbitali molekularnych,					
PEU_W07 – ma podstawową wiedzę o rozwiązaniach równań Hartree-Focka 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),					

<p>PEU_W09 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii oddziaływań międzycząsteczkowych.</p> <p><b>Z zakresu umiejętności:</b>          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.</p> <p><b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>          Osoba, która zaliczyła przedmiot:          PEU_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy</p>		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Wprowadzenie do molekularnej mechaniki kwantowej.</b> 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	<b>Hamiltonian molekularny.</b> 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
Wy3	<b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera I.</b> Rachunek wariacyjny i jego proste zastosowania. Metoda Rayleigha-Ritza.	2
Wy4	<b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera II.</b> Teoria orbitali molekularnych. Metoda Hückela i przykłady jej zastosowania.	2
Wy5	<b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera III.</b> Rachunek zaburzeń niezależny od czasu. Zaburzenie w układzie dwustanowym i wielostanowym. Rachunek zaburzeń dla zwyrodniałych stanów referencyjnych.	2
Wy6	<b>Funkcje falowe dla układów wieloelektronowych.</b> Symetria funkcji falowej. Wyznacnikowa funkcja falowa. Reguły Slatera-Condona. Ogólne wyrażenia na elementy macierzowe pomiędzy wyznacznikami Slatera.	2
Wy7	<b>Metoda Hartree-Focka.</b> Metoda pola samouzgodnionego. Metoda Hartree-Focka-Roothana. Gęstość ładunku i elementy macierzowe operatora Focka.	2
Wy8	<b>Orbitale molekularne.</b> Elementy teorii grup punktowych. Symetria i nomenklatura orbitali molekularnych. Diagramy orbitali molekularnych dla cząsteczek dwuatomowych i wieloatomowych. Diagramy Walsha.	2
Wy9	<b>Korelacja elektronowa I.</b> Ograniczenia metody Hartree-Focka. Definicja i metody wyznaczania korelacji elektronowej. Metoda oddziaływania konfiguracji.	2
Wy10	<b>Korelacja elektronowa II.</b> Rachunek zaburzeń Møllera-Plesseta. Elementy teorii sprzężonych klasterów.	2
Wy11	<b>Teoria funkcjonalu gęstości.</b> Jednocząstkowa macierz gęstości i macierz gęstości par. Twierdzenia Hohenberga-Kohna. Metoda Kohna-Shama.	2
Wy12	<b>Oddziaływanie materii z promieniowaniem elektromagnetycznym.</b> Los cząsteczek w stanach wzbudzonych elektronowo. Fotochemiczne i fotofizyczne procesy w układach molekularnych. Diagram Jabłońskiego.	2

Wy13	<b>Widma absorpcji i fluorescencji w zakresie UV i widzialnym.</b> Złota reguła Fermiego. Reguły wyboru. Struktura subtelna widm absorpcji i fluorescencji.	2
Wy14	<b>Procesy bezpromienistej dezaktywacji stanów wzbudzonych.</b> Konwersja wewnętrzna. Przecięcia stożkowe. Przejścia międzysystemowe. Transfer energii wzbudzenia - mechanizmy Förstera i Dexter. Naturalne i sztuczne układy przechwytyjące światło. Fotosynteza.	2
Wy15	<b>Oddziaływania międzycząsteczkowe.</b> Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych. Oddziaływania elektrostatyczne, wymienne, indukcyjne, dyspersyjne. Kompleksy z przeniesieniem ładunku. Wiązanie wodorowe. Struktura drugorzędowa układów molekularnych, analiza konformacyjna.	2
	Suma godzin	<b>30</b>
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. <b>Rachunek operatorowy.</b> Badanie właściwości operatorów. <b>Rozwiązania równania Schrödingera dla modelowych problemów.</b>	2
Ćw2	<b>Proste zastosowania zasady wariacyjnej</b> do modelowych problemów.	2
Ćw3	<b>Proste zastosowania rachunku zaburzeń Rayleigha-Schrödingera</b> do modelowych problemów.	2
Ćw4	<b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek I.</b> Przybliżenie $\pi$ -elektronowe i podstawowe założenia metody Hückela dla węglowodorów nienasyconych. Rozwiązanie zagadnienia własnego. Wyznaczanie współczynników orbitali molekularnych dla prostych cząsteczek.	2
Ćw5	<b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek II.</b> Zagadnienie własne w postaci macierzowej. Diagonalizacja hamiltonianu i interpretacja widm wartości własnych i wektorów własnych. Macierz gęstości i rzędów wiązań i analiza populacyjna.	2
Ćw6	<b>Metoda Hartree-Focka I.</b> Reguły Slatera-Condona.	2
Ćw7	<b>Metoda Hartree-Focka II.</b> Rozwiązywanie zadań z metody Hartree-Focka.	2
Ćw8	Zajęcia zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	<b>Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym.</b> Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych.	2
La2	<b>Elementy systemu LINUX I.</b> Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Wybrane polecenia powłoki BASH.	2
La3	<b>Elementy systemu LINUX II.</b> Obsługa wybranych edytorów tekstu. Proste skrypty powłoki BASH.	2
La4	<b>Omówienie wybranych pakietów obliczeń struktury elektronowej.</b> Przygotowanie plików wsadowych. Obliczenia struktury elektronowej atomów w ograniczonej i nieograniczonej metodzie Hartree-Focka (HF). Struktura plików wynikowych i interpretacja wyników obliczeń.	2
La5	<b>Reprezentacja struktury geometrycznej układów molekularnych.</b> Współrzędne ortogonalne i współrzędne wewnętrzne na przykładzie macierzy-Z.	2
La6	<b>Dokładność metod chemii obliczeniowej.</b> Wybór bazy funkcyjnej. Porównanie dokładności wybranych metod ab initio i teorii funkcjonału gęstości. Walidacja metod obliczeniowych.	2
La7	<b>Optymalizacja geometrii równowagowej cząsteczek i analiza drgań normalnych.</b> 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	<b>Teoria orbitali molekularnych.</b> Wyznaczanie krzywych energii potencjalnej cząsteczek dwuatomowych w metodzie HF. Wyznaczanie i interpretacja diagramów orbitali molekularnych i diagramów Walsh'a. Analiza populacyjna.	2
La9	<b>Metoda oddziaływania konfiguracji.</b> Obliczenia widm stanów elektronowych metodą oddziaływania konfiguracji z pojedynczymi (CIS) i podwójnymi wzbudzeniami (CISD). Badanie ekstensywności i spójności rozmiarowej metody CI.	2
La10	<b>Projekt I</b> – struktura i właściwości termodynamiczne cząsteczki.	2
La11	<b>Mechanizmy reakcji chemicznych.</b> Lokalizacja geometrii stanów przejściowych.	2
La12	<b>Projekt II</b> – Obliczenia widm stanów elektronowych i ich interpretacja dla wybranych cząsteczek wieloatomowych.	2
La13	<b>Praca nad indywidualnymi projektami I.</b>	2
La14	<b>Praca nad indywidualnymi projektami II.</b>	2
La15	<b>Praca nad indywidualnymi projektami III.</b>	2
	Suma godzin	30
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład przy tablicy N2. Prezentacja multimedialna N3. Realizacja zadań/projektów w pracowni komputerowej N4. Komputery osobiste / zasoby centrum obliczeniowego / specjalistyczne oprogramowanie		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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_U03	Zadania domowe i kolokwium
F3 (laboratorium)	PEU_U01 –PEU_U04	Wykonanie zadań i projektów
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>		
[1] R. W. Góra, Materiały do wykładu: "Chemia Teoretyczna ", 2019		
[2] L. Piela, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.		
[3] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna (cz. 2), PWN, Warszawa, 2005.		
[4] D. O. Hayward, Mechanika Kwantowa dla Chemików, PWN, Warszawa, 2007.		
<b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>		
[1] Engel, T., Reid, P., Quantum Chemistry and Spectroscopy, 3rd ed. ed. Pearson, Boston, 2013.		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
Robert Góra, <a href="mailto:robert.gora@pwr.edu.pl">robert.gora@pwr.edu.pl</a>		



WYDZIAŁ CHEMICZNY					
KARTA PRZEDMIOTU					
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych				
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Advanced methods of identification of organic compounds				
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia				
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chemia związków organicznych i polimerów				
Poziom i forma studiów:	II stopień / stacjonarna				
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy				
Kod przedmiotu	CHC023035				
Grupa kursów	NIE				
	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4	1,4			
<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>					
1. Znajomość matematyki na poziomie szkoły wyższej					
2. Znajomość chemii ogólnej na poziomie szkoły wyższej					
3. Znajomość chemii organicznej na poziomie I stopnia studiów					
<b>CELE PRZEDMIOTU</b>					
C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o spektroskopii MS, FTIR i NMR					
C2 Poznanie teorii budowy wiązań i oddziaływań chemicznych					
C3 Nauczenie wykonywania podstawowych obliczeń z zakresu spektroskopii MS i NMR					
C4 Nauczenie interpretacji i identyfikacji związków organicznych na podstawie analizy widm <sup>1</sup> H NMR, MS i IR					
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>					
<b>Z zakresu wiedzy:</b>					
PEU_W01 – zna podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowania technik spektroskopowych stosowanych do określania struktury związków organicznych					
PEU_W02 – potrafi prawidłowo klasyfikować i interpretować podstawowe widma spektroskopowe organicznych cząsteczek					
PEU_W03 – ma zaawansowane wiadomości o widmach w podczerwieni FTIR					
PEU_W04 – ma zaawansowane wiadomości o widmach masowych MS					
PEU_W05 – ma zaawansowane wiadomości o widmach magnetycznego rezonansu jądrowego NMR					
PEU_W06 – potrafi analizować podstawowe widma spektroskopowe MS, IR i NMR związku organicznego					
PEU_W07 – potrafi określić budowę związku organicznego na podstawie widm spektroskopowych					
<b>Z zakresu umiejętności:</b>					
PEU_U01 – potrafi interpretować podstawowe widma spektroskopowe MS, IR i NMR związków organicznych					
PEU_U02 – potrafi określić budowę związku i powiązać sygnały i dane z widm spektroskopowych ze					

strukturą związku organicznego.		
PEU_U03 – umie wykonywać podstawowe obliczenia z zakresu spektroskopii IR, MS, NMR.		
TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Fizyczne podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego.</b> Zjawisko rezonansu magnetycznego (NMR). Aparatura, rejestracja widm NMR. Widmo NMR i jego cechy.	2
Wy2	<b>Spektroskopia protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego (<sup>1</sup>H NMR).</b> Symetria związku; równoważność protonów-chemiczna i magnetyczna. Przesunięcie chemiczne. Sprzężenie spinowo-spinowe. Wartości stałych sprzężeń <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H, w zależności od budowy cząsteczki. Technika pomiaru widm. Interpretacja widm. Sprzężenia dalekiego zasięgu. Efekt Overhausera. Sprzężenia <sup>1</sup> H z innymi jądrami.	2
Wy3	<b>Spektroskopia węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego <sup>13</sup>C NMR.</b> Warunki i specyfika <sup>13</sup> C NMR. Aparatura i rejestracja widm <sup>13</sup> C NMR. Czynniki wpływające na sygnały węglowe <sup>13</sup> C. Odprężanie oddziaływań spinowo-spinowych <sup>1</sup> H- <sup>13</sup> C. Przesunięcie chemiczne <sup>13</sup> C w korelacji do struktury cząsteczki. Metoda DEPT. Określanie liczby atomów wodoru związanych z atomami węgla.	2
Wy4	<b>Spektroskopia <sup>31</sup>P NMR.</b> Ogólne dane o spektroskopii <sup>31</sup> P NMR. Aparatura, rejestracja widm <sup>31</sup> P NMR, zakres pomiarowy. Przesunięcie chemiczne <sup>31</sup> P NMR, multipletowość sygnałów, wartości stałych sprzężeń. <b>Spektroskopia jąder <sup>19</sup>F, <sup>15</sup>N i <sup>14</sup>N.</b> Rejestracja i przesunięcia chemiczne <sup>19</sup> F. Rejestracja i przesunięcia chemiczne <sup>15</sup> N i <sup>14</sup> N.	2
Wy5	<b>Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D.</b> Rejestracja widm 2D NMR. Widma <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H COSY. Identyfikacja sąsiadujących protonów. Widma <sup>13</sup> C- <sup>1</sup> H COSY. Wykrywanie protonów bezpośrednio związanych z atomami węgla.	2
Wy6	<b>Spektroskopia w podczerwieni.</b> Technika FTIR. Spektroskopia oscylacyjno-rotacyjna. Aparatura, rejestracja widm IR. Interpretacja widm FTIR w zależności od budowy cząsteczki. Częstości głównych grup występujących w strukturze cząsteczki. Zastosowanie spektroskopii UV-Vis. Identyfikacja związków, analiza widm elektronowych.	2
Wy7	<b>Spektrometria masowa MS.</b> Aparatura, metody jonizacji próbki. Detektor, jonizator, analizator. Widma masowe EI. Widma masowe CI. Określenie masy cząsteczkowej. Proces fragmentacji. Interpretacja widma masowego w zależności od stosowanej metody jonizacji. Przykłady widm masowych głównych klas związków organicznych.	2
Wy8	Zastosowanie MS oraz NMR do identyfikacji związków organicznych.	1
Suma godzin		<b>15</b>
Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego ( <sup>1</sup> H NMR).	2
Ćw2	Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego ( <sup>1</sup> H NMR). c.d.	2
Ćw3	Interpretacja i analiza widm węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego <sup>13</sup> C NMR	2
Ćw4	Metoda DEPT w analizie widm <sup>13</sup> C NMR	2
Ćw5	Zastosowanie <sup>1</sup> HNMR oraz <sup>13</sup> CNMR/DEPT do identyfikacji związków organicznych.	2
Ćw6	Kolokwium I	2

Cw7	Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D. Korelacja $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ i $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ (Widma COSY i HMQC).	2
Cw8	Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D 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 $\frac{1}{2}$ . ( $^{31}\text{P}$ NMR, $^{15}\text{N}$ MMR, $^{19}\text{F}$ 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
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1. Wykład z prezentacją multimedialną N2. Rozwiązywanie zadań i interpretacja widm spektroskopowych N3. Interaktywny system elektronicznych korepetycji		
<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>		
<b>Oceny</b> (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
<b>P</b> (ćwiczenia) = średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z kolokwiów cząstkowych		
<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>		
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>		
[1] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle “Spektroskopowe Metody Identyfikacji Związków Organicznych” PWN, Warszawa 2007		
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>		
[1] 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		
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>		
<b>Dr Waldemar Goldeman, waldemar.goldeman@pwr.edu.pl</b>		

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Zapewnienie i kontrola jakości w analityce
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Quality control and assurance in analytics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Chemia
Specjalność (jeśli dotyczy):	Analityka środowiskowa i żywności
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	CHC023067
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
Forma zaliczenia	Egzamin				zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,4				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 systemy 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_W6	Student wie, co to jest kalibracja oraz zna klasyfikację technik kalibracyjnych
PEU_W7	Student wie, co to są karty kontrolne, jaka jest ich konstrukcja i do czego służą
PEU_W8	Student wie, na czym polega akredytacja laboratoriów i jakie jest jej znaczenie dla jakości wyników pomiarów
PEU_W9	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 czasopiśmie 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	2

	odniesienia	
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 biegiłości); techniki umożliwiające wyznaczenie wartości odniesienia; ocena statystyczna wyników badań międzylaboratoryjnych (test Hampela, wskaźnik z, błąd względny, wskaźnik $E_n$ )	2
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	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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"> <li>1. Regresja liniowa i nieliniowa</li> <li>2. Rola systemu zapewnienia jakości</li> <li>3. Wzorcowanie przyrządów pomiarowych</li> <li>4. Rodzaje błędów pomiarowych w analizie chemicznej</li> <li>5. Statystyczne porównywanie wyników pomiarów</li> <li>6. Walidacja metody pomiarów i badań oraz wyposażenia pomiarowego</li> <li>7. Rodzaje materiałów odniesienia stosowanych w pomiarach chemicznych</li> <li>8. Wytwarzanie materiałów odniesienia</li> <li>9. Metody pomiarów i badań wykorzystywane w kontroli jakości</li> <li>10. Zasady pobierania i przygotowania próbek do oznaczeń w kontroli jakości</li> <li>11. Źródła niepewności pomiarów</li> <li>12. Sposoby wyznaczania niepewności pomiarów</li> <li>13. Niepewność pomiarowa standardowa, złożona i rozszerzona</li> <li>14. Sposoby szacowania niepewności (typ A i B)</li> <li>15. Sposoby przedstawiania wyników badań międzylaboratoryjnych</li> <li>16. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001</li> </ol>	15

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 zastawianie kart kontrolnych 20. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące walidacji metod analitycznych i nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym według normy PN-EN ISO 17025 21. Badania biegłości 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 26. Kryteria doboru parametrów walidacji 27. Raport walidacyjny 28. Ogólne zasady oraz wymagania według Kodeksu Dobrej Praktyki Laboratoryjnej (GLP)	
Suma godzin	<b>15</b>

#### 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		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
--------------------------------------

[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

<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
---

[1] J. C. Miller, J. N. Miller, Statystyka i chemometria w chemii analitycznej (przekład z j. ang.), wyd. 1, PWN, Warszawa, 2019

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

prof. dr hab. inż. Paweł Pohl, [pawel.pohl@pwr.wroc.pl](mailto:pawel.pohl@pwr.wroc.pl)