

Analiza instrumentalna.....	3
Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku .....	7
Analiza środowiskowa, żywności i leków .....	11
Biokatalizatory w syntezie organicznej.....	18
Chemia a ekologia.....	21
Chemia Teoretyczna.....	24
Ekstrakcja i chromatografia w analityce .....	30
Ekstrakcja i chromatografia w analityce .....	35
Filozofia nauki i techniki.....	42
Fizyczna Chemia Organiczna.....	45
Fizykochemiczne techniki badawcze .....	49
Hydro- i biometalurgia .....	54
Inżynieria kryształów .....	59
Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie .....	65
Kompleksy metali i ich zastosowania .....	70
Krystalografia.....	75
Leki nieorganiczne .....	80
Metale a środowisko.....	84
Metale w biologii .....	88
Metalurgia Chemiczna .....	95
Metody i techniki elektroanalityczne .....	99
Metody i techniki izotopowe.....	103
<b>Metody matematyczne w projektowaniu i analizie eksperymentu.....</b>	<b>109</b>
Modelowanie molekularne związków bionieorganicznych .....	113
Modelowanie molekularne .....	118
Nowoczesne tendencje zarządzania .....	122
Ocena i kontrola jakości .....	126
Podstawy biznesu .....	132
Planowanie syntezy; strategia i taktyka .....	137
Praca dyplomowa I.....	141
Praca dyplomowa II .....	144
Seminarium dyplomowe (+ praca dyplomowa + przygotowanie do egzaminu dyplomowego) .....	147
Spektrometria mas i jej zastosowania .....	150
Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce .....	154
Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania .....	161
Spektroskopia.....	165

Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna.....	170
Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe.....	173
Wstęp do statystyki praktycznej.....	178
Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych .....	182

Politechnika Wrocławska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Analiza instrumentalna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Instrumental Analysis</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023013</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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		4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		2		

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

1. Znajomość chemii nieorganicznej
2. Znajomość analizy matematycznej i algebry z geometrią
3. Znajomość fizyki
4. Znajomość chemii fizycznej

**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
----	--

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna podstawowe pojęcia analityczne,	
PEK_W02 – potrafi wybrać odpowiednią technikę analityczną,	
PEK_W03 – umie ocenić zakres stosowalności metody pomiarowej	
PEK_W04 – ma podstawową wiedzę z optyki, spektroskopii i elektrochemii,	
PEK_W05 – umie opisać jakościowo i ilościowo procesy fizykochemiczne,	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – potrafi praktycznie posługiwać się przyrządami pomiarowymi,	
PEK_U02 – umie sporządzić roztwory wzorcowe w wymaganym zakresie stężeń,	
PEK_U03 – potrafi samodzielnie wykonać pomiar,	
PEK_U04 – umie wykonać obliczenia, wykresy i dokonać analizy błędów,	
PEK_U05 – potrafi sporządzać sprawozdania z wykonywanych doświadczeń,	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<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. Sterowanie komputerowe. Dokładność i przegląd metod pomiarowych: metoda krzywej wzorcowej, metoda dodawania wzorca, metoda dodatków z zastosowaniem ekstrapolacji, 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, lustro, soczewki. Konstrukcja podstawowych przyrządów optycznych: interferometr, polarymetr, refraktometr.	2
Wy4	<b>Metody optyczne.</b> Zasada pomiarów optycznych. Oddziaływanie światła z materią. Wpływ rodzaju materiału i stężenia substancji na stan fali świetlnej. Interpretacja wyników pomiarowych.	2
Wy5	<b>Absorpcjometria i luminescencja.</b> Zastosowania spektroskopii. Typy i budowa spektrofotometrów. Metody absorpcyjne i emisyjne. Fotometria płomieniowa. <b>Wstęp do elektrochemii.</b> Model pasmowy. Przewodnictwo jonowe. Elektrolity.	2
Wy6	<b>Elektroanaliza (Polarografia, Potencjometria, Amperometria, konduktometria).</b> Elektroliza. Prawa Faradaya. Ogniwa	2

	elektrochemiczne. Konstrukcja stanowisk elektrochemicznych. Opis technik pomiarowych. Interpretacja wyników. <b>Wprowadzenie do wybranych, innych metod analitycznych.</b>	
Wy7	Powtórzenie materiału i <b>I kolokwium</b>	2
Wy8	Powtórzenie materiału i <b>II kolokwium</b>	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - Laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Szkolenie BHP. Sposób prowadzenia i zaliczenia laboratorium. Poznanie rozmieszczenia stanowisk w laboratorium AI.	4
La2	Potencjometria,	4
La3	Amperometria,	4
La4	Konduktometria,	4
La5	Woltoamperometria	4
La6	Fotometria płomienia,	4
La7	Absorpcjometria,	4
La8	Refraktometria,	4
La9	Polarymetria,	4
La10	Interferometria	4
La11	Miareczkowanie fotometryczne,	4
La12	Luminescencja,	4
La13	Analiza śladowa,	4
La14	Powtórzenie materiału	4
La15	Powtórzenie materiału, sprawdzenie wiedzy i zaliczenie kursu	4
	Suma godzin	<b>60</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	wykonanie doświadczenia
N3	przygotowanie sprawozdania

<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)	PEK_W01 – PEK_W05	kolokwium końcowe
F1 (laboratorium)	PEK_W01 – PEK_W05	kartkówka
F2 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U05	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
P (laboratorium) = (F1 + F2)/2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

1. Cygański A., *Metody spektroskopowe w chemii analitycznej*, WNT 2002, Warszawa.
2. Cygański A., *Metody elektroanalityczne*, WNT 1995, Warszawa
3. Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna, tom 3, Analiza instrumentalna*, PWN 1985, Warszawa
4. Szczepaniak W., *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN 2004, Warszawa

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

1. Szmal Z., Lipiec T., *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, PZWL 1997, Warszawa

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**dr hab. inż. Stanisław Bartkiewicz**, stanislaw.bartkiewicz@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Analiza instrumentalna

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

(Chemia)

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_W08, S2Ach2_W07, S2Ach3_W09	C1	Wy1	N1
PEK_W02	S2Ach1_W08, S2Ach2_W07, S2Ach3_W09	C2, C3	Wy1-Wy7	N1
PEK_W03	S2Ach1_W08, S2Ach2_W07, S2Ach3_W09	C4	Wy1, Wy2	N1
PEK_W04	S2Ach1_W08, S2Ach2_W07, S2Ach3_W09	C4	Wy3-Wy6	N1
PEK_W05	S2Ach1_W08, S2Ach2_W07, S2Ach3_W09	C3	Wy1-Wy8	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_U09, S2Ach2_U06, S2Ach3_U07	C3	La1 – La15	N2, N3
PEK_U02	S2Ach1_U09, S2Ach2_U06, S2Ach3_U07	C2	La1 – La15	N2, N3
PEK_U03	S2Ach1_U09, S2Ach2_U06, S2Ach3_U07	C2	La1 – La15	N2, N3
PEK_U04	S2Ach1_U09, S2Ach2_U06, S2Ach3_U07	C2	La1 – La15	N2, N3
PEK_U05	S2Ach1_U09, S2Ach2_U06, S2Ach3_U07	C2	La1 – La15	N2, N3

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Speciation and fractionation analysis of elements in the environment</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>specjalności dla kierunku Chemia</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC020039</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*	egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

\*niepotrzebne usunąć

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

1. Znajomość podstaw chemii analitycznej

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Wyjaśnienie podstawowych zagadnień i pojęć dotyczących roli pierwiastków w oparciu o specjację i frakcjonowanie
C2	Wprowadzenie w problematykę analizy 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

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – Zna podstawowe pojęcia związane ze specjacją/analizą specjacyjną oraz frakcjonowaniem/analizą frakcjonowaną pierwiastków	
PEK_W02 – Zna sposoby pobierania, przechowywania i wstępnego przygotowania próbek w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej	
PEK_W03 – Zna sposoby przygotowania próbek do analizy, z naciskiem na zachowanie pierwotnego składu, tj. bez zmian form specjacyjnych pierwiastków	
PEK_W04 – Zna sposoby frakcjonowania pierwiastków, w tym procedury ekstrakcji sekwencyjnej	
PEK_W05 – Zna problematykę specjacji pierwiastków w środowisku wodnym	
PEK_W06-PEK_W09 – Zna metody stosowane do ekstrakcyjnego, chromatograficznego oraz elektroforetycznego rozdziału poszczególnych form pierwiastka	
PEK_W10 – Zna techniki nie-chromatograficznego rozdziału form pierwiastka	
PEK_W11-PEK_W12 – Zna podstawowe techniki detekcji form specjacyjnych pierwiastków, w szczególności AAS, ICP-OES, ICP-MS, metod elektrochemicznych	
PEK_W13-PEK_W14 – Zna sposoby oceny i kontroli otrzymanych wyników analizy	
PEK_W15 – Ma wiedzę nt. specjacji popularnych pierwiastków obecnych w środowisku, np. As, Hg	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – Potrafi zaplanować proces analityczny pod kątem analizy specjacyjnej (frakcjonowanej)	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<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	2



	(frakcjonowania)	
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 aspektami 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 specjacyjnej)	2
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	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład informacyjny
N2	Wykład problemowy
N3	Prezentacja multimedialna

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01- PEK_W15	przygotowanie prezentacji multimedialnej na wybrany temat poświęcony przedmiotowi wykładu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Z. Mester, R. Sturgeon, Comprehensive Analytical Chemistry, vol. Sample Preparation for Trace Element Analysis, Elsevier, 2003

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr inż. Maja Welna, [maja.welna@pwr.wroc.pl](mailto:maja.welna@pwr.wroc.pl)**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01		C1-C4	Wy1-Wy15	N1,N2
(umiejętności) PEK_U01		C5	Wy1-Wy15	N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Analiza środowiskowa, żywności i leków</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Environmental, food and medicaments analysis</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023051</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		60		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		120		60
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		4		2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		2		0,5

\*niepotrzebne usunąć

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

5. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.
6. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem. studiów I-go stopnia

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

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	– zna podstawowe definicje i terminy z zakresu analizy próbek środowiskowych, żywności i leków, zna aspekty prawne mające zastosowanie w analizie tego rodzaju próbek
PEK_W02	– zna zasady pobierania różnego rodzaju próbek środowiskowych, żywności i leków
PEK_W03	– zna metody przygotowania próbek do analizy, umie wybrać metodę optymalną dla danego rodzaju próbek i celu analizy
PEK_W04	– zna metody instrumentalne stosowane w analizie składników i zanieczyszczeń próbek środowiskowych, żywności i leków, zna podstawy teoretyczne metod, ich zalety, wady i typowe zastosowania
PEK_W05	– zna metody walidacji procedur i technik instrumentalnych oraz cel i sposób zastosowania certyfikowanych materiałów odniesienia, potrafi przeprowadzić analizę statystyczną wyników analitycznych oraz ich interpretację.
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	– umie wybrać i zastosować optymalną dla danego rodzaju próbki i celu przeprowadzenia analizy metodę pobierania i przygotowania próbek medykamentów
PEK_U02	– potrafi wykonać analizy z wykorzystaniem aparatury odpowiedniej dla rodzaju oznaczanego składnika i celu analizy
PEK_U03	– umie wykonać obliczenia związane z wynikami przeprowadzonych analiz i

<p>oznaczeń, przeprowadzić ocenę poprawności uzyskanych wyników oraz weryfikację błędów pomiarowych</p> <p>PEK_U04 – umie przeprowadzić przegląd literatury na zadany temat związany z analizą i monitoringiem próbek środowiskowych, żywności i leków</p> <p>PEK_U05 – potrafi przygotować prezentację multimedialną na zadany temat na podstawie wybranych publikacji</p> <p>PEK_U06 – umie przedstawić prezentację multimedialną przygotowaną przez siebie i odpowiedzieć na zadawane przez słuchaczy pytania związane z omawianym tematem.</p> <p><b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b> Osoba, która zaliczyła przedmiot: PEK_K01 – potrafi pracować indywidualnie i w zespole, pracując w grupie potrafi przyjmować różne role</p>
---

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Żywność: definicje (UE i inne), rodzaje składników produktów żywnościowych (klasyfikacje), charakterystyka badań. 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.	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;	2

	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.	
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; materiały odniesienia i standardy; aspekty prawne – walidacja i harmonizacja; polimorfizm leków – transformacje i metody analizy form polimorficznych.	2
Wy8	Chiralność leków. Substancje ziołowe i ich analityka. Trendy w analityce próbek środowiskowych, żywności i leków.	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.	4
La2- La3	Analiza liści - metale <i>Dobra Praktyka Laboratoryjna</i> w analizie śladowej	8
La4- La5	Analiza suplementów diety - oznaczanie żelaza	8
La6	Analiza cukrów	4
La7	Analiza białek	4
La8	Oznaczanie azotanów w warzywach	4
La9	Oznaczanie zanieczyszczeń naftowych w próbkach środowiskowych	4
La10	Oznaczenie zawartości pektyn w marmoladach i dżemach	4
La11	Oznaczanie szczawianów w wybranych użytkach	4
La12	Oznaczanie kofeiny	4
La13	Pośrednie oznaczanie chlorków i siarczanów	4
La14	Oznaczanie małych ilości azotanów (III) metodą riwanolową	4
La15	Analiza rentgenowska farmaceutyków	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 tematów. Ustalenie terminów i zasad prezentacji przez referentów.	2
Se2	Prezentacje studenckie	2
Se3	Prezentacje studenckie	2
Se4	Prezentacje studenckie	2
Se5	Prezentacje studenckie	2
Se6	Prezentacje studenckie	2
Se7	Prezentacje studenckie	2
Se8	Prezentacje studenckie	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny
N2	Wykład problemowy
N3	Wykład z prezentacją multimedialną
N4	Wykonanie ilościowych oznaczeń analitycznych
N5	Przygotowanie sprawozdania
N6	Konsultacje
N7	Przygotowanie prezentacji multimedialnej
N8	Przygotowanie referatu

<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)	PEK_W01- PEK_W05	Egzamin końcowy; egzamin pisemny
P (laboratorium)	PEK_U01- PEK_U03 PEK_K01	Średnia arytmetyczna ocen ze sprawozdań wykonanych na podstawie przeprowadzonych analizy i uzyskanych wyników
F1 (seminarium)	PEK_U04- PEK_U05	Uczestnictwo w seminarium: maksimum 25 % nieobecności obecności nieusprawiedliwionych
F2 (seminarium)	PEK_U04- PEK_U05	Pozytywna ocena prezentacji (każdy student dwie różne tematycznie prezentacje) – ocena: średnia arytmetyczna
P (seminarium) ⇒ jeżeli $F1 > 75\%$ , to $F2 =$ średnia arytmetyczna ocen za prezentacje		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [5] Jankiewicz M., Kędzior Z., Metody pomiarów i kontrola jakości w przemyśle spożywczym i biotechnologii. Ed., WAR Poznań 2003;
- [6] Watson D.G., Pharmaceutical Analysis. Kingstone 2005;
- [7] Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków – J. Dojlido, W. Dożańska, W. Hermanowicz, B. Koziorowski
- [8] Instrumentalne metody badania wody i ścieków - Dojlido Jan
- [9] Wybrane metody analizy żywności. Oznaczenie podstawowych składników, substancji dodatkowych i zanieczyszczeń. M. Małecka red., Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu
- [10] 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.
- [11] Namieśnik J., Jamrógiewicz Z., Pilarczyk M., Torres L.: Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [2] Namieśnik J., Łukasiak J., Jamrógiewicz Z.: Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995;
- [3] Andrews J.E., Brimblecombe P., Jickells T.P., Liss P.S.: Wprowadzenie do chemii środowiska. WNT, Warszawa 1999;
- [4] O'Neill P.: Chemia środowiska. Wyd. PWN Warszawa-Wrocław 1998
- [5] Zejca A., Gorczyca M., Chemia leków. PZWL - Wydawnictwo Lekarskie 2004.
- [6] Sensoryczne badania żywności. Podstawy- Metody – Zastosowania - Nina Baryłko-Pikielna, Irena Matuszewska, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, 2009
- [7] Namieśnik J., Jamrógiewicz Z., Pilarczyk M., Torres L.: Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000;

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

prof. dr hab. inż. Wiesław Żyrnicki, wieslaw.zyrnicki@pwr.wroc.pl

### **MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Analiza środowiskowa, żywności i leków

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

chemia

**I SPECJALNOŚCI**

Analityka środowiskowa i żywności



<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01 – PEK_W08</b>	S2Ach1_U01	C1-C4	Wy1-Wy8	N1-N3
<b>(umiejętności) PEK_U01 – PEK_U04</b>	S2Ach1_U01	C5-C7	La2- La8	N4- N6
<b>(umiejętności) PEK_U05 - PEK_U06</b>	S2Ach1_U01	C8	Se2-Se8	N6-N8
<b>(kompetencje społeczne) PEK_K01</b>	S2Ach1_U01	C5-C7	La2- La8	N4- N6

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Biokatalizatory w syntezie organicznej</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Biocatalysis in organic synthesis</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023027</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	esej				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

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

7. Znajomość podstaw chemii organicznej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studentów z możliwościami zastosowania biokatalizatorów w syntezie organicznej.
C2	Nauczenie zasad wyboru biokatalizatora i optymalizacji warunków reakcji.
C3	Poznanie zalet i wad stosowania reakcji chemoenzymatycznych w wieloetapowej syntezie organicznej.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – rozumie sposoby projektowania reakcji chemoenzymatycznych,

PEK\_W02 – zna wady i zalety stosowania biokatalizatorów,

PEK\_W03 – rozumie ekologiczne i ekonomiczne skutki stosowania biokatalizy w procesach organicznych,

PEK\_W04 – potrafi zaproponować proces chemoenzymatycznego otrzymywania konkretnego związku.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1 Wy2	<b>Wprowadzenie.</b> Biokataliza jako element zielonej chemii i aksjomatu zrównoważonego rozwoju. Biotransformacje a biodegradacja, typy transformacji ksenobiotyków i ich znaczenie w procesach biokatalitycznych.	2
Wy3 Wy4	<b>Zastosowania biotransformacji.</b> Sposób wyboru i cel wyboru biokatalizatora w syntezach chemoenzymatycznych (retrosynteza). Biokataliza za pomocą całych komórek a biokataliza enzymatyczna.	2
Wy5 Wy6	<b>Zastosowania biotransformacji.</b> Wady i zalety transformacji mikrobiologicznych. Biokataliza za pomocą całych komórek a biokataliza enzymatyczna. Dobór biokatalizatora.	2
Wy7 Wy8	<b>Zastosowanie transformacji mikrobiologicznych:</b> (i) otrzymywanie użytecznych bloków budulcowych; (ii) biokataliza jako sposób selektywnej modyfikacji złożonych molekuł; (iii) niezwykle reakcje katalizowane przez mikroorganizmy; (iv) biotransformacje jako źródło związków chiralnych; (v) otrzymywanie biodegradowalnych polimerów, w tym wykorzystując odnawialne substraty.	2
Wy9 W10	<b>Przegląd najpopularniejszych biokatalizatorów.</b> Reakcje biokatalitycznego utlenienia-redukcji jako droga uzyskiwania pożytecznych syntonów. Lipazy i organizmy lipolityczne - najpowszechniej stosowane biokatalizatory. Biokatalityczna hydroliza nitryli, amidów i pochodnych aminokwasów jako element platform technologicznych technologicznych produkcji leków.	2
Wy11 Wy12	<b>Inżynieria rozpuszczalnikowa i substratowa.</b> Zależność przebiegu reakcji od budowy substratu. Reakcje typu domino. Reakcje w rozpuszczalnikach organicznych. Zastosowanie cieczy jonowych i gazów nadkrytycznych.	2
Wy13 Wy14	<b>Immobilizacja enzymów i mikroorganizmów.</b> Sposoby i typy immobilizacji. Zastosowanie nanocząstek.	2
Wy15	Dyskusja opracowanych esejów	2
Suma godzin		<b>15</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1	wykład problemowy z prezentacją multimedialną
----	---

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W15	esej prezentujący wybrany projekt chemoenzymatyczny

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

- [1] P. Drauz & H. Waldmann Eds, Enzyme Catalysis in Organic Synthesis, Weinheim 2002  
 [2] K. Faber, Biotransformations in Organic Chemistry, Springer Verlag, 2011

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] H. Griengl, Biocatalysis, Springer-Verlag, 2000  
 [2] K. Drauz, H. Groeger, O. May, enzyme Catalysis In Organic Synthesis, Wiley VCH Verlag, 2012  
 [3] Multistep Enzyme Catalysis: Biotransformations and Chemoenzymatic Synthesis, ed. E. Garcia-Junceda, Wiley VCH Verlag, 2008

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof.dr hab. inż. Paweł Kafarski**, pawel.kafarski@pwr.wroc.pl**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Biokatalizatory w syntezie organicznej

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01 - PEK_W03	S2Ach3_W08	C1,C2	Wy1-Wy14	N1, N2
PEK_W04	S2Ach3_W03, S2Ach3_W08	C3	Wy3, Wy4	N1, N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

**Nazwa w języku polskim:** **Chemia a ekologia**  
**Nazwa w języku angielskim:** **Chemistry and ecology**  
**Kierunek studiów:** **Chemia**  
**Specjalność:** -  
**Stopień studiów i forma:** *II stopień studiów, stacjonarne*  
**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 kontaktu (BK)	1				

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

1. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu chemii ekologicznej.
- C2 Zdobyć 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 Zdobyć podstawowej wiedzy z zakresu energetyki ze źródeł odnawialnych w Polsce i na świecie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### WIEDZA

Student, który zaliczył przedmiot:

PEK\_W01 – posiada wiedzę w zakresie chemii ekologicznej.

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

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

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

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

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba
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, recykling 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 KSZTAŁCENIA

- WYKŁAD

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

P – podsumowująca (na koniec semestru)		
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Kolokwium pisemne nr 1, z każdego efektu dwa tematy po 5 punkty, razem 30 pkt.
F2	PEK_W04, PEK_W05, PEK_W06,	Kolokwium pisemne nr 2, z każdego efektu dwa tematy po 5 punkty, razem 30 pkt.
F3	PEK_W01 - PEK_W06	Praca własna dotycząca przygotowania opracowania na temat wybranego aktualnego zagadnienia z chemii ekologicznej poruszanego na wykładzie – 40 pkt.
P	PEK_W01 – PEK_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

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] C. J. Krebs, Ekologia, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011.
- [2] A. Mackenzie, A. S. Ball, S. R. Virdee, Ekologia – krótkie wykłady, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- [3] J. B. Harborne, Ecological biochemistry, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1997.
- [4] S. Więckowski, General ecology, Oficyna Wydawnicza Branta, Bydgoszcz 1999.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Strona internetowa dotycząca środowiska w Unii Europejskiej: [www.eea.eu.int/](http://www.eea.eu.int/).
- [2] Strona internetowa Ministerstwa Ochrony Środowiska: [www.mos.gov.pl/](http://www.mos.gov.pl/)
- [3] Strona internetowa Polskiej Agencji Informacji i Inwestycji: [www.paiz.gov.pl](http://www.paiz.gov.pl)

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

dr Katarzyna Sobianowska, mail: [katarzyna.sobianowska@pwr.wroc.pl](mailto:katarzyna.sobianowska@pwr.wroc.pl)

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW DLA PRZEDMIOTUCHEMIA ŚRODOWISKA Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKUCHEMIA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	Kurs wybieralny	C1	Wyk1-Wyk5, Wyk11	N1, N2
PEK_W02		C1, C2, C3	Wyk2-Wyk5	N1, N2
PEK_W03		C1, C2, C4	Wyk-6, Wyk-7	N1, N2
PEK_W04		C1, C2	Wyk-9, Wyk10	N1, N2
PEK_W05		C1, C2	Wyk11	N1, N2
PEK_W06		C1,C5	Wyk13-Wyk15	N1, N2

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Chemia Teoretyczna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Theoretical Chemistry</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023049</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	120	30	60		
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	4	1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0.5	1		

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

2. Chemia ogólna, Fizyka I i II
3. Algebra, Analiza matematyczna
4. Chemia fizyczna, Podstawy chemii kwantowej

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Zapoznanie studentów z teorią budowy atomu i cząsteczki.
C2	Uzyskanie umiejętności przewidywania struktury układów molekularnych stosując metody chemii kwantowej.
C3	Teoretyczna interpretacja właściwości termodynamicznych i elektronowych układów molekularnych.
C4	Nauczenie wykonywania podstaw modelowania molekularnego.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – rozumie problemy i niedostatki fizyki klasycznej w opisie mikroskopowym,

PEK\_W02 – zna postulaty mechaniki kwantowej i elementy rachunku operatorowego.

PEK\_W03 – potrafi zapisać równanie Schrödingera (RS) dla wybranych problemów fizycznych oraz dla dowolnego układu molekularnego,

PEK\_W04 – zna rozwiązanie RS dla atomu wodoru i interpretację tych rozwiązań,

PEK\_W05 – rozumie budowę elektronową atomów,

PEK\_W06 – zna podstawy teorii orbitali molekularnych,

PEK\_W07 – zna teorię hybrydyzacji, teorię mezomerii oraz pojęcie wiązania wielocentrowego

PEK\_W08 – ma podstawową wiedzę o rozwiązaniach równań Hartree-Focka i znaczenie energii korelacji.

PEK\_W09 – rozumie teorię oddziaływań molekularnych.

### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi praktycznie stosować informacje o konfiguracji elektronowej atomów,

PEK\_U02 – umie interpretować widma elektronowe atomu wodoru i atomów ciężkich,

PEK\_U03 – umie przewidywać strukturę cząsteczek organicznych i nieorganicznych,

PEK\_U04 – potrafi interpretować wyniki spektroskopowe w oparciu o obliczenia kwantowo-chemiczne,

PEK\_U05 – potrafi badać mechanizmy reakcji chemicznych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Mechanika klasyczna i kwantowa.</b> Podstawy matematyczne rachunku prawdopodobieństwa. Doświadczalne podstawy dualizmu korpuskularno-falowego. Powstanie teorii kwantów z elementami teorii Bohra i przyczyny jej niepowodzenia.	2
Wy2	<b>Podstawy mechaniki kwantowej.</b> Postulaty mechaniki kwantowej. Definicja funkcji falowej i jej probabilistyczna interpretacja. Definicja operatorów odpowiadających wielkościom mierzalnym.	2
Wy3	<b>Podstawy mechaniki kwantowej II.</b> Równanie Schrödingera. Wartości i funkcje własne równania Schrödingera. Wartości średnie wielkości mierzalnych. Właściwości funkcji własnych równania Schrödingera nie zawierającego czasu.	2
Wy4	<b>Atom wodoru.</b> Równanie Schrödingera dla atomu wodoru i jonów wodoropodobnych. Rozwiązania równania ze względu na energię i funkcje. Reprezentacje orbitali atomowych. Geometryczne właściwości orbitali wodoropodobnych. Liczby kwantowe atomu wodoru. Poziomy energii i widmo emisyjne atomu wodoru.	2
Wy5	<b>Zakaz Pauliego.</b> Spin. Multipletowość układu wieloelektronowego.	2

	Stany elektronowe atomów (termy atomowe). Nierozróżnialność cząstek. Fermiony i bozony. Pojęcie spinorbitalu. Zakaz Pauliego. Wyznacznik Slatera. Pojęcie konfiguracji elektronowej. Koncepcja układu okresowego pierwiastków. Reguły Hundta.	
Wy6	<b>Atom wieloelektronowy.</b> Hamiltonian i równanie Schrödingera dla atomu wieloelektronowego. Wyznaczniki Slatera. Funkcje falowe dla atomów wieloelektronowych. Przybliżenie jednoelektronowe – spinorbitale i orbitale. Zakaz Pauliego jako wymaganie antysymetryczności funkcji.	2
Wy7	<b>Równania Hartree-Focka.</b> Wyrażenie na energię w przybliżeniu jednoelektronowym. Wyprowadzenie równań Hartree-Focka. Całki jedno i dwuelektronowe. Energia wymiany. Pojęcie otwarto- i zamkniętopowłokowej konfiguracji elektronowej. Reguły wyboru dla elektronowych przejść optycznych. Korelacja elektronowa	2
Wy8	<b>Cząsteczka.</b> Przybliżenie Borna-Oppenheimera. Równanie Schrödingera dla cząsteczek. Teoria orbitali molekularnych. Przybliżenie LCAO. Równania Hartree-Focka-Roothaana-Halla. Baza funkcji orbitali atomowych. Funkcje gaussowskie i slaterowskie.	2
Wy9	<b>Wiązania chemiczne.</b> Elektrostatyczny and covalencyjny charakter wiązań chemicznych. Rodzaje wiązań. Orbitale $\sigma$ i $\pi$ , orbitale wiążące i antywiążące, ich względne energie i kształty (reprezentacja graficzna). Struktura elektronowa cząsteczek dwuatomowych, rząd wiązania.	2
Wy10	<b>Koncepcja orbitali zlokalizowanych.</b> Hybrydyzacja typu $sp^3$ , $sp^2$ i $sp$ . Reprezentacja gęstości elektronowej atomów w cząsteczkach. Orbitale zlokalizowane jako element metody przewidywania struktury cząsteczek. Struktura związków biologicznych zawierających fosfor. Mezomeria. Wiązania chemiczne wielocentrowe.	2
Wy11	<b>Spektroskopia molekularna I.</b> Rozdzielenie rotacji i oscylacji. Widmo rotacyjne cząsteczek dwuatomowych i elementy spektroskopii mikrofalowej. Reguły wyboru.	2
Wy12	<b>Spektroskopia molekularna.II.</b> Widmo oscylacyjne cząsteczek dwuatomowych i wieloatomowych. Widma w podczerwieni i widma Ramana. Intensywności widm. Reguły wyboru.	2
Wy13	<b>Właściwości cząsteczek oparte na energii.</b> Energie jonizacji i powinowactwo elektronowe. Energetyka reakcji chemicznych. Spektroskopia masowa. Koncepcja stanu przejściowego w reakcji chemicznej. Mechanizmy reakcji.	2
Wy14	<b>Właściwości cząsteczek oparte na funkcji falowej.</b> Gęstość elektronowa w cząsteczce. Rząd wiązania chemicznego. Rozkład ładunku w cząsteczce. Momenty dipolowe i wyższe w układach molekularnych.	2
Wy15	<b>Oddziaływania molekularne.</b> Teoria oddziaływań molekularnych. Oddziaływania elektrostatyczne, wymienne, indukcyjne, dyspersyjne. Kompleksy z przeniesieniem ładunku. Wiązanie wodorowe. Struktura drugorzędowa układów molekularnych, analiza	2

	konformacyjna.	
		Suma godzin <b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. Problemy interpretacyjne mechaniki klasycznej i narodziny teorii kwantowych.	2
Ćw2	Rachunek operatorowy. Badanie właściwości operatorów. Zapisywanie równania Schrödingera.	2
Ćw3	Rozwiązywanie prostych zagadnień kwantowo-mechanicznych: studnia potencjału i cząstka w pudle. Zastosowania tych modeli do problemów chemicznych. Rotator i oscylator – klasyczny i kwantowy. Elementy spektroskopii.	2
Ćw4	Orbitale wodoropodobne. Właściwości przestrzenne orbitali s, p i d. Transformacja orbitali pomiędzy reprezentacjami. Obrazy części radialnych i kątowych. Badanie antysymetryczności funkcji.	2
Ćw5	Model hybrydyzacji orbitali. Przewidywanie struktury cząsteczek.	2
Ćw6	Badanie energetycznych i elektronowych właściwości cząsteczek.	2
Ćw7	Obliczenia energii oddziaływań molekularnych. Rozkład ładunków, moment dipolowy i polaryzowalność.	2
Ćw8	Powtórzenie materiału i <b>kolokwium</b> .	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Organizacja laboratorium komputerowego i centrum obliczeniowego. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o systemach.	2
La2	Elementy systemu UNIX (komendy).	2
La3	Elementy systemu UNIX (edytory).	2
La4	Struktura programu Gaussian-90, system kolejkowy,	2
La5	Konstrukcja geometrii cząsteczek – Macierz-Z.	2
La6	Obliczenia Hartree-Focka, struktura pliku wynikowego.	2
La7	Program graficzny – Molden.	2
La8	Optymalizacji struktury cząsteczki.	2
La9	Częstości, funkcje termodynamiczne i widma wibracyjne.	2
La10	Projekt I – struktura i właściwości termodynamiczne cząsteczki.	2
La11	Energetyka reakcji chemicznej.	2
La12	Projekt II – obliczenia częstości cząsteczki, symulacja widm IR.	2
La13	Ciepło reakcji, energia tworzenia, rozkład ładunków.	2
La14	Projekt III – mechanizm reakcji.	2
La15	Stan przejściowy, oddziaływania molekularne.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład
N2	rozwiązywanie zadań

N3	wykonanie projektu
----	--------------------

<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)	PEK_W01 – PEK_W09	egzamin końcowy
F1 (ćwiczenia)	PEK_U01 – PEK_U03	elektroniczne kolokwium
F2 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U04	wykonanie projektów

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[12] W. Kołos, J. Sadlej, Atom i Cząsteczka, WNT, Warszawa, 1998.            [13] Mechanika Kwantowa dla Chemików, D. O. Hayward, PWN, Warszawa, 2007.            [14] M. A. Ratner, G. C. Schatz, Introduction to Quantum Mechanics in Chemistry. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.            [4] Gaussian-90 electronic manual</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[8] L. Piel, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.            [9] W. Kołos, Chemia Kwantowa, PWN, Warszawa, 1975.            [10] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna (cz. 2), PWN, Warszawa, 2005.            [11] System elektronicznych korepetycji (e – learning).</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Prof.dr hab. inż. Szczepan Roszak</b> , szczepan.roszak@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
 Chemia teoretyczna  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
 (Chemia)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>

	<b>(o ile dotyczy)**</b>			
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C1	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C1	Wy3, Wy4	N1
<b>PEK_W03</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C2	Wy2	N1
<b>PEK_W04</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C2	Wy5 – Wy9	N1
<b>PEK_W05</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C3	Wy10	N1
<b>PEK_W06</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C3	Wy11	N1
<b>PEK_W07</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C3	Wy12 – Wy14	N1
<b>PEK_W08</b>	K2Ach_W02, K2Ach_W03, S2Ach1_W06, S2Ach4_W06	C2	Wy15	N1
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	K2Ach_U01, K2Ach_U02, S2Ach2_U05, S2Ach3_U05	C4	Ćw1 – Ćw3 La6 - La14	N2, N3
<b>PEK_U02</b>	K2Ach_U01, K2Ach_U02, S2Ach2_U05, S2Ach3_U05	C4	Ćw3 – Ćw7 La6 - La14	N2, N3
<b>PEK_U03</b>	K2Ach_U01, K2Ach_U02, S2Ach2_U05, S2Ach3_U05	C4	Ćw1 – Ćw5 La6 - La14	N2, N3
<b>PEK_U04</b>	K2Ach_U01, K2Ach_U02, S2Ach2_U05, S2Ach3_U05	C4	Ćw7 La6 - La14	N2, N3
<b>PEK_U05</b>	K2Ach_U01, K2Ach_U02, S2Ach2_U05, S2Ach3_U05	C4	Ćw7 La6 - La14	N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Ekstrakcja i chromatografia w analityce</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Extraction and chromatography in analytical chemistry</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023018</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

\*niepotrzebne usunąć

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

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie się ze sposobami przygotowania próbek w tym metodami ekstrakcyjnymi stosowanymi w analizie chemicznej
C2	Poznanie podstaw technik chromatograficznych
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy na temat zastosowań spektrometrii mas w analizie związków organicznych
C4	Zdobycie umiejętności przygotowanie próbek do analiz i posługiwania się technikami chromatograficznymi

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	– Zna techniki ekstrakcyjne służące do przygotowania i frakcjonowania próbek stosowane w analizie śladowej ich składu chemicznego.
PEK_W02	– Ma podstawowe wiadomości na temat podstaw technik chromatograficznych stosowanych w analityce, kryteriów ich podziału i obszarach zastosowań.
PEK_W03	– Zapoznał się z budową, działaniem i zastosowaniami podstawowych elementów chromatografów gazowych i cieczowych: dozownikami, kolumnami i detektorami.
PEK_W04	– Zna zasadę działania spektrometru mas w układzie aparatu MS sprzężonego z chromatografem gazowym i cieczowym.
PEK_W05	– Poznał podstawowe zasady interpretacji niskorozdzielczych widm mas i analizy ilościowej w układzie GC/MS.
PEK_W06	– Poznał techniką termicznej desorpcji sprzężonej z GC i GC/MS.
PEK_W07	– Ma podstawowe wiadomości na temat podstaw chromatografii żelowej, budowy aparatu i zastosowania tej techniki.
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	– Potrafi przygotować próbki do analizy śladowej posługując się technikami ekstrakcji w celu przeprowadzenia frakcjonowania, zateżania i rozdziału analitów
PEK_U02	– Jest w stanie dobrać właściwy układ chromatograficzny do analizy danego typu związków, szczególnie typu kolumny, detektora i określić optymalne parametry ich pracy.
PEK_U03	– Ma umiejętność praktyczną posługiwania się chromatografem gazowym.
PEK_U04	– Umie dobrać optymalne warunki przeprowadzenia analizy prostych mieszanin związków organicznych w układzie GC/MS, podjąć próbę interpretacji jakościowej widma MS i analizy ilościowej.
PEK_U05	– Zapoznał się z techniką termicznej desorpcji sprzężonej z GC/MS i potrafi się nią praktycznie posługiwać.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Analiza śladowa i specjacyjna.</b> Ekstrakcja jednoetapowa i sekwencyjna.	2
Wy2	<b>Ekstrakcja próbek stałych.</b> Przygotowanie próbki do analizy śladowej i specjacyjnej.	2
Wy3	<b>Ekstrakcja do fazy stałej.</b> Frakcjonowanie, zagęszczanie i rozdzielanie składników.	2
Wy4	<b>Ekstrakcja do punktu zmętnienia.</b> Podstawy fizykochemiczne procesu. Zakres zastosowań.	2
Wy5	<b>Przygotowanie próbek do analizy</b> metodami ekstrakcyjnymi.	2
Wy6	<b>Wprowadzenie.</b> Historia chromatografii. Klasyfikacja metod chromatograficznych. Podstawy teoretyczne procesu chromatograficznego. Zastosowanie metod chromatograficznych w analizie jakościowej i ilościowej.	2
Wy7	<b>Chromatografia gazowa I.</b> Zasada działania chromatografu gazowego. Podstawowe określenia stosowane w chromatografii gazowej. Rozdzielczość kolumn chromatograficznych.	2
Wy8	<b>Chromatografia gazowa II.</b> Konfiguracja układu GC i jej wpływ na przebieg analizy. Dozowniki. Kolumny chromatograficzne: parametry fizyczne, rodzaje wypełnień. Detektory chromatograficzne.	2
Wy9	<b>Określanie składu enancjomerów.</b> Dyssymetria związków chemicznych. Metody analizy jakościowej i ilościowej enancjomerów. Chromatograficzna analiza składu enancjomerów: wady i zalety.	2
Wy10	<b>Wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC.</b> Podział technik HPLC. Kolumny, adsorbenty, rozpuszczalniki. Detektory stosowane w HPLC. Zastosowanie i rozwój technik HPLC.	2
Wy11	<b>Sprzężone techniki GC/MS i LC/MS.</b> 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	<b>Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC/MS).</b> 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	<b>GC/MS - analiza jakościowa i ilościowa.</b> 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	<b>Desorpcja termiczna- chromatografia gazowa – spektrometria mas (TD/GC, TD/GC/MS).</b> Pobieranie próbek. Adsorbenty. Budowa termicznego desorbera. Analiza ilościowa. Przykłady zastosowań TD-GC/MS.	2
Wy15	<b>Chromatografia żelowa (GPC/SEC).</b> Zastosowanie. Zasada działania chromatografii żelowej. Budowa aparatury GPC/SEC. Fazy stacjonarne, kolumny, detektory. Dobór parametrów rozdzielania.	2
	<b>Razem</b>	<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 jako metoda przygotowania próbek do analizy.	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 jonów).	4
Suma godzin		30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Zestawy instrumentalne do procesów ekstrakcji i chromatografii

<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
<b>P1</b> (wykład)	PEK_W01-PEK_WO6	egzamin końcowy
F1	PEK_U01-PEK_U05	kartkówki, sprawozdania
F2	PEK_U01-PEK_U05	ocena za wykonane ćwiczenie
<b>P2</b> (laboratorium) Ocena = (0,7F1+0,3F2)		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [15] J. Namieśnik, Z. Jamrógiewicz, M. Pilarczyk, L. Torres. Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000.  
 [16] Z. Witkiewicz, J. Harper. Chromatografia gazowa. WNT, Warszawa 2001.  
 [17] E. de Hoffmann, J. Charette, V Stroobant. Spektrometria mas. WNT, Warszawa 1998.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [12] Red. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinak. Nowe horyzonty i wezwania w analityce i monitoringu środowiska. CEEAM, Gdańsk 2003.  
 [13] W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz, grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Ekstrakcja i chromatografia w analityce

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Analityka środowiskowa i żywności

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_U03	C1	Wy1-5	N1
PEK_W02	S2Ach1_U03	C2	Wy6	N1
PEK_W03	S2Ach1_U03	C2	Wy7-10	N1
PEK_W04	S2Ach1_U03	C2	Wy11-13	N1
PEK_W05	S2Ach1_U03	C3	W12-13	N1
PEK_W06	S2Ach1_U03	C4	Wy14	N1
PEK_W07	S2Ach1_U03	C2	Wy15	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_U04	C4	La1-3	N2
PEK_U02	S2Ach1_U04	C4	La4-6	N2
PEK_U03	S2Ach1_U04	C4	La4	N2
PEK_U04	S2Ach1_U04	C4	La7, La8	N2
PEK_U05	S2Ach1_U04	C4	La8	N2

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Ekstrakcja i chromatografia w analityce</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Extraction and chromatography in analytical chemistry</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień*, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023065</b>
Grupa kursów	<b>Nie</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	1		1		1

\*niepotrzebne usunąć

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

5. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.
6. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie się ze sposobami przygotowania próbek do analizy, w tym metodami ekstrakcyjnymi stosowanymi w analizie chemicznej (również w analityce śladowych ilości analitów)
C2	Poznanie podstaw technik chromatograficznych
C3	Uzyskanie podstawowej wiedzy na temat zastosowań spektrometrii mas w analizie związków organicznych
C4	Zdobycie umiejętności przygotowanie próbek do analiz i posługiwania się technikami chromatograficznymi

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

#### **Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_W01– Zna kryteria podziału technik ekstrakcyjnych i kryteria ich wyboru. Zna techniki ekstrakcyjne służące do przygotowania i frakcjonowania próbek stosowane w analizie śladowej ich składu chemicznego.
- PEK\_W02 – Ma podstawowe wiadomości na temat podstaw technik chromatograficznych stosowanych w analityce, kryteriów ich podziału i obszarach zastosowań.
- PEK\_W03 – Zapoznał się z budową, działaniem i zastosowaniami podstawowych elementów chromatografów gazowych i cieczowych: dozownikami, kolumnami i detektorami.
- PEK\_W04– Zna zasadę działania spektrometru mas w układzie aparatu MS sprzężonego z chromatografem gazowym i cieczowym.
- PEK\_W05– Poznał podstawowe zasady interpretacji niskorozdzielczych widm mas i analizy ilościowej w układzie GC/MS.
- PEK\_W06 - Poznał techniką termicznej desorpcji sprzężonej z GC i GC/MS.
- PEK\_W07– Ma podstawowe wiadomości na temat podstaw chromatografii żelowej, budowy aparatu i zastosowania tej techniki.

#### **Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_U01 – umie dokonać wyboru optymalnej techniki ekstrakcyjnej. Potrafi przygotować próbki do analizy śladowej posługując się technikami ekstrakcji w celu przeprowadzenia rozdzielania, frakcjonowania i zateżnienia oznaczanych substancji/indywiduów.
- PEK\_U02 – jest w stanie dobrać właściwy układ chromatograficzny do analizy danego typu związków, szczególnie typu kolumny, detektora i określić optymalne parametry ich pracy.
- PEK\_U03 – ma umiejętność praktyczną posługiwania się chromatografem gazowym.
- PEK\_U04 – umie dobrać optymalne warunki przeprowadzenia analizy prostych mieszanin związków organicznych w układzie GC/MS, podjąć próbę interpretacji jakościowej widma MS i analizy ilościowej.
- PEK\_U05 – zapoznał się z techniką termicznej desorpcji sprzężonej z GC/MS i potrafi się nią praktycznie posługiwać.
- PEK\_U06 – potrafi przygotować prezentację multimedialną na zadany temat na podstawie wybranych publikacji

PEK\_U07 – umie przedstawić prezentację multimedialną przygotowaną przez siebie i odpowiedzieć na zadawane przez słuchaczy pytania związane z omawianym tematem.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_K01 – potrafi pracować indywidualnie i w zespole, pracując w grupie potrafi przyjmować różne role

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Ekstrakcja</b> jako metoda rozdzielenia składników próbki. Eliminacja matrycy. Zateżnienie składników. Ekstrakcja jednoetapowa i sekwencyjna. Kryteria podziału technik ekstrakcyjnych. Parametry opisujące ilościowo proces ekstrakcji	2
Wy2	<b>Ekstrakcja próbek gazowych.</b> Rozdzielanie lotnych składników próbek. Ekstrakcja do fazy ciekłej. Ekstrakcja do fazy stałej.	2
Wy3	<b>Ekstrakcja próbek ciekłych.</b> Ekstrakcja do fazy stałej. Frakcjonowanie, zagęszczanie i rozdzielanie składników. Ekstrakcja do punktu zmętnienia. Podstawy fizykochemiczne procesu. Zakres zastosowań.	2
Wy4	<b>Ekstrakcja próbek stałych.</b> Przygotowanie próbki do analizy śladowej i specjacyjnej. Techniki wspomaganie/przyśpieszenia procesu ekstrakcji. Ekstrakcja płynem w stanie nadkrytycznym.	2
Wy5	<b>Zastosowanie technik ekstrakcyjnych. Przygotowanie próbek do analizy</b> metodami ekstrakcyjnymi. Analiza śladowa i specjacyjna. Frakcjonowanie analitów. Ekstrakcja sekwencyjna. Ekstrakcja enzymatyczna. Technika Quechers.	2
Wy6	<b>Wprowadzenie.</b> Historia chromatografii. Klasyfikacja metod chromatograficznych. Podstawy teoretyczne procesu chromatograficznego. Zastosowanie metod chromatograficznych w analizie jakościowej i ilościowej.	2
Wy7	<b>Chromatografia gazowa I.</b> Zasada działania chromatografu gazowego. Podstawowe określenia stosowane w chromatografii gazowej. Rozdzielczość kolumn chromatograficznych.	2
Wy8	<b>Chromatografia gazowa II.</b> Konfiguracja układu GC i jej wpływ na przebieg analizy. Dozowniki. Kolumny chromatograficzne: parametry fizyczne, rodzaje wypełnień. Detektory chromatograficzne.	2
Wy9	<b>Określanie składu enancjomerów.</b> Dyssymetria związków chemicznych. Metody analizy jakościowej i ilościowej enancjomerów. Chromatograficzna analiza składu enancjomerów: wady i zalety.	2
Wy10	<b>Wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC.</b> Podział technik HPLC. Kolumny, adsorbenty, rozpuszczalniki. Detektory stosowane w HPLC. Zastosowanie i rozwój technik HPLC.	2
Wy11	<b>Sprzężone techniki GC/MS i LC/MS.</b> Znaczenie i zakres stosowania	2

	GC/MS i LC/MS. Budowa GC/MS. Typy układów sprzężenia chromatografu gazowego ze spektrometrem mas. Podstawy spektrometrii mas. Typy jonizacji cząsteczek.	
Wy12	<b>Chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią mas (GC/MS).</b> 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	<b>GC/MS - analiza jakościowa i ilościowa.</b> 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	<b>Desorpcja termiczna- chromatografia gazowa – spektrometria mas (TD/GC, TD/GC/MS).</b> Pobieranie próbek. Adsorbenty. Budowa termicznego desorbera. Analiza ilościowa. Przykłady zastosowań TD-GC/MS.	2
Wy15	<b>Chromatografia żelowa (GPC/SEC).</b> Zastosowanie. Zasada działania chromatografii żelowej. Budowa aparatury GPC/SEC. Fazy stacjonarne, kolumny, detektory. Dobór parametrów rozdzielania.	2
	Razem	<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 jako metoda przygotowania próbek do analizy.	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 jonów).	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
	Omówienie celów i technik zbierania informacji na wybrane tematy seminaryjne z zakresu analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Wybór tematów. Ustalenie terminów i zasad prezentacji przez referentów.	2

Prezentacje studenckie	2
Prezentacje studenckie	2
Prezentacje studenckie	2
Prezentacje studenckie	2
Prezentacje studenckie	2
Prezentacje studenckie	2
Podsumowanie wystąpień oraz omówieni zalet i błędów prezentacji	1
Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Wykład problemowy
N3	Wykład informacyjny
N4	Zestawy instrumentalne do procesów ekstrakcji i chromatografii
N5	Wykonanie ilościowych oznaczeń analitycznych
N6	Przygotowanie sprawozdania
N7	Konsultacje
N8	Przygotowanie prezentacji multimedialnej
N9	Przygotowanie referatu

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P1</b> (wykład)	PEK_W01-PEK_W15	egzamin końcowy, egzamin pisemny
F1	PEK_U01-PEK_U05	kartkówki, sprawozdania
F2	PEK_U01-PEK_U05 PEK_K01	ocena za wykonane ćwiczenie
<b>P2</b> (laboratorium) Ocena = (0,7F1+0,3F2)		
F1 (seminarium)	PEK_U06-PEK_U07	Uczestnictwo w seminarium: maksimum 25 % nieobecności obecności nieusprawiedliwionych
F2 (seminarium)	PEK_U06-PEK_U07	Pozytywna ocena prezentacji (każdy student przygotowuje i przedstawia dwie różne tematycznie prezentacje) – ocena: średnia arytmetyczna
<b>P3</b> (seminarium) ⇒ jeżeli F1 > 75%, to F2= średnia arytmetyczna ocen za prezentacje		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [18] J. Namieśnik, Z. Jamrógiewicz, M. Pilarczyk, L. Torres. Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000.
- [19] Z. Witkiewicz, J. Harper. Chromatografia gazowa. WNT, Warszawa 2001.
- [20] E. de Hoffmann, J. Charette, V Stroobant. Spektrometria mas. WNT, Warszawa 1998.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [14] Red. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinak. Nowe horyzonty i wezwania w analityce i monitoringu środowiska. CEEAM, Gdańsk 2003.
- [15] W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz, [grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl](mailto:grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl)**  
dr inż. Anna Leśniewicz, [anna.lesniewicz@pwr.edu.pl](mailto:anna.lesniewicz@pwr.edu.pl)

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Ekstrakcja i chromatografia w analityce

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

**I SPECJALNOŚCI**

Analityka środowiskowa i żywności

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_U03	C1	Wy1-5	N1-N3
PEK_W02	S2Ach1_U03	C2	Wy6	N1-N3
PEK_W03	S2Ach1_U03	C2	Wy7-10	N1-N3
PEK_W04	S2Ach1_U03	C2	Wy11-13	N1-N3
PEK_W05	S2Ach1_U03	C3	W12-13	N1-N3
PEK_W06	S2Ach1_U03	C4	Wy14	N1-N3
PEK_W07	S2Ach1_U03	C2	Wy15	N1-N3
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_U04	C4	La1-3	N4-N6
PEK_U02	S2Ach1_U04	C4	La4-6	N4-N6
PEK_U03	S2Ach1_U04	C4	La4	N4-N6
PEK_U04	S2Ach1_U04	C4	La7, La8	N4-N6
PEK_U05	S2Ach1_U04	C4	La8	N4-N6
(umiejętności) PEK_U05 - PEK_U06	S2Ach1_U01	C8	Se2-Se8	N6-N8
(kompetencje społeczne) PEK_K01	S2Ach1_U01	C5-C7	La2- La8	N4- N6





WYDZIAŁ CHEMICZNY KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa w języku polskim	<b>Filozofia nauki i techniki</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Philosophy of Science and Technology</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Wydział Chemiczny</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy): .....</b>	
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>FLC023002</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	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	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

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

7. Wiedza humanistyczna na poziomie edukacji ponadgimnazjalnej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi zagadnieniami z zakresu filozofii nauki i techniki ze szczególnym uwzględnieniem metod wnioskowania.  
C2 Zwrócenie studentom uwagi na problem twórczości w procesie rozwoju wiedzy naukowej.  
C3 Przedstawienie uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ukazanie problemu społecznej odpowiedzialności takich dziedzin jak nauka i technika.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

PEK\_ HUM W07 – Student uzyskuje wiedzę na temat uprawnionych metod wnioskowania (indukcji, dedukcji, abdukcji);

PEK\_ HUM W08 – Student ma wiedzę niezbędną do rozumienia i interpretowania społecznych oraz filozoficznych uwarunkowań działalności inżynierskiej;

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_ HUM K01: Student ma świadomość ważności działalności inżyniera i rozumie jej pozatechniczne aspekty i skutki, w tym jej wpływ na środowisko i związaną z tym wpływem odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy 1,2	Czym jest nauka i technika. Podstawowe pojęcia i założenia z zakresu filozofii nauki i filozofii techniki	2
Wy 3,4	Główne kryteria wiedzy naukowej	2
Wy 5,6	Teoretyczna tradycja uprawiania nauki	2
Wy 7,8	Eksperymentalna tradycja uprawiania nauki	2
Wy9, 10,11	Podstawowe metody wnioskowania – dedukcja, indukcja, abdukcja	3
Wy 12,13	Zasadnicze cele i funkcje nauki oraz techniki	2
Wy 14,15	Problem społecznej odpowiedzialności nauki i techniki	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna
- N2. Wykład informacyjny
- N3. Wykład interaktywny

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_ HUM W07 PEK_ HUM W08 PEK_ HUM K01	Praca pisemna przygotowana na podstawie wykładów i zalecanej literatury lub kolokwium
P = F1		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [21] E. Agazzi, *Dobro, zło i nauka. Etyczny wymiar działalności naukowo-technicznej*, Warszawa 1997;
- [22] S. Blackburn, *Oksfordzki słownik filozoficzny*, Warszawa 2004;
- [23] A. Chalmers, *Czym jest to, co zwiemy nauką*, Wrocław 1997;
- [24] R. M. Chisholm, *Teoria poznania*, 1994;
- [25] V. Dusek, *Wprowadzenie do techniki*, Warszawa 2010;
- [26] Ch. Frankfort- Nachmiast, D. Nachmiast, *Metody badawcze w naukach społecznych*, Poznań 2001;
- [27] A. Grobler, *Metodologia nauk*, Kraków 2004;
- [28] M. Heidegger, *Budować, mieszkać, myśleć*, Warszawa 1977;
- [29] T. Kuhn, *Dwa bieguny*, Warszawa 1985;
- [30] B. Latour, *Polityka natury*, Warszawa 2009;
- [31] K.R. Popper, *Wiedza obiektywna*, Warszawa 1992;
- [32] J. Woleński, *Epistemologia*, Warszawa 2005.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [16] D. Sobczyńska, P. Zeidler, *Nowy eksperymentalizm. Teoretycyzm. Reprezentacja*, Poznań 1994,
- [17] P. Zeidler, *Spór o status poznawczy teorii*, Poznań 1992.

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

**Marek Sikora, [m.sikora@pwr.wroc.pl](mailto:m.sikora@pwr.wroc.pl)**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Filozofia nauki i techniki** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA W ZAKRESIE NAUK TECHNICZNYCH NA WYDZIALE CHEMICZNYM

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(wiedza) PEK_HUM W07; PEK_HUM W02	T2A_W07 T2A_W08	C1, C2	Wy1 – Wy15	N1, N2
(kompetencje społeczne) PEK_HUM K01	T2A_K01	C3	Wy1-2; Wy12 -Wy15	N1, N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Fizyczna Chemia Organiczna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Physical Organic Chemistry</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC020051</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	<b>0.3</b>				

\*niepotrzebne usunąć

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

8. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
9. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów
10. 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 KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – Ma wiedzę które czynniki wpływają na przebieg reakcji chemicznej.	
PEK_W02 – Potrafi dobrać stosowne medium reakcji i obniżyć energię aktywacji lub wpływać na inne parametry (np. entalpia i objętość aktywacji) determinujące szybkość reakcji.	
PEK_W03 –W sposób racjonalny określi relacje mechanizm reakcji-wpływ katalizatora i innych parametrów jak temperatura i własności rozpuszczalnika.	
PEK_W04 –Na podstawie danych eksperymentalnych określi charakter stanu przejściowego reakcji i podać jej przybliżony mechanizm.	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – Potrafi dokonać wielowymiarowej optymalizacji warunków reakcji.	
PEK_U02 – Potrafi przewidzieć charakter substratu (nukleofilowość, elektrofilowość, kwasowość) i przewidzieć jego reaktywność.	
PEK_U03 – Potrafi zaplanować rodzaj katalizatora do konkretnej przemiany chemicznej i zaproponować optymalizację jego struktury.	

<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 syntetycznie reakcji organicznych	8
Suma godzin		<b>30</b>

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
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

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (egzamin)	PEK_W01 – PEK_W04	Egzamin ustny
<b>P = F1</b>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[33] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i>, Oxford University Press, 2001.</p> <p>[34] E. V. Anslyn, D. A. Dougherty, <i>Modern Physical Organic Chemistry</i>, University Science Books, 2006.</p> <p>[35] F. A. Carey, R. J. Sundberg, <i>Advanced Organic Chemistry</i>, Springer, 2007.</p> <p>[36] R. A. Y. Jones, <i>Fizyczna Chemia Organiczna. Mechanizmy reakcji organicznych</i>, PWN, 1988.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[18] M. B. Smith, <i>March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, 7th Edition</i>, Wiley, 2013.</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr inż. Rafał Kowalczyk</b> , rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl

# MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

## Fizyczna Chemia Organiczna

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Chemia związków organicznych i polimerów

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Narzędzia dydaktyczne***
(wiedza) PEK_W01	K2Ach_W02, S2Ach2_W09	C1-C3	Wy1-W7	N1, N2
PEK_W02	K2Ach_W02, S2Ach2_W09	C3-C5	Wy1-W7	N1, N2, N3
PEK_W03	K2Ach_W02	C4-C5	Wy1-W7	N1, N2, N3
PEK_W04	K2Ach_W02,	C4-C5	Wy1-W7	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach2_W09 S2Ach2_U08	C1, C3, C5	Wy3-Wy6	N3
PEK_U02	S2Ach2_U08	C1-C3	Wy2-Wy6	N3
PEK_U03	S2Ach2_U08	C1, C3, C5	Wy2-Wy6	N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej



Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Fizykochemiczne techniki badawcze</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Physicochemical research techniques</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023024</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		120		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		4		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			4		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		2		

\*niepotrzebne usunąć

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

11. Znajomość matematyki na poziomie studiów I stopnia.
12. Umiejętność posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym.
13. Znajomość chemii organicznej i nieorganicznej na poziomie studiów I stopnia.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z metodami fizykochemicznymi stosowanymi w badaniach związków biologicznie czynnych (ligandów) i ich kompleksów z jonami metali.
C2	Zaznajomienie z metodami obróbki i analizy wyników pomiarowych.
C3	Wykorzystanie programów komputerowych (MestreNova do obróbki i analizy widm 1D i 2D NMR, zaawansowane funkcje Excela, Opus i Spectrum do obróbki widm oscylacyjnych) stosowanych w badaniach naukowych.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_W01 – zna podstawy teoretyczne zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), ma wiedzę o podstawowych parametrach widma NMR i zawartej w nich informacji odnośnie struktury cząsteczki,
- PEK\_W02 – ma podstawową wiedzę o widmach dwuwymiarowych  $^1\text{H}-^1\text{H}$  i  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  COSY i ich wykorzystaniu w analizie widm jednowymiarowych  $^1\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$  NMR,
- PEK\_W03 – zna podstawy kwantowej teorii swobodnego jonu i typy sprzężeń momentów magnetycznych,
- PEK\_W04 – poznała pojęcia sprzężenia spinowo-orbitalnego i efektu Zeemana,
- PEK\_W05 – zna podstawy teoretyczne spektroskopii oscylacyjnej,
- PEK\_W06 – zna techniki pomiarowe, metody interpretacji widm i zastosowania spektroskopii oscylacyjnej,
- PEK\_W07 – zna podstawy teoretyczne spektroskopii UV/VIS,
- PEK\_W08 – potrafi przewidzieć wpływ konfiguracji elektronowej jonu 3-d elektronowego na widmo elektronowe,
- PEK\_W09 – potrafi przewidzieć zmianę ilość pasm w zależności od symetrii otoczenia jonu centralnego oraz przesunięcie pasm absorpcyjnych w zależności od typu ligandów.

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_U01 – zna podstawowe funkcje programu MestreNova i umie je wykorzystać do analizy widm NMR, potrafi zinterpretować proste widmo  $^1\text{H}$  NMR i na podstawie widm korelacyjnych  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$  i/lub  $^1\text{H}-^1\text{H}$  COSY przypisać sygnały rezonansowe w prostych widmach  $^{13}\text{C}$  i/lub  $^1\text{H}$  NMR,
- PEK\_U02 – potrafi wyznaczyć term podstawowy wolnego jonu i na tej podstawie obliczyć teoretyczny moment magnetyczny,
- PEK\_U03 – umie wyznaczyć (z danych doświadczalnych) moment magnetyczny jonu i całkę wymiany dla układów dwurdzeniowych,
- PEK\_U04 – potrafi zmierzyć widma oscylacyjne i jakościowo je zinterpretować,
- PEK\_U05 – potrafi posłużyć się diagramami Tanabe-Sugano, określić term podstawowy, wartość parametrów pola krystalicznego oraz zinterpretować widma kompleksów jonów 3d elektronowych w polu ligandów o wysokiej symetrii.
- PEK\_U06 - potrafi określić geometrię otoczenia jonów 3d elektronowych w kompleksach o niskich symetriach oraz zinterpretować widmo

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Właściwości magnetyczne typowych jąder. Podstawy fizyczne zjawiska rezonansu magnetycznego. Rejestracja widm NMR. Ekranowanie jąder magnetycznych. Przesunięcie chemiczne - definicja.	2
Wy2	Parametry widma NMR (liczba sygnałów, intensywność sygnałów, przesunięcie chemiczne, multipletowości, stałe sprzężeń) i zawarta w nich informacja strukturalna. Widma $^1\text{H}$ NMR pierwszego i drugiego rzędu. Układy spinowe. Analiza układu spinowego ABX pod kątem wykorzystania w analizie konformacyjnej aminokwasów i peptydów.	2
Wy3	Spektroskopia $^{13}\text{C}$ NMR. Dwuwymiarowa spektroskopia NMR - podstawy teoretyczne. Przykłady wykorzystania dwuwymiarowych technik NMR $^1\text{H}-^1\text{H}$ i $^1\text{H}-^{13}\text{C}$ COSY w analizie strukturalnej.	2
Wy4	Podstawy teorii budowy atomu. Symetria funkcji falowych i cząsteczek. Reprezentacje funkcji falowych. Koncepcja pola ligandów. Orbitale $d$ w regularnych polach krystalicznych, schematy parametryzacji. Termy wolnych jonów. Sprzężenie spinowo-orbitalne. Rozszczepienie orbitali atomowych, diagramy Tanabe-Sugano.	2
Wy5	Efekt Zeemana. Właściwości magnetyczne jonów $d$ i $f$ -elektronowych. Magnetyczne oddziaływania wymienne, wielordzeniowe kompleksy metali przejściowych.	2
Wy6	Podział substancji ze względu na właściwości magnetyczne. Metody pomiaru namagnesowania. Interpretacja wyników pomiarów, wyznaczenie momentów magnetycznych i całek wymiany.	2
Wy7	Podstawy teoretyczne spektroskopii podczerwieni. Model oscylatora harmonicznego i anharmonicznego.	2
Wy8	Drgania cząsteczek wieloatomowych. Drgania normalne.	2
Wy9	Metody pomiaru i interpretacji widm podczerwieni. Zastosowania w analizie jakościowej związków chemicznych.	2
Wy10	Podstawy teoretyczne spektroskopii Ramana.	2
Wy11	Spektrometry ramanowskie - techniki pomiarowe oraz możliwości aparaturowe.	2
Wy12	Przykłady zastosowań spektroskopii i mikroskopii ramanowskiej w badaniach próbek.	2
Wy13	Charakterystyka spektroskopii UV/VIS i aparatury pomiarowej. Typy przejść elektronowych, teorie elektronowych widm absorpcyjnych.	2
Wy14	Wpływ konfiguracji elektronowej oraz geometrii otoczenia jonu metalu $d$ -elektronowego. Wpływ ligandów na widma elektronowe jonów $d$ -elektronowych. Typy widm elektronowych.	2
Wy15	Wpływ rozpuszczalników na zmiany geometrii otoczenia jonu centralnego oraz położenie pasm absorpcyjnych. Metody rozkładu widma elektronowego na pasma składowe.	2

	Suma godzin	<b>30</b>
--	-------------	-----------

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR).	16
La2	Magnetochemia.	8
La3	Spektroskopia IR.	8
La4	Spektroskopia Ramana.	8
La5	Spektroskopia NIR-VIS-UV.	20
Suma godzin		<b>60</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	wykonanie doświadczenia
N3	wykorzystanie oprogramowania MestreNova, Opus i Spectrum, zaawansowanych funkcji Excela, oprogramowania pomiarowego do spektrofometru Carry 500 SCAN
N4	przygotowanie sprawozdania

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W010	egzamin końcowy
F1 (laboratorium)	PEK_U01	sprawozdanie
F2	PEK_U02	sprawozdanie
F3	PEK_U03	sprawozdanie
F4	PEK_U04	sprawozdanie
F5	PEK_U05	sprawozdanie
P (laboratorium) = (F1 + F2 + F3 + F4 + F5) / 5		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[19] S. F. A. Kettle, FIZYCZNA CHEMIA NIEORGANICZNA, PWN 1999
[20] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Klemle, SPEKTROSKOPOWE METODY IDENTYFIKACJI ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH, PWN, 2012
[21] R. Mazurkiewicz, A. Rajca, E. Salwińska, A. Skibiński, J. Suwiński, W. Zieliński, METODY SPEKTROSKOPOWE I ICH ZASTOSOWANIE DO IDENTYFIKACJI ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH, WNT, WARSZAWA 2000, 1995
[22] A.B.P. Lever, Inorganic Electronic Spectroscopy, Elsevier, New York, 1984

- [23] C. N. R. Rao, Spektroskopia elektronowa związków organicznych, widma w nadfiolecie i zakresie widzialnym, PWN Warszawa 1982  
 [24] Z. Kęcki, PODSTAWY SPEKTROSKOPII MOLEKULARNEJ, PWN, 1992

**LITERATURA UZUPELNIAJĄCA:**

- [1] J. D. Woollins (red.), INORGANIC EXPERIMENTS, Wiley-VCH 2003  
 [2] R. S. Drago, PHYSICAL METHODS IN CHEMISTRY, Saunders Corp. 1977  
 [3] J. Najbar, A. Turek, FOTOCHEMIA I SPEKTOSKOPIA OPTYCZNA. Ćwiczenia laboratoryjne, PWN, 2009

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr hab. inż. Marek Duczmal**, marek.duczmal@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Fizykochemiczne techniki badawcze

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

**I SPECJALNOŚCI**

Chemia metali w biologii i środowisku

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
<b>(wiedza)</b> PEK_W01	S2Ach2_W04	C1	Wy1, Wy2	N1
PEK_W02	S2Ach2_W04	C1	Wy3	N1
PEK_W03	S2Ach2_W04	C1	Wy4, Wy5	N1
PEK_W04	S2Ach2_W04	C1	Wy5	N1
PEK_W05	S2Ach2_W04	C1	Wy7-Wy12	N1
PEK_W06	S2Ach2_W04	C1	Wy10-Wy12	N1
PEK_W07	S2Ach2_W04	C1	Wy 13	N1
PEK_W08	S2Ach2_W04	C1	Wy 14	N1
PEK_W09	S2Ach2_W04	C1	Wy 14, Wy15	N1
<b>(umiejętności)</b> PEK_U01	S2Ach2_U03	C2, C3	La1	N3, N4
PEK_U02	S2Ach2_U03	C2	La2	N3, N4
PEK_U03	S2Ach2_U03	C2, C3	Wy6, La2	N2, N3, N4
PEK_U04	S2Ach2_U03	C2, C3	Wy7, Wy9, Wy10, Wy11, La3, La4	N2, N3, N4
PEK_U05	S2Ach2_U03	C2	Wy 13-15, La5	N1, N2, N3, N4
PEK_U06	S2Ach2_U03	C2	Wyk 14-15, La5	N1,N2, N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Hydro- i biometalurgia</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Hydro- and biometallurgy</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023024</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	2		2		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					

\*niepotrzebne usunąć

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

1. Has the basic skills of work in the chemical laboratory
2. Can perform simple calculations stoichiometric and engineering



	heterogeneous processes, surface phenomena, capillary-porous materials, transport in porous deposit	
Wy3	Bioleaching process kinetics, diffusion in the capillary-porous materials, mechanics of bioleaching processes	2
Wy4	Equipment used for bioleaching, biochemical reactors	2
Wy5	Microbiological bases of bioleaching processes, growth kinetics of microorganisms	2
Wy6	Industrial processes of bioleaching, bioleaching in a deposit and heap, BIOX process,	2
Wy7	Ecological and economic effects bioleaching process, ecological disasters	2
Wy8		2
Wy9		2
Wy10		2
Wy11		2
Wy12		2
Wy13		2
Wy14		2
Wy15		2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Medium preparation for microbial growth	2
La2	Search of <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i> bacteria kinetic growth	2
La3	Mineral material preparation to bioleaching	2
La4	Mineral materials bioleaching, leaching solution analysis, pH and Eh measurements	2
La5	Bioleaching selected mineral materials -continuation	2
La6	Biosorption and bioaccumulation experiments, biosorption of metal ions	2
La7	Solution analysis and experimental date from biosorption	2
La8		2
La9		2
La10		2
La11		2
La12		2



La13		2
La14		2
La15		2
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	
N2	
N3	
...	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1		examination
F2		
F3		
<b>P</b>		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[37] Z.Sadowski, Wybrane problemy biogeochemii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2005.

[38]

[39]

[40]

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[25] D.E.Rawlings D.B.Johnson, Biomining, Springer, N.J., 2006.

[26] E.R.Donati, W.Sand, Microbial Processing of Metal Sulfides, Springer, N.Y., 2008.

[27]

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. Zygmunt Sadowski, [zygmunt.sadowski@pwr.wroc.pl](mailto:zygmunt.sadowski@pwr.wroc.pl)**

**Dr inż. Tomasz Chmielewski, [tomasz.chmielewski@pwr.wroc.pl](mailto:tomasz.chmielewski@pwr.wroc.pl)**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Hydro-and biometallurgy

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemistry

### I SPECJALNOŚCI

Chemia metali w biologii i środowisku

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01				
PEK_W02				
...				
...				
(umiejętności) PEK_U01				
PEK_U02				
...				
(kompetencje społeczne) PEK_K01				
PEK_K02				
...				

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Inżynieria kryształów</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Crystal Engineering</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023052</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
14.	Znajomość chemii organicznej i nieorganicznej na poziomie studiów I stopnia
15.	Znajomość krystalografii na poziomie podstawowym

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studenta z nowoczesnymi poglądami dotyczącymi organizacji

	cząsteczek i wypełnienie luki pomiędzy chemią a krystalografią.
C2	Zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych w kontekście organizacji cząsteczek w ciele stałym i w szczególności upakowania w kryształach.
C3	Umiejętność przeszukiwania Bazy Danych Strukturalnych Cambridge (CSD).
C4	Prowadzenie badań strukturalnych za pomocą CSD Cambridge.
C5	Zastosowanie tej wiedzy do projektowania nowych materiałów o pożądanych właściwościach.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – Zna podstawowe pojęcia i koncepcję inżynierii krystalicznej.

PEK\_W02 – Zna podstawowe oddziaływania międzycząsteczkowe i rozumie ich charakter.

PEK\_W03 – Zna podstawowe metody badań oddziaływań międzycząsteczkowych.

PEK\_W04 – Poznała strategie projektowania kokryształów. Rozumie pojęcie ‘synton supramolekularny’ i może wymienić kilka podstawowych syntonów.

PEK\_W05 – Ma podstawową wiedzę na temat krystalizacji i zarodkowania kryształów oraz różnych metod otrzymywania monokryształów.

PEK\_W06 – Rozumie istotę zjawiska polimorfizmu i zna rolę jaką polimorfizm odgrywa w przemyśle farmaceutycznym.

PEK\_W07 – Zna klasyfikację i nomenklaturę kryształów wieloskładnikowych. Rozumie rolę wiązania wodorowego jako elementu do projektowania i kontrolowania topologii sieci supramolekularnych.

PEK\_W08 – Zna znaczenie aktywnego składnika farmaceutycznego (API) dla projektowanych leków i rozumie rolę ko-formanta (co-former) w modyfikacji właściwości leków.

PEK\_W09 – Ma wiedzę na temat polimerów koordynacyjnych i nieorganiczno-organicznych sieci hybrydowych oraz ich właściwości aplikacyjne.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – Umie się posługiwać zasobami Bazy Danych Strukturalnych Cambridge.

PEK\_U02 – Potrafi wykonać topochemiczną analizę sieci krystalicznej.

PEK\_U03 – Potrafi przeanalizować możliwe oddziaływania międzycząsteczkowe i zaproponować utworzenie odpowiednich syntonów mając do dyspozycji startowe cząsteczki.

PEK\_U04 – Potrafi zaprojektować jedno- i dwuwymiarowe struktury za pomocą wiązań wodorowych.

PEK\_U05 – Potrafi zaprojektować jednowymiarową sieć koordynacyjną.

## TRZĘŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Przedmiot kursu inżynierii kryształów.</b> Podstawowe pojęcia i koncepcje. Krystalografia rentgenowska. Chemia organicznych ciał stałych. Kryształ jako supramolekularna jednostka. Współczesna inżynieria krystaliczna.	2
Wy2	<b>Oddziaływania międzycząsteczkowe.</b> Oddziaływania van der Waalsa: gęste upakowanie w kryształach. Wiązanie wodorowe: słabe w.w., hierarchia w.w. Wiązanie halogenowe. Inne oddziaływania.	2
Wy3	<b>Metody badań oddziaływań międzycząsteczkowych.</b> Krystalografia. Krystalograficzne Bazy Danych. Spektroskopia (IR, NMR). Metody komputerowe. Analiza typowych struktur krystalicznych.	2
Wy4	<b>Strategie projektowania kryształów.</b> Synteza organiczna, synteza supramolekularna. Syntony supramolekularne: reprezentatywne syntony, synton dimeru karboksylowego, chemiczna wariacja strukturalna i izolacja w inżynierii krystalicznej. Odkrycia nowych syntonów. Jedno-, dwu- i trójwymiarowe sieci wiązań wodorowych. Polimery koordynacyjne jako sieci.	2
Wy5	<b>Kryształizacja i hodowla kryształów.</b> Metody kryształizacji: z roztworu; hydro- i solwotermalne; przez sublimację; w fazie stałej (transformacja monokryształ-monokryształ, mechanochemia); kryształizacja chiralnych ciał stałych. Zarodkowanie: termodynamika i kinetyka. Wzrost kryształu. Morfologia kryształu: postać zewnętrzna, symetria.	2
Wy6	<b>Polimorfizm.</b> Zjawisko polimorfizmu: typy polimorfizmu, rola polimorfizmu. Częstotliwość występowania, rola oddziaływań międzycząsteczkowych, termodynamika i kinetyka. Metody badania polimorfów: mikroskopowe, dyfrakcyjne, analiza termiczna. Właściwości polimorfów (fizyczne, chemiczne, mechaniczne).	2
Wy7	<b>Rola polimorfizmu w przemyśle farmaceutycznym.</b> Reaktywność leków. Wybrane przykłady: ranitydyna, ritonawir, aspiryna, omeprazol.	2
Wy8	<b>Kryształy wieloskładnikowe.</b> Ogólna klasyfikacja i nomenklatura. Roztwory stałe. Związki gość-gospodarz. Solwaty i hydraty. Kompleksy donorowo-akceptorowe.	2
Wy9	<b>Kryształy wieloskładnikowe.</b> Kokryształy z wiązaniem wodorowym. Wybrane przykłady.	2
Wy10	<b>Kokryształy i sole farmaceutyczne.</b> Rola ko-kryształizacji dla rozwoju przemysłu farmaceutycznego. Strategie projektowania: hierarchia i oddziaływania syntonów. Aktywne składniki farmaceutyczne (API) i ko-formanty leków. Modyfikowanie fizykochemicznych właściwości leków.	2
Wy11	<b>Zastosowanie mechanochemii do syntezy i opracowania nowych form farmaceutycznych.</b> Przegląd historyczny. Kontrola polimorfizmu. Kontrola stechiometrii. Przykłady. Mechaniczne i kinetyczne aspekty mechanosyntezy	2
Wy12	<b>Polimery koordynacyjne.</b> Definicja i pojęcia. Klasyfikacja.	2

	Strategie projektowania. Topologia sieci: typy sieci i nomenklatura, trójwymiarowe sieci. Izomeria supramolekularna. Sieci wzajemnie przenikające się.	
Wy13	<b>Nieorganiczno-organiczne sieci hybrydowe.</b> Porowate sieci hybrydowe. Rozmiar porów. Sorpcja i przechowanie gazów.	
Wy14-15	<b>Nieorganiczno-organiczne materiały hybrydowe.</b> Właściwości i aplikacje. Magnetyzm. Luminescencja. Sensory. Optyka nieliniowa. Przewodnictwo. Ferroelektryczność. Chemiczna reaktywność (strukturalne transformacje).	4
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do Bazy Danych Strukturalnych Cambridge (CSD).	2
La2	Zapoznanie się z modułem strukturalnym MERCURY.	2
La2	Przeszukiwanie CSD pod kątem grup przestrzennych o niskiej symetrii (np. P2, P2 <sub>1</sub> , P2 <sub>1</sub> /c).	2
La3	Rozwiązywanie problemów chemicznych związanych z wiązaniem wodorowym.	2
La4	Rozwiązywanie problemów strukturalnych: przeszukiwanie CSD pod kątem wybranych syntonów utworzonych z udziałem wiązania wodorowego lub oddziaływań halogenowych.	2
La5	Rozwiązywanie problemów strukturalnych: przegląd bazy danych pod kątem różnych odmian polimorficznych wybranych molekuł.	2
La6	Programy do analizy i wizualizacji struktur krystalicznych: PLATON, DIAMOND, CRYSTAL MAKER.	2
La7	Chemiczna, strukturalna i topochemiczna analiza wybranych kryształów dwuskładnikowych.	2
La8	Analiza przykładowych kokryształów i soli farmaceutycznych.	2
La9	Topochemiczna analiza organiczno-nieorganicznych sieci	4
La10	polimerowych. Przykłady izomerii supramolekularnej.	
La11- La13	Praca nad własnym projektem.	4
La14- La15	Prezentacja i obrona projektu.	4
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.
N2	Prezentacje multimedialne
N3	Wykorzystanie specjalistyczne oprogramowania.
N4	Przygotowanie sprawozdania i referatu
N5	Przygotowanie i prezentacja projektu
N6	Konsultacje

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W09	kolokwium
F1 (laboratorium)	PEK_U01	sprawozdanie
F2	PEK_U02	sprawozdanie
F3	PEK_U03	sprawozdanie
F4	PEK_U03	sprawozdanie
F5	PEK_U03	sprawozdanie
<b>P (laboratorium) = (F1 + F2 + F3 + F4 + F5) / 5</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[41] G. R. Desiraju, J. J. Vittal, A. Ramann, Crystal Engineering, World Scientific Publishing, 2011.</p> <p>[42] Pharmaceutical Salts and Cocrystals, edited by J. Wouters and L. Quere, RSC Publishing, 2012.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[28] Supramolecular Chemistry, J. W. Steed, J. L. Atwood, Wiley, 2000.</p> <p>[29] Supramolecular Chemistry, J. W. Steed, J. L. Atwood, Wiley, 2009.</p> <p>[30] Polymorphism in the Crystal Industry, edited by R. Hilfiker, Wiley-VCH, 2011.</p> <p>[31] Wydawnictwo periodyczne.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr. hab. Veneta Videnova-Adrabińska, prof. PWr, Veneta@pwr.wroc.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Inżynieria kryształów

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

**I SPECJALNOŚCI**

Chemia metali w biologii i środowisku

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***

<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C1	Wy1	N1, N2
<b>PEK_W02</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C2	Wy2	N1, N2
<b>PEK_W03</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C2	Wy3	N1, N2
<b>PEK_W04</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C1, C2, C3	Wy4	N1, N2
<b>PEK_W05</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C1, C2, C3	Wy5, Wy7, Wy8, Wy9, Wy10, Wy11, Wy12, Wy13	N1, N2
<b>PEK_W06</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C2, C3	Wy6, Wy7, Wy10, Wy11	N1, N2
<b>PEK_W07</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C2, C3, C4, C5	Wy8, Wy9, Wy10, Wy12, Wy13	N1, N2
<b>PEK_W08</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C1, C2, C3, C4	Wy10, Wy11	N1, N2
<b>PEK_W09</b>	K2Ach_W04, S2Ach2_W03	C1, C2, C3, C4	Wy12, Wy13, Wy14, Wy15	N1, N2
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	K2Ach_U04, S2Ach2_U02	C1, C2, C3	La1-La2	N3
<b>PEK_U02</b>	K2Ach_U04, S2Ach2_U02	C2, C3, C4	La3-La5	N3
<b>PEK_U03</b>	K2Ach_U04, S2Ach2_U02	C2, C3, C4	La6-La8	N3, N4
<b>PEK_U04</b>	K2Ach_U04, S2Ach2_U02	C2, C4, C5	La9-La10	N3, N4, N5
<b>PEK_U05</b>	K2Ach_U04, S2Ach2_U02	C2, C4, C5	La11-La15	N3, N4, N5, N6

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej



Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Catalytical applications of coordination compounds in organic synthesis</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień , stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023033</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	egzamin				
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 kontaktu	1				

\*niepotrzebne usunąć

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

16. Znajomość chemii organicznej, nieorganicznej i fizycznej na poziomie studiów
17. I stopnia
18. Znajomość elementarnej matematyki

...

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z podstawową terminologią obowiązującą w chemii koordynacyjnej ze szczególnym uwzględnieniem kompleksów wernerowskich, metaloorganicznych i metalonieorganicznych oraz klasterów.
C2	Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu termodynamiki i kinetyki kompleksów metali.
C3	Poznanie rodzajów wiązań występujących w związkach koordynacyjnych.
C4	Zapoznanie z izomerią związków koordynacyjnych.
C5	Zapoznanie z najważniejszymi metodami otrzymywania związków kompleksowych w tym tych o działaniu katalitycznym.
C6	Poznanie zastosowań związków koordynacyjnych metali
C7	Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą dotyczącą katalizy homogenicznej.
C8	Poznanie podstawowych reakcji wchodzących w skład cykli katalitycznych.
C9	Poznanie klasycznych reakcji organicznych wykorzystujących katalityczne działanie kompleksów metali przejściowych.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 - zna podstawowe pojęcia i potrafi nazwać związek kompleksowy	
PEK_W02 - poznała zagadnienia związane z trwałością związków kompleksowych metali	
PEK_W03 - wie, jakie oddziaływania determinują moc wiązania chemicznego w kompleksach	
PEK_W04 - jest zorientowana w zagadnieniach izomerii związków kompleksowych	
PEK_W05 - zna metody otrzymywania i analizy związków koordynacyjnych	
PEK_W06 - wie, jakie znaczenie mają związki kompleksowe w biologii i medycynie	
PEK_W07 - zna przykłady innych zastosowań związków kompleksowych	
PEK_W08 - zna podstawowe pojęcia kinetyki reakcji i zna metody pomiarów kinetycznych z udziałem związków koordynacyjnych metali	
PEK_W09 - zna istotne reakcje chemiczne wykorzystujące katalityczne ilości związków metaloorganicznych.	
PEK_W10 - zna główne elementy mechanizmów reakcji w chemii metaloorganicznej	
PEK_W11 - zna metody prowadzenia reakcji katalitycznej prowadzących do nieracemicznych produktów	

<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<b>Pojęcia podstawowe.</b> Rys historyczny. Definicja związku kompleksowego metalu. Nazewnictwo związków. Pojęcie liczby koordynacyjnej. Przykłady form kompleksowych o różnych liczbach koordynacyjnych .	2
Wy2	<b>Termodynamika i kinetyka procesów kompleksowania.</b> Podstawowe definicje. Stała trwałości. Równowagi reakcji kompleksowania. Czynniki wpływające na trwałość procesu	2

	kompleksowania. Efekty chelatowe i makrocycliczne. Twarde i miękkie kwasy i zasady Lewisa. Znaczenie stałych trwałości. Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej. Kinetyczny podział reakcji kompleksowania. Metody pomiarowe.	
Wy3	<b>Wiązania w kompleksach metali</b> . Rodzaje wiązań.	2
Wy4	<b>Izomeria kompleksów metali</b> . Rodzaje izomerii. Izomeria konstytucyjna i stereoizomeria. Przykłady izomerii. Izomeria spinowa, konformacyjna, supramolekularna.	2
Wy5	<b>Otrzymywanie związków kompleksowych metali</b> . Związki kompleksowe w roztworze oraz w ciele stałym. Związki metaloorganiczne, metalonieorganiczne i klasterowe. Rozpuszczalniki. Addycja nukleofilowa oraz reakcje utleniająco-redukujące. Reakcje insercji i eliminacji w ligandach. Ważniejsze typy reakcji chemicznych w syntezie kompleksów. Otrzymywanie związków optycznie czynnych. Metody fizykochemiczne stosowane w syntezie i analizie związków kompleksowych metali.	2
Wy6	<b>Zastosowanie związków metali. Przegląd ogólny</b> . Syntetyczne przenośniki tlenu. Czujniki pierwiastków i związków. Ogniw paliwowe. Baterie słoneczne. Zastosowania w elektronice. Nanotechnologia. Rola w ochronie środowiska.	2
Wy7	<b>Zastosowanie związków metali. Kompleksy metali w układach biologicznych</b> . Rola kompleksowania w układach biologicznych. Krzywa Bertranda. Przykłady związków kompleksowych metali w biologii. Makrocząsteczki jako podstawowa forma obecności metali w przyrodzie. Najważniejsze funkcje metali w przyrodzie: dostarczanie ładunku, stabilizacja struktury, przenoszenie elektronów, transport, funkcje katalityczne.	2
Wy8	<b>Zastosowanie związków metali. Leki nieorganiczne</b> . Leki w diagnostyce i terapii. Aktywne metale i aktywne ligandy.	2
Wy9	<b>Wstęp do katalizy. Kinetyka i mechanizmy</b> . Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej. Klasyfikacja reakcji kompleksowania. Reakcje wymiany. Podział reakcji podstawienia wg szybkości (klasy Graya-Langforda), konfiguracji jonu metalu, symetrii otoczenia formy kompleksowej .	2
Wy10	<b>Wstęp do katalizy. Kinetyka i mechanizmy reakcji kompleksowania</b> . Reakcje z rozpuszczalnikiem. Efekt trans, Reakcje redoks. Mechanizmy zewnętrzno i wewnętrznosferowe. Kinetyka reakcji związków izomerycznych . Metody pomiarowe i teoretyczne w analizie kinetycznej.	2
Wy11	<b>Podstawowe pojęcia z dziedziny katalizy</b> . Przypomnienie istotnych zagadnień dotyczących kinetyki katalizowanych reakcji chemicznych, RDS oraz metod aktywacji w chemii organicznej. Wprowadzenie pojęć obrotów katalitycznych (TON, TOF) do opisu aktywności i żywotności katalizatora.	1

Wy12	<b>Mechanizmy reakcji metaloorganicznych.</b> Przedstawienie istotnych składowych elementów mechanizmów katalizy metaloorganicznej: oksydatywna addycja-reduktywna eliminacja, migracyjna addycja i beta-eliminacja, atak nukleofilowy i elektrofilowy na atomy węgla związane z metalem centralnym, procesy transmetalowanie. Przedstawienie warunków wzajemnej orientacji ligandów, oraz odpowiedniego doboru ligandów.	3
Wy13	<b>Klasyczne reakcje hydrogenacji.</b> Przedstawienie procesów homogenicznych hydrogenacji i hydroformylowania z udziałem kompleksów rodu i rutenu. Przedstawienie przykładów reakcji enancjoselektywnych.	1
Wy14	<b>Klasyczne reakcje katalizowane kompleksami palladu.</b> Przedstawienie mechanizmów, ogólnych zasad kierujących reaktywnością i zastosowań dla szeregu klasycznych reakcji z udziałem płaskich kwadratowych kompleksów miedzi i palladu. Omawianymi reakcjami będą reakcje Suzuki-Miaura, Negishi, Stille, Tsuji'ego-Trosta, Hecka, Buchwalda-Hartwiga, Ullmana (Cu) i Sonogashiry. Przedstawione zostaną wybrane przykłady zastosowań asymetrycznych.	4
Wy15	<b>Reakcje metatezy.</b> Przedstawienie mechanizmów i przykładów zastosowań reakcji metatezy z udziałem karbenowych kompleksów rutenu (Grubbsa) i molibdenu (Schrock).	1
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Wykład problemowy

<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) PEK_W01-PEK_W11	S2Ach3	Egzamin końcowy

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [43] A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa, 2010  
 [44] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa, 2010  
 [45] W. Kaim, B. Schwederski, Bioinorganic Chemistry: inorganic elements in  
 [46] the chemistry of life. An Introduction and Guide, Wiley (1994)  
 [47] A. Bartecki, Chemia pierwiastków przejściowych, OW PWr, Wrocław (1996)  
 [48] Hegedus, L. S.; Söderberg, B. C. G.: Transition Metals in the Synthesis of Complex Organic Molecules, 3<sup>rd</sup> Ed. University Science Books, Sausalito CA (2010).

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [32] R.M. Roat-Malone, Chemia bionieorganiczna, PWN, 2010,  
 [33] M.J. Kendrick, M.T. May, M.J. Plishka, K.D. Robinson, Metals in Biological Systems, E.Horwood (1992)  
 [34] Comprehensive Coordination Chemistry, Elsevier (2004)  
 [35] Pruchnik, F.: Kataliza homogeniczna, PWN (1993)

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof.dr hab. Maria Cieślak-Golonka**, maria.golonka@pwr.wroc.pl

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie

#### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
PEK_W01	S2Ach3_W06	C1	W1	N1,N2
PEK_W02	S2Ach3_W06	C2	W2, W9, W10	N1,N2
PEK_W03	S2Ach3_W06	C3	W3	N1,N2
PEK_W04	S2Ach3_W06	C4	W4	N1,N2
PEK_W05	S2Ach3_W06	C5	W5	N1,N2
PEK_W06	S2Ach3_W06	C6	W7, W8	N1,N2
PEK_W07	S2Ach3_W06	C6	W6	N1,N2
PEK_W08	S2Ach3_W06,	C2	W9,W10	N1,N2
PEK_W09	S2Ach3_W06	C7, C9	Wy13, Wy14, Wy15	N1, N2
PEK_W10	S2Ach3_W06	C7, C8	Wy11, Wy12	N1, N2
PEK_W11	S2Ach3_W06	C6, C7, C9	Wy13, Wy14, Wy15	N1, N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Kompleksy metali i ich zastosowania</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Metal complexes and their application.</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień , stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023025</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90				
Forma zaliczenia	egzamin				
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 kontaktu	1				

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
19.	znajomość chemii nieorganicznej i organicznej na poziomie studiów I stopnia
20.	Znajomość elementarnej matematyki
...	

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z podstawową terminologią obowiązującą w chemii koordynacyjnej metali

C2	Uzyskanie podstawowej wiedzy o wiązaniu chemicznym związków koordynacyjnych metali i metodach jego określenia
C3	Uzyskanie najważniejszych wiadomości o termodynamicznej charakterystyce procesu kompleksowania
C4	Poznanie podstawowych pojęć z dziedziny katalizy i mechanizmu reakcji z udziałem związków koordynacyjnych metali
C5	Zapoznanie z najważniejszymi metodami otrzymywania związków kompleksowych
C6	Poznanie najważniejszych zastosowań związków kompleksowych metali

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 - zna podstawowe pojęcia i potrafi napisać wzór chemiczny i nazwać związek kompleksowy

PEK\_W02 - wie, jakie oddziaływania determinują moc wiązania chemicznego w kompleksach z ligandami biologicznymi

PEK\_W03 - zna metody fizykochemiczne, którymi można określić wiązanie w związkach koordynacyjnych metali

PEK\_W04 - poznała czynniki wpływające na trwałość związków kompleksowych metali

PEK\_W05 - wie, jak można wyznaczyć eksperymentalnie stałe trwałości

PEK\_W06 - zna podstawowe pojęcia kinetyki reakcji i zna metody pomiarów kinetycznych z udziałem związków koordynacyjnych metali

PEK\_W07 - zna metody otrzymywania kompleksów w postaci stałej

PEK\_W08 - wie, jakie znaczenie posiadają związki kompleksowe metali w przyrodzie oraz zna najważniejsze ich zastosowania w działalności człowieka

#### Z zakresu kompetencji społecznych:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_K01 –

PEK\_K02

...

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Pojęcia podstawowe.</b> Rys historyczny chemii koordynacyjnej. Etapy rozwoju chemii koordynacyjnej. Związek kompleksowy metalu. Atom centralny. Ligandy. Nazewnictwo związków. Pojęcie liczby koordynacyjnej. Liczba koordynacyjna a położenie pierwiastka w układzie okresowym. Liczba koordynacyjna a geometria otoczenia jonu metalu. Przykłady form kompleksowych o różnych liczbach koordynacyjnych.	2
Wy2	<b>Wiązanie chemiczne w związkach kompleksowych.</b> Charakterystyka ogólna wiązań. Moc wiązań. Oddziaływanie silne-wiązanie jonowe. Teoria pola krystalicznego. Energie oddziaływań	5

	międzyelektronowych i szeregi spektrochemiczne. Efekt Jahna Tellera. Oddziaływania silne-wiązania kowalencyjne. Teoria orbitali molekularnych w zastosowaniu do związków koordynacyjnych. Teoria pola ligandów. Oddziaływania średniej mocy oraz słabe. Wokół wiązań chemicznych: elektroujemność i twardość. Wybrane metody badania wiązań chemicznych.	
Wy3	<b>Izomeria kompleksów metali.</b> Izomeria konstytucyjna i stereoizomeria. Izomeria spinowa, konformacyjna, supramolekularna. Przykłady. Metody badania izomerów.	2
Wy4	<b>Termodynamiczna charakterystyka procesów kompleksowania.</b> Stała trwałości i jej związek z funkcjami stanu. Czynniki wpływające na zmianę entalpii i entropii procesu kompleksowania. Równowagi reakcji kompleksowania w roztworach wodnych. Warunkowe stałe trwałości. Czynniki wpływające na trwałość procesu kompleksowania: zależność od jonu metalu i liganda. Efekty chelatowe i makrocycliczne. Twarde i miękkie kwasy i zasady Lewisa. Metody wyznaczania stałych trwałości. Znaczenie stałych trwałości.	2
Wy5	<b>Kinetyka i mechanizmy reakcji kompleksowania.</b> Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej. Klasyfikacja reakcji kompleksowania. Reakcje wymiany. Podział reakcji podstawienia wg szybkości (klasy Graya-Langforda), konfiguracji jonu metalu, symetrii otoczenia formy kompleksowej. Reakcje z rozpuszczalnikiem. Efekt trans, Reakcje redoks. Mechanizmy zewnętrzno i wewnętrznosferowe. Kinetyka reakcji związków izomerycznych. Fotokinetyka. Metody pomiarowe i teoretyczne w analizie kinetycznej.	2
Wy6	<b>Otrzymywanie związków kompleksowych metali.</b> Związki kompleksowe w roztworze oraz wyizolowane. Addycja nukleofilowa oraz reakcje utleniająco-redukujące. Reakcje insercji i eliminacji w ligandach. Warunki syntezy-parametry fizyczne procesu. Parametryzacja rozpuszczalników. Liczby donorowe i akceptorowe. Ważniejsze typy reakcji chemicznych w syntezie kompleksów. Otrzymywanie związków optycznie czynnych. Metody otrzymywania kompleksów makrocząsteczkowych. Metody fizykochemiczne stosowane w syntezie związków kompleksowych metali.	3
Wy7	<b>Związki metaloorganiczne, metalonieorganiczne i klasterowe.</b> Podstawowe definicje. Kompleksy metaloorganiczne a kompleksy wernerowskie. Podział kompleksów ze względu na krotność wiązań M-L. Przykłady kompleksów karbylowych, karbenowych, karbinowych metali. Kompleksy $\pi$ . Kompleksy alkenowe, alkinowe, allenowe. Kompleksy z ligandami i trój-, cztero i więcej elektronowymi. Kompleksy cyklopentadienylowe. Kompleksy z ligandami $\pi$ akceptorowymi. Ligandy donorowo-akceptorowe. Otrzymywanie i właściwości karbonylków metali. Związki metalonieorganiczne. Zastosowanie związków metalonieorganicznych. Klasterowe kompleksy metali. Właściwości i zastosowanie klasterów.	3



Wy8	<b>Kompleksy metali w układach biologicznych.</b> Rola kompleksowania w układach biologicznych. Krzywa Bertranda. Przykłady związków kompleksowych metali w biologii. Makrocząsteczki jako podstawowa forma obecności metali w przyrodzie. Najważniejsze funkcje skompleksowanych metali w przyrodzie: dostarczanie ładunku, stabilizacja struktury, przenoszenie elektronów, transport, funkcje katalityczne.	2
Wy9	<b>Elementy chemii supramolekularnej metali.</b> Podstawowe definicje. Ligandy w chemii supramolekularnej. Charakterystyka najważniejszych ligandów. Samoorganizacja molekularna jako główny kierunek rozwoju chemii supramolekularnej. Oddziaływania międzycząsteczkowe w układach supramolekularnych. Chemia koordynacyjna a chemia supramolekularna.	2
Wy10	<b>Spektroskopia elektronowa jako narzędzie pracy w chemii koordynacyjnej metali.</b> Spektroskopia a spektrofotometria. Stany energetyczne elektronu i reguły wyboru. Przykłady zastosowań. Zastosowanie spektroskopii w nanochemii.	2
Wy11	<b>Zastosowanie związków metali. Przegląd ogólny.</b> Syntetyczne przenośniki tlenu. Czujniki pierwiastków i związków. Katalizatory. Ogniwia paliwowe. Baterie słoneczne. Zastosowania w elektronice. Nanotechnologia. Rola w ochronie środowiska.	2
Wy12	<b>Szczegółowe przykłady zastosowania związków metali.</b> 1)Chrom w biologii i środowisku. Znaczenie geometrii koordynacyjnej i stopnia utlenienia. Metabolity chromu. Modele genotoksyczności chromu. 2)Metale w medycynie. Najważniejsze leki nieorganiczne w diagnostyce i terapii.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Wykład problemowy
N3	
...	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)		Egzamin końcowy
PEK_W01-PEK_W12	S2Ach2	

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [49] A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa, 2010  
[50] M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, Wstęp do chemii koordynacyjnej, PWN, Warszawa, 2010  
[51] W. Kaim, B. Schwederski, Bioinorganic Chemistry: inorganic elements in the chemistry of life. An Introduction and Guide, Wiley (1994)  
[52] A. Bartecki, Chemia pierwiastków przejściowych, OW PWr, Wrocław (1996)

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [36] R.M. Roat-Malone, Chemia bionieorganiczna, PWN, 2010,  
[37] M.J. Kendrick, M.T. May, M.J. Plishka, K.D. Robinson, Metals in Biological Systems, E.Horwood (1992)  
[38] Comprehensive Coordination Chemistry, Elsevier (2004)

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof.dr hab. Maria Cieślak-Golonka**, maria.golonka@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Kompleksy metali i ich zastosowania

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

**I SPECJALNOŚCI**

...Chemia metali w biologii i środowisku

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
PEK_W01	S2Ach_W01	C1	W1	N1,N2
PEK_W02	S2Ach2_W02	C2	W1,W8	N1,N2
PEK_W03	S2Ach2W03, S2Ach2_W07, S2Ach2_W04,	C2	W3	N1,N2
PEK_W04	S2Ach2_W01, S2Ach2_W04, S2Ach2_W07	C3, C4	W2, W10	N1,N2
PEK_W05	S2Ach2_W07, S2Ach2_W01, S2Ach2_W04	C3	W4,W5	N1,N2
PEK_W06	S2Ach2_W01, S2Ach2_W04,	C4	W5	N1,N2
PEK_W07	S2Ach2_W01, S2Ach2_W07,	C5	W6,W7	N1,N2
PEK_W08	S2Ach2_W01, S2Ach2_W02, S2Ach2_W05, S2Ach2_W06,	C6	W11,W12	N1,N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Krystalografia</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Crystallography</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023011</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,5			

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
21.	Znajomość chemii organicznej i nieorganicznej na poziomie studiów I stopnia
22.	Znajomość geometrii analitycznej i teorii grup na poziomie podstawowym

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – Zna podstawowe pojęcia i koncepcję kryształu i sieci krystalicznej.

PEK\_W02 – Zna podstawowe oddziaływania międzycząsteczkowe i rozumie ich charakter.

PEK\_W03 – Zna mikroskopowe i makroskopowe elementów symetrii w kryształach i rozumie ich kombinacje.

PEK\_W04 – Zna krystalograficzne grupy punktowe i rozumie krystalograficzne grupy przestrzenne.

PEK\_W05 – Zna podstawowych struktur pierwiastków i najważniejszych struktur jonowych.

PEK\_W06 – Zna równanie Bragga-Wulfa i poznała zasady krystalografii rentgenowskiej.

PEK\_W07 – Wie co to jest czynnik struktury i zna zasady systematycznego wygaszania refleksów.

PEK\_W08 – Ma wiedzę na temat Krystalograficznych Baz Danych.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – Umie się posługiwać zasobami Bazy Danych Strukturalnych Cambridge.

PEK\_U02 – Potrafi określić indeksy Milera.

PEK\_U03 – Potrafi odczytać informacji zawartej w symbolu grupy przestrzennej

PEK\_U04 – Potrafi odróżnić centro-symetryczne od nie centro-symetrycznych grup przestrzennych.

PEK\_U05 – Potrafi posługiwać się Tablicami Krystalograficznymi (International Crystallographic Tables)

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Przedmiot kursu krystalografia.</b> Podstawowe pojęcia i koncepcje. Krystalochemia. Krystalografia geometryczna; krystalografia fizyczna; krystalografia optyczna; krystalografia strukturalna; krystalografia dyfrakcyjna.	2
Wy2	<b>Symetria: operacje symetrii, elementy symetrii.</b> Symetria zbiorów	2

	skończonych.	
Wy3	<b>Teoria sieciowa.</b> Sieć prosta, sieć złożona. Komórka elementarna. Wskaźniki węzłów sieci; symbole prostej sieciowej i płaszczyzny węzłowej. Prawo pasowe. Układy krystalograficzne.	2
Wy4	<b>Dwu- i trójwymiarowe sieci translacyjne.</b> Typy komórek elementarnych. Trójosiowy i czteroosiowy układ współrzędnych w układzie heksagonalnym. Sieć odwrotna.	2
Wy5	<b>Krystalograficzne grupy punktowe.</b> Projektowanie elementów symetrii. Rzuty stereograficzne. Kombinacje elementów symetrii; zasady tworzenia międzynarodowych krystalograficznych klas symetrii.	2
Wy6	<b>Morfologia kryształów.</b> Symetria wielościanów. Postacie proste i złożone; symbole ścian. Przegląd postaci prostych w krystalograficznych klasach symetrii.	2
Wy7	<b>Strukturalne elementy symetrii.</b> Osie śrubowe i płaszczyzny poślizgu; symbole międzynarodowe i graficzne. Kombinacje elementów symetrii. Składanie osi i płaszczyzn z translacją.	2
Wy8	<b>Krystalograficzne grupy przestrzenne.</b> Jedno i dwu- i trójwymiarowe sieci. Pozycje ogólne i pozycje szczególne. Symbole międzynarodowe. Interpretacja informacji z Międzynarodowych Tablic Krystalograficznych.	2
Wy9	<b>Trójwymiarowe grupy przestrzenne.</b> Symbole międzynarodowe (pełen i skrócony zapis). Pozycje ogólne i pozycje szczególne	2
Wy10	<b>Kryształ w kontekście organizacji i energii sieci.</b> Wiązanie chemiczne. Oddziaływanie międzycząsteczkowe.	2
Wy11	<b>Klasyfikacja ciał krystalicznych.</b> Zwarta warstwa heksagonalna, zwarte struktury przestrzenne. Pozycje międzywęzłowe i typy luk w gęsto opakowanych strukturach. Przegląd podstawowych struktur pierwiastków. Promienie atomowe.	2
Wy12	<b>Struktury jonowe.</b> Krystaliczne promienie jonowe. Przegląd przykładowych sieci dwu i trójskładnikowych.	2
Wy13	<b>Krystalografia rentgenowska.</b> Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Teoria Lauego. Teoria Bragga-Wulfa. Wskaźniki refleksów. Konstrukcja Ewalda.	2
Wy14	<b>Natężenie rentgenowskich refleksów dyfrakcyjnych.</b> Wygaszania systematyczne.	2
Wy15	<b>Krystalograficzne Bazy Danych.</b> Analiza typowych struktur krystalicznych.	2

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Operacje symetrii. Macierzowe przedstawienie przekształceń symetrycznych.	1
Ćw2	Działanie elementów symetrii i ich kombinacji.	1
Ćw3	Symbole kierunków i płaszczyzn krystalograficznych. Prawo pasowe.	1

Ćw4	Obliczenia geometryczne	1
Ćw5	Układ heksagonalny- czterokątnikowe symbole.	1
Ćw6	Składanie elementów symetrii. Grupy punktowe.	1
Ćw7	Projekcje stereograficzne elementów symetrii. Rzuty stereograficzne postaci kryształów	1
Ćw8	Proste i złożone sieci dwu- i trójwymiarowe. Symetria sieci płaskich. Dwuwymiarowe grupy przestrzenne.	1
Ćw9	Symetria sieci trójwymiarowych. Trójwymiarowe grupy przestrzenne.	1
Ćw10	Gęste upakowanie kul. Struktury pierwiastków. Stopień wypełnienia przestrzeni i luki - obliczenia.	1
Ćw11-	Struktury dwuskładnikowe. Obliczenia .	1
Ćw12- Ćw13	Równanie Bragga. Obliczenia.	2
Ćw14- Ćw15	Systematyczne wygaszanie refleksów. Grupy dyfrakcyjne Lauego.	2
Suma godzin		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.
N2	Prezentacje multimedialne
N3	Wykorzystanie specjalistycznego oprogramowania.
N4	Rozwiązywanie zadań
N5	Konsultacje

<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)	PEK_W01 – PEK_W09	egzamin
F1 (ćwiczenia)	PEK_U01	kolokwium
F2(ćwiczenia)	PEK_U02	kolokwium
<b>P</b> (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 Gigla, K. Stróż, M. Surowiec, Krystalografia, PWN, Warszawa 1996.
4. Zofia Kosturkiewicz, Metody krystalografii, Wydawnictwo naukowe UAM, 2000.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

5. Werner Massa, Crystal Structure Determination, Springer, Berlin, 2004.
6. J. Glusker and K. Trueblood, Crystal Structure Analysis, Oxford Science Publication, 2010

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr. hab. Veneta Videnova-Adrabińska, prof. PWr, Veneta@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Krystalografia

Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

I SPECJALNOŚCI

Chemia metali w biologii i środowisku

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	K2Ach_W04	C1	Wy1	N1
PEK_W02	K2Ach_W04	C2	Wy10-Wy12	N1, N2
PEK_W03	K2Ach_W04	C3	Wy2, Wy7	N1, N2
PEK_W04	K2Ach_W04	C3	Wy4, Wy5, Wy8	N1, N2
PEK_W05	K2Ach_W04	C2, C4	Wy11, Wy12	N1, N2
PEK_W06	K2Ach_W04	C5	Wy13,	N1, N2
PEK_W07	K2Ach_W04	C5	Wy14	N1, N2
PEK_W08	K2Ach_W04	C6	Wy15	N1, N2
(umiejętności) PEK_U01	K2Ach_U04	C6	Ćw1-Ćw15	N3
PEK_U02	K2Ach_U04	C3	Ćw3-Ćw5	N2, N4
PEK_U03	K2Ach_U04	C3	Ćw2-Ćw9	N2, N4
PEK_U04	K2Ach_U04	C3, C4	Ćw2-Ćw9	N2, N4
PEK_U05	K2Ach_U04	C1, C3, C5	Ćw9	N2, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Leki nieorganiczne</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Inorganic drugs</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023026</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	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 kontaktu (BK)	1				

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
Znajomość chemii nieorganicznej i organicznej po I stopniu studiów

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Poznanie podstawowych zagadnień i metod stosowanych w chemii medycznej.
C2	Poznanie nowoczesnych technik diagnostyki medycznej (PET, MR, SPECT) oraz zastosowań związków metali i radioizotopów w metodach diagnostycznych.
C3	Uzyskanie ogólnej wiedzy o budowie chemicznej, metodach otrzymywania i mechanizmach działania leków nieorganicznych
C4	Poznanie kierunków rozwoju zastosowań chemii nieorganicznej w medycynie



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – Ma podstawową wiedzę o współczesnych technikach diagnostyki medycznej: rezonansu magnetycznego (MR), pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) i medycynie nuklearnej (SPECT).

PEK\_W02 – Ma ogólną wiedzę o zastosowaniu związków nieorganicznych w terapii i diagnostyce medycznej oraz o aktualnych kierunkach rozwoju i odkryciach w tym zakresie.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja leków. Miejsca działania leków. Lek od pomysłu do wdrożenia. Testowanie leków i fazy badań klinicznych.	2
Wy2	Rozwój leków nieorganicznych. Określenie toksyczności leków. Diagram Bertranda.	2
Wy3	Rozwój diagnostyki medycznej i zastosowanie związków nieorganicznych. Środki kontrastowe w badaniach rentgenowskich. Nowoczesne metody diagnostyczne: rezonans magnetyczny (aparatura i mechanizm). Zastosowanie związków kompleksowych gadolinu(III) oraz nanocząstek tlenków żelaza jako kontrasty typu T1 i T2 w metodach rezonansu magnetycznego (MR).	2
Wy4	Metoda PET (pozytonowa tomografia emisyjna). Aparatura i mechanizm metody PET. Zastosowanie związków zawierających izotopy: F-18, O-15, N-13 i C-11. Zastosowanie izotopów metali w metodzie PET (Cu-64, Rb-82 i Ga-68). Przenośny generator do otrzymywania emiterów pozytonów.	2
Wy5	Medycyna nuklearna i zastosowanie pierwiastków emitujących promieniowanie gamma. Scyntygrafia i metoda SPECT w diagnostyce nowotworów. Zastosowanie związków kompleksowych zawierających izotopy metali: technetu (Tc-99m), galu (Ga-67) oraz indu (In-111).	2
Wy 6	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w terapii medycznej: związki samaru (Sm-153) i cyny (Sn-117). Zastosowanie przeciwciał monoklonalnych zawierających izotopy jodu (I-131) oraz itru (Y-90). Zastosowanie związków boru (B-10) w metodzie BNC do usuwania guzów nowotworowych.	2
Wy7	Przyczyny powstawania chorób nowotworowych. Mutageny fizyczne i chemiczne. Antyonkogeny, białko p-53, apoptoza. Przegląd różnych metod chemioterapii. Leki działające bezpośrednio na DNA: leki alkilujące, interkalatory i „przecinacze” łańcucha DNA. Struktura Bleomycyn i rola jonów żelaza w ich działaniu.	2

Wy8	Odkrycie cisplatyny. Hydroliza i kinetyka wiązania do DNA. Struktury adduktów kompleksów platyny z DNA. Mechanizm antynowotworowego działania cisplatyny.	2
Wy9	Inne związki platyny(II) i platyny(IV) stosowane jako leki II i III generacji. Struktury karboplatyny, oksaliplatyny, nedaplatyny i pikoplatyny. Syntezy kompleksów platyny.	2
Wy10	Poszukiwanie nie-platynowych związków o właściwościach przeciwnowotworowych . Związki palladu, tytanu, cyny i germanu. Leki zawierające arsen (Trisenox) oraz kompleksy galu(III)	2
Wy11	Kompleksy rutenu jako selektywne środki w leczeniu przerzutów choroby nowotworowej. Syntezy i struktury związków nowych związków rutenu. Mechanizm transportu i antynowotworowego działania kompleksów rutenu.	2
W12	Zastosowanie związków bizmutu w medycynie. <i>Helicobacter pylori</i> . Mechanizm zwalczania tej bakterii przez związki bizmutu. Leki przeciwbakteryjne zawierające siarkę. Sulfonamidy, penicyliny, cefalosporyny, inne leki.	2
Wy13	Kompleksy wanadu w leczeniu cukrzycy: nieorganiczne sole wanadu (siarczan wanadylu), związki kompleksowe oxowanadu o koordynacji typu V-O, V-N, V-S. Chryzoterapia – zastosowanie związków złota w medycynie. Leczenie przewlekłego artretyzmu i innych chorób (właściwości przeciwnowotworowe).	2
Wy14	Związki zawierające atomy fluorowca: wziewne środki znieczulające (mechanizm działania). Związki nieorganiczne jako środki dezynfekujące i odkażające	2
Wy15	Perspektywy kierunków rozwoju i zastosowań związków nieorganicznych w medycynie.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	Wykład z prezentacją multimedialną
----	------------------------------------

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P</b>	PEK_W01 – PEK_W02	egzamin końcowy

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [53] G.L. Patrick, *Chemia medyczna. Podstawowe zagadnienia*. II wyd. WNT Warszawa, 2003.
- [54] A. Zejca, M. Gorczyca, *Chemia Leków*, Wydawn. PZWL, 2002.
- [55] H.B. Kraatz, N. Metzler-Nolte, *Concepts and Models in Bioinorganic Chemistry*, 2006, Rozdział 2: *Medicinal Inorganic Chemistry*, strony 25 – 46
- [56] E. Alessio (Ed) *Bioinorganic Medicinal Chemistry*, Wiley, 2011
- [57] J.C. Dabrowiak *Metals in Medicine*. Wiley, 2009

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] H. Sun (Ed) *Biological Chemistry of Arsenic, Antimony and Bismuth* (2011).
- [7] D. Herder, *Bioinorganic Vanadium Chemistry* (2008).

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**prof. zw. dr hab. inż. Danuta Michalska-Fąk**, danuta.michalska@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Leki nieorganiczne

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Chemia metali w biologii i środowisku

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	X2A_W03, X2A_W05, X2A_W06	C2	Wy3 – Wy5, Wy15	N1
PEK_W02	X2A_W03, X2A_W05, X2A_W06	C1, C3, C4	Wy1, Wy2, Wy6-15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Metale a środowisko</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Metals and Environment</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>OSC020008</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

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

23. Znajomość chemii nieorganicznej na poziomie studiów I stopnia.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z naturalnymi i zakłóconymi przez człowieka migracjami metali w przyrodzie.
C2	Uzyskanie podstawowej wiedzy o geochemii pierwiastków metalicznych.
C3	Wykształcenie wrażliwości ekologicznej na konieczność minimalizowania antropogenicznych źródeł metali w środowisku.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – ma podstawową wiedzę o rozpowszechnieniu i migracjach pierwiastków ważnych biologicznie i ekologicznie,	
PEK_W02 – zna wpływ pierwiastków śladowych na przyrodę ożywioną,	
PEK_W03 – poznał nowe technologie wydobywania metali (bio- i fitogórnictwo),	
PEK_W04 – potrafi wyjaśnić zależność warunków życia w zbiornikach wodnych od potencjału redoks i pH,	
PEK_W05 – zna zasady zrównoważonego rozwoju i wynikające z nich wymagania wobec procesów technologicznych,	
PEK_W06 – posiada wiedzę o ekologicznych konsekwencjach recyklingu surowców.	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Powstawanie pierwiastków. Struktura wewnętrzna Ziemi. Cykle geochemiczne.	2
Wy2	Chemia ekosystemów wodnych. Procesy oksydacyjno-redukcyjne, diagramy E-pH.	2
Wy3	Litosfera, atmosfera. Rozpowszechnienie metali w skorupie Ziemi. Czynniki geochemiczne gleby.	2
Wy4	Metale w środowisku. Toksyczność metali.	2
Wy5	Żelazo: cykl geochemiczny, żelazo w przemyśle, korozja.	2
Wy6	Charakterystyka geochemiczna i ekologiczna pierwiastków: Li, K, Na, Be, Mg, Ca, Al, Sb, Se.	2
Wy7	Charakterystyka geochemiczna i ekologiczna pierwiastków: Cu, Zn, V, Cr, Mo, Mn, Ni, Co, pierwiastki <i>f</i> -elektronowe.	2
Wy8	Charakterystyka geochemiczna i ekologiczna pierwiastków: Hg, Pb, As, Cd.	2
Wy9	Recykling – odzysk metali ze zużytych produktów przemysłowych.	2
Wy10	Pierwiastki promieniotwórcze. Ekologiczne aspekty zastosowań energii jądrowej.	2
Wy11	Gleby i atmosfera – zanieczyszczenia metaliczne, remediacja.	2
Wy12	Hydro- i biohydrometalurgia. Wykorzystanie organizmów w	2

	wydobyciu metali – bio- i fitogórnictwo.	
Wy13	Metale a zasada zrównoważonego rozwoju.	2
Wy14	Zanieczyszczenia metaliczne w wybranych ekosystemach (Morze Bałtyckie, Morze Północne, zlewnie tych mórz).	2
Wy15	Zaliczenie wykładu na podstawie prezentacji przygotowanych przez studentów.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład z prezentacją multimedialną

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 – PEK_W14	Prezentacja zadanego zagadnienia przedstawiona w formie elektronicznej (3,0 – 4,0) lub wystąpienie ustne (3,0 – 5,5)

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[58] Peter O’Neill – CHEMIA ŚRODOWISKA, PWN 1998</p> <p>[59] Brian J. Alloway – CHEMICZNE PODSTAWY ZANIECZYSZCZANIA ŚRODOWISKA, PWN 1999</p> <p>[60] Zdzisław M. Migaszewski, A. Gałuszka – PODSTAWY GEOCHEMII ŚRODOWISKA, WNT 2007</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[39] R. B. Clark – MARINE POLLUTION, Oxford 2001</p> <p>[40] Alina Kabata-Pendias – BIOGEOCHEMIA PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH, PWN 1999</p> <p>[41] Stanley E. Manahan – TOKSYKOLOGIA ŚRODOWISKA. ASPEKTY CHEMICZNE I BIOCHEMICZNE, PWN 2006</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr hab. inż. Marek Duczmal</b> , marek.duczmal@pwr.wroc.pl

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Metale a środowisko**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
**Chemia**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	wykład wybieralny	C1, C2	Wy1, Wy3, Wy5–Wy8	N1
<b>PEK_W02</b>		C3	Wy7–Wy11	N1
<b>PEK_W03</b>		C2, C3	Wy12, Wy13	N1
<b>PEK_W04</b>		C1	Wy2, Wy14	N1
<b>PEK_W05</b>		C3	Wy4, W13	N1
<b>PEK_W06</b>		C3	W9	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wrocławska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Metale w biologii</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Metals in biology</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>BLC023004</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1		

\*niepotrzebne usunąć

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

24. Znajomość chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej na poziomie studiów I stopnia
25. Znajomość podstaw pracy w laboratorium chemicznym na poziomie studiów I stopnia
26. Znajomość podstaw spektroskopii na poziomie studiów I stopnia



<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Poznanie roli jonów metali w organizmach żywych, aspektów termodynamicznych i kinetycznych determinujących specyfikę ich oddziaływania z biocząsteczkami oraz najważniejszych funkcji metali w układach biologicznych.
C2	Poznanie mechanizmów i chemii pozyskiwania jonów metali ze środowiska, systemów transportu, akumulacji, kontroli stężenia wewnątrzkomórkowego zapewniających homeostazę ważnych biologicznie jonów metali w organizmach żywych.
C3	Uzyskanie wiedzy na temat budowy i najważniejszych funkcji metaloprotein uczestniczących i nie uczestniczących w procesach katalitycznych oraz relacji między właściwościami jonów metali w centrach aktywnych i funkcjami białek.
C4	Poznanie praktycznych aspektów wykorzystania spektroskopii UV-Vis, IR i Ramana w analizie związków kompleksowych modelujących właściwości metalicznych centrów aktywnych w substancjach biologicznych.
C5	Nabycie umiejętności w zakresie preparatyki związków kompleksowych z ligandami o znaczeniu biologicznym i izolowania związków biologicznych z produktów naturalnych
C6	Nabycie umiejętności w zakresie obróbki i interpretacji danych pomiarowych UV-Vis, IR i Ramana związków o znaczeniu biologicznym.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_W01 – Potrafi dokonać klasyfikacji metali stosując jako kryteria: ich wykorzystanie przez organizmy żywe, właściwości toksyczne oraz wykorzystanie w diagnostyce medycznej i jako leki; właściwości red-ox lub ich brak oraz ich funkcje w układach biologicznych.
- PEK\_W02 – Ma wiedzę o hierarchicznej strukturze białek, potrafi scharakteryzować oddziaływania determinujące strukturę pierwszo-, drugo-, trzecio- i czwartorzędową, zna aminokwasowe reszty boczne, które są potencjalnymi miejscami wiązania jonów metali,
- PEK\_W03 – Poznała ogólną budowę DNA, RNA i ich składników oraz specyfikę kompleksowania przez nie jonów metali,
- PEK\_W04 – Potrafi opisać oddziaływania metal ligand w aspekcie termodynamicznym i kinetycznym, zna teorię twardych kwasów i zasad (HSAB), potrafi wyjaśnić preferencje określonych metali względem odpowiednich ligandów, zna typowe struktury koordynacyjne jonów metali w metaloproteinach,
- PEK\_W05 – Ma podstawową wiedzę o pozyskiwaniu jonów metali ze środowiska, biernym i aktywnym transporcie do komórki i akumulacji w komórce. Ma podstawową wiedzę o generowaniu i wykorzystaniu gradientu stężeń jonów  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Ca}^{2+}$  oraz systemach transportu i kontroli stężenia wewnątrzkomórkowego jonów żelaza i miedzi. Umie opisać i porównać budowę i mechanizmy działania ATP-az typu P, zna budowę i mechanizmy działania kanałów bramkowanych stężeniem liganda i zmianami potencjału błony oraz kanałów międzykomórkowych,
- PEK\_W06 – Zna podstawowe pojęcia związane z katalizą enzymatyczną. Ma podstawową

wiedzę o reakcjach enzymatycznych katalizowanych przez metaloenzymy zawierające w centrach aktywnych jony nie uczestniczące w procesach red-ox, oraz o metaloproteinach z centrami red-ox pełniących funkcje katalityczne i niekatalityczne,

- PEK\_W07 – Ma podstawowe wiadomości o strukturalnej roli jonów metali w białkach i kwasach nukleinowych i potrafi wyjaśnić zależność między właściwościami jonów wykorzystywanych w tym celu i ich funkcją.
- PEK\_W08 –Zna konsekwencje szkodliwego działania Cd, Hg, Pb i Al oraz biologiczne mechanizmy obrony przed tymi metalami. Ma podstawowe wiadomości o kompleksach metali stosowanych w medycynie i diagnostyce medycznej.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_U01 –Umie zsyntezować izomery *cis* i *trans* bis(glicynianu) miedzi(II), zinterpretować widma UV-Vis, IR i Ramana obu izomerów i na ich podstawie rozróżnić oba izomery,
- PEK\_U02– Umie zastosować spektroskopię UV-Vis do określenia wpływu pH na równowagi kompleksowania w roztworach miedź(II)-glicyloglicyna,
- PEK\_U03 – Umie zsyntezować tetrafenylporfiryne i jej kompleksy z jonami Zn(II) i Ni(II) oraz zbadać właściwości kompleksów za pomocą spektroskopii UV-Vis,
- PEK\_U04 – Potrafi scharakteryzować widmo UV-Vis mioglobiny (Mb), eksperymentalnie wyznaczyć zawartości % form metMb, oxyMb oraz ferryMb na podstawie zmian w widmach UV-Vis zachodzących podczas aktywacji mioglobiny za pomocą H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,
- PEK\_U05 – Umie wyizolować porfiryne naturalną (chlorofil) z materiału roślinnego, zinterpretować zmiany w widmie UV-Vis chlorofilu wynikające z procesu kompleksowania jonów miedzi(II),
- PEK\_U06 – Umie wyizolować peroksydazę chrzanową ze źródeł roślinnych, zaproponować modelowy układ katalityczny do wyznaczenia optymalnego zakresu pH aktywności enzymu, eksperymentalnie wyznaczyć zakres optymalnej aktywności oraz określić wpływ stężenia enzymu i dodatku jonów miedzi(II) na aktywność katalityczną peroksydazy,
- PEK\_U07 – Umie przygotować próbki analizowanych substancji biologicznych lub modelowych związków kompleksowych do pomiarów widm UV-Vis, IR i Ramana.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Przedmiot kursu metale w biologii.</b> Podstawowe pojęcia i koncepcje. Biologicznie ważne jony metali: niezbędne dla organizmów żywych (biometale), sondy biologiczne, metale toksyczne, diagnostyka medyczna, terapia. Klasyfikacja biometali pod kątem zawartości w organizmie człowieka (pierwiastki podstawowe, mikroelementy, pierwiastki śladowe), ich właściwości red-ox (metale o właściwościach utleniająco-redukujących i pozostałe) oraz poziomu ich funkcjonowania w organizmach żywych	2

	(molekularny, komórkowy, fizjologiczny).	
Wy2	<b>Właściwości cząsteczek biologicznych.</b> Białka, i ich składniki. Właściwości aminokwasów. Cztery poziomy organizacji struktur białkowych. Aminokwasowe reszty boczne jako ligandy dla jonów metali.	2
Wy3	<b>Właściwości cząsteczek biologicznych.</b> Kwasy nukleinowe, ich składniki i wybrane ligandy makrocycliczne wiążące jony metali. Budowa i podstawowe funkcje kwasów nukleinowych. Specyfika oddziaływania jonów metali i ich kompleksów z DNA i RNA. Jednostki wyspecjalizowane.	2
Wy4	<b>Termodynamiczne i kinetyczne aspekty oddziaływań metal-ligand w przyrodzie.</b> Twarde i miękkie kwasy i zasady Lewisa. Efekt chelatacji. Szereg trwałości Irwina-Williamsa. Wpływ koordynacji jonu metalu na stałe pKa skoordynowanych ligandów. Dostrajanie potencjałów red-ox. Szybkość wymiany ligandów w układach metal-ligand. Typowe struktury koordynacyjne jonów metali w metaloproteinach.	2
Wy5	<b>Biodostępność i pozyskiwanie jonów metali ze środowiska.</b> Kryteria pozyskiwania jonów metali przez organizmy żywe. Komórka jako podstawowa jednostka funkcjonalna żywego organizmu. Systemy transportu jonów metali do komórki, kontrola i wykorzystanie stężenia jonów metali w komórkach organizmów żywych. Biodostępność żelaza: solubilizacja przez bakterie i rośliny – syderofory i fitosyderofory. Strategie wzbogacania i regulowania chemii metali mało rozpowszechnionych.	2
Wy6	<b>Pierwiastki grup 1 i 2 w organizmie człowieka - sód i potas.</b> Generowanie i wykorzystanie gradientów jonowych. Dyfuzja bierna, dyfuzja ułatwiona, transport, aktywny i pompy jonowe. Budowa i działanie pompy sodowo-potasowej. Przewodzenie nerwowe - receptor acetylocholinowy. Budowa i podstawy specyficzności kanałów sodowych i potasowych.	2
Wy7	<b>Pierwiastki grup 1 i 2 w organizmie człowieka - wapń.</b> Transport i regulacja stężenia jonów wapnia w komórce. Pompa wapniowa, rola przedziałów wewnątrzkomórkowych w regulacji stężenia $Ca^{2+}$ . Procesy wewnątrz- i zewnątrzkomórkowe regulowane jonami wapnia. Budowa i funkcje białek z rodziny ‘dłoni EF’: kalmodulina, troponina C, parwoalbumina. Rola jonów wapnia w komunikacji międzykomórkowej.	2
Wy8	<b>Reakcje enzymatyczne z udziałem jonów magnezu, manganu i niklu.</b> Enzym, metaloenzym – definicja. Profil energetyczny reakcji enzymatycznej, teoria stanu przejściowego. Szybkość reakcji enzymatycznej. Inhibitory i aktywatory reakcji enzymatycznych. Klasyfikacja enzymów ze względu na funkcje. Kinazy z kofaktorem $Mg^{2+}$ . Rybozomy. Arginaza i ureaza jako przykłady enzymów Mn- oraz Ni- zależnych.	2
Wy9	<b>Reakcje enzymatyczne z udziałem jonów cynku.</b> Klasyfikacja enzymów cynkowych ze względu na funkcję i budowę centrum katalitycznego. Liaza –anhydraza węglanowa, enzymy hydrolityczne: proteazy (karboksypeptydaza A, termolizyna, ACE, aminopeptydaza	2

	leucylowa), fosfatazy. Dehydrogenaza alkoholowa– oksydoreduktaza z nieredoksywowym centrum katalitycznym.	
Wy10	<b>Stabilizacja strukturalna białek i kwasów nukleinowych przez jony metali.</b> Transkarbamoilaza asparaginianowa, domeny wiążące cynk w białkach regulatorowych wiążących kwasy nukleinowe. Transportujący RNA, telomery.	2
Wy11	<b>Żelazo i miedź- metale korzystne tylko przy ściśle określonym stężeniu.</b> Wyszczególnione systemy transportu i dystrybucji jonów żelaza i miedzi w komórce. Transport i magazynowanie żelaza (transferyna, ferrytyna). Metaloregulacja wchłaniania i magazynowania żelaza. Transport i dystrybucja miedzi. Cu-ATPazy, metalochaperony. Metalotioneiny i białka pokrewne.	2
Wy12	<b>Białka transportujące elektrony.</b> Niebieskie białka miedziowe, Klasyfikacja i identyfikacja miejsc wiążących Cu w białkach. Białka żelazo-siarkowe, cytochromy.	2
Wy13	<b>Białka uczestniczące w metabolizmie tlenu i azotu.</b> Chemia tlenu i ditlenu. Odwracalne wiązanie tlenu i jego transport: hemoglobina, mioglobina, hemerytryna, hemocjanina. Monooksygenazy. Dioksygenazy, enzymy oksotransferazy molibdenowej. Metaloenzymy ochronne. Układy generujące rodniki dwutlenu. Metabolizm diazotu - nitrogenaza.	2
Wy14	<b>Toksyczność metali.</b> Kadm, rtęć, ołów, glin - formy toksyczne i konsekwencje ich działania w środowisku. Reaktywne formy tlenu (ROS). Rola jonów żelaza i miedzi w generowaniu ROS. Stres oksydacyjny i jego konsekwencje. Obrona biologiczna przed metalami toksycznymi.	2
Wy15	<b>Metale i ich kompleksy stosowane w medycynie.</b> Profilaktyka, diagnostyka, terapia.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Synteza i izolacja izomerów <i>cis</i> i <i>trans</i> bis(glicynianu) miedzi(II)	4
La2	Rejestracja, obróbka i analiza widm w podczerwieni i Ramana izomerów <i>cis</i> i <i>trans</i> bis(glicynianu) miedzi(II)	4
La3	Badanie wpływu pH na równowagi kompleksowania w układzie miedź(II) – glicyloglicyna w roztworze wodnym za pomocą spektroskopii UV-Vis	4
La4	Synteza tetrafenylporfiryny (TPPH <sub>2</sub> ) i jej kompleksów z jonami cynku(II) i niklu(II). Charakterystyka spektroskopowa kompleksów Zn(TPP) i Ni(TPP) za pomocą spektroskopii UV-Vis	4
La5	Badanie równowag kompleksowania w układach porfiryna – Cu(II) w roztworze za pomocą spektroskopii UV-Vis	4
La6	Badanie zmian aktywności mioglobiny pod wpływem H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> w roztworze wodnym za pomocą spektroskopii UV-Vis	4
La7	Badanie aktywności peroksydazy chrzanowej (HRP)	4
La8	Badanie aktywności peroksydazy chrzanowej (HRP)	2

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

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Wykonanie doświadczenia
N3	Przygotowanie sprawozdania
N4	Wykorzystanie oprogramowania pomiarowego Spektrofotometru Carry 500 SCAN, IR i Ramana do wstępnej obróbki danych oraz oprogramowania Excel lub Origin do graficznej prezentacji wyników

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W08	egzamin końcowy
F1 (laboratorium)	PEK_U01	
F2	PEK_U01	sprawozdanie na ocenę
F3	PEK_U02	sprawozdanie na ocenę
F4	PEK_U03	sprawozdanie na ocenę
F5	PEK_U04	sprawozdanie na ocenę
F6	PEK_U05	sprawozdanie na ocenę
F7	PEK_U06	
F8	PEK_U06	sprawozdanie na ocenę
<b>P (laboratorium) = (F2 + F3 + F4 + F5 + F6 + F8) / 6</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[61] S. J. Lippard, J. M. Berg, Podstawy chemii bionieorganicznej, PWN, Warszawa, 1998</p> <p>[62] Rosette M. Roat-Malone, Chemia bionieorganiczna, PWN, Warszawa, 2010</p> <p>[63] E. Ochiai, Bioinorganic chemistry. A survey. Elsevier, Inc. 2008</p> <p>[64] A Bartyzel, M Makarska-Białokoz, Chemia bionieorganiczna w ćwiczeniach laboratoryjnych, Wydawnictwo UMCS, Lublin 2010.</p> <p>[65] A.B.P. Lever, Inorganic Electronic Spectroscopy, Elsevier, New York, 1984</p> <p>[66] C. N. R. Rao, Spektroskopia elektronowa związków organicznych, widma w nadfiolecie i zakresie widzialnym, PWN Warszawa 1982</p> <p>[67] R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayers, V. W. Rodwell, Biochemia Harpera, Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2008</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[42] E. Crabb, E. Moore, Metals and life, Royal Society of Chemistry, UK, 2010</p> <p>[43] K. Nakamoto, Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination</p>

Compounds, part B J. Wiley & Sons, Nowy Jork, 2009

[44] Z. Kęcki: Podstawy spektroskopii molekularnej. Wyd. III. Warszawa: PWN, 1992

[45] C. A. Rice-Evans, A. T. Diplock, M. C. R. Symons, Techniques in free radicals research, Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 1991

[46] A. Moderate, G. E. Martorana, S. A. Santini, G. A. D. Miggiano, T. Petitti, B. Giardina, M. Battino, G. P. Littarru, Clin. Investig. 71 (1993) 92-96.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr. hab. Ewa Matczak-Jon, prof. PWr</b> , ewa.matczak-jon@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Metale w biologii

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	S2Ach2_W02	C1	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>	S2Ach2_W02	C1	Wy2	N1
<b>PEK_W03</b>	S2Ach2_W02	C1	Wy3	N1
<b>PEK_W04</b>	S2Ach2_W02	C1	Wy4	N1
<b>PEK_W05</b>	S2Ach2_W02	C2	Wy5, Wy6, Wy7, Wy11	N1
<b>PEK_W06</b>	S2Ach2_W02	C2, C3	Wy8, Wy9, Wy12, Wy13	N1
<b>PEK_W07</b>	S2Ach2_W02	C3	Wy10	N1
<b>PEK_W08</b>	S2Ach2_W02	C3	Wy15	N1
(umiejętności) <b>PEK_U01</b>	S2Ach2_U01	C4, C5, C6	La1, La2	N2, N3, N4
<b>PEK_U02</b>	S2Ach2_U01	C4, C6	La3	N2, N3, N4
<b>PEK_U03</b>	S2Ach2_U01	C4, C5, C6	La4	N2, N3, N4
<b>PEK_U04</b>	S2Ach2_U01	C4, C5, C6	La5	N2, N3, N4
<b>PEK_U05</b>	S2Ach2_U01	C4, C5, C6	La6	N2, N3, N4
<b>PEK_U06</b>	S2Ach2_U01	C6	La7, La8	N2, N3
<b>PEK_U07</b>	S2Ach2_U01	C4, C6	La2, La3, La4, La5, La6	N2, N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Metalurgia Chemiczna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Chemical Metallurgy</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>wybieralny</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC020046</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
27.	Znajomość chemii na poziomie I roku studiów I stopnia ( kursy Chemia Ogólna i Podstawy Chemii Nieorganicznej)
28.	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 KSZTAŁCENIA</b>
<b>Z zakresu wiedzy:</b> Osoba, która zaliczyła przedmiot: PEK_W01 – zna podstawowe terminy i pojęcia dotyczące procesów metalurgicznych PEK_W02 – posiada podstawową wiedzę z zakresu procesów mineralurgii chemicznej PEK_W03 – zna podstawy teoretyczne procesów jednostkowych stosowanych w hydrometalurgii PEK_W04 – zna podstawy teoretyczne procesów pirometalurgicznych PEK_W05 – posiada wiedzę dotyczącą procesów technologicznych otrzymywania wybranych metali PEK_W06 – zna metody otrzymywania lantanowców i aktynowców PEK_W07 – posiada podstawową wiedzę z zakresu metalurgii proszkowej

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
	<b>Forma zajęć - wykład</b>	<b>Liczba godzin</b>
Wy1	<i>Metalurgia - terminologia</i>	2
Wy2	<i>Mineralurgia – procesy separacji</i>	2
Wy3	<i>Kinetyka reakcji i zjawiska transportu w metalurgii</i>	2
Wy4	<i>Hydrometalurgia – podstawowe procesy jednostkowe</i>	2
Wy5	<i>Hydrometalurgia - ługowanie</i>	2
Wy6	<i>Hydrometalurgia – oczyszczanie i zateżanie</i>	2
Wy7	<i>Elektrometalurgia – terminologia i aparatura</i>	2
Wy8	<i>Pirometalurgia – teoria procesów metalurgicznych</i>	2
Wy9	<i>Pirometalurgia – teoria procesów metalurgicznych</i>	2
Wy10	<i>Pirometalurgia – operacje wstępne i wydzielanie metali</i>	2
Wy11	<i>Pirometalurgia - rafinacja</i>	2
Wy12	<i>Metalurgia chlorkowa</i>	2
Wy13	<i>Metalurgia żelaza, miedzi i cynku</i>	2
Wy14	<i>Metalurgia lantanowców i aktynowców</i>	2
Wy15	<i>Metalotermia i metalurgia proszkowa</i>	2



	Suma godzin	<b>30</b>
--	-------------	-----------

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład z prezentacją multimedialną

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01 – PEK_W07	kolokwium końcowe

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Jan Drzymała, <i>Podstawy mineralurgii</i> Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009</p> <p>[2] Chiranjib Kumar Gupta, <i>Chemical Metallurgy: Principles and Practice</i>, 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA, Weinheim</p> <p>[3] Terkel Rosenqvist, <i>Principles of extractive metallurgy</i>, Tapir Akademisk Forlag, Trondheim 2004</p> <p>[4] A. Volsky, E. Sergievskaya, <i>Theory of Metallurgical Processes</i>, Mir Publishers, Moscow</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Fathi Habashi, <i>Principles of extractive metallurgy, vol.2, Hydrometallurgy</i>, Gordon and Breach Science Publishers, S.A. 1985</p> <p>[2] Fathi Habashi, <i>Principles of extractive metallurgy, vol.3, Pyrometallurgy</i>, Gordon and Breach Science Publishers, S.A. 1985</p> <p>[3] W.J. Kroll, The Pyrometallurgy of Halides, <i>Metallurgical Reviews</i>, <b>1</b>(8) (1956) 291-337</p> <p>[4] Opracowanie zbiorowe pod redakcją W. Charewicza, <i>Pierwiastki ziem rzadkich, surowce, technologie, zastosowania</i>, WNT, Warszawa 1990</p> <p>[5] S. Chodkowski, <i>Metalurgia metali nieżelaznych</i>, 1971 Wydawnictwo „Śląsk” Katowice</p> <p>[6] A. Krupkowski, <i>Podstawowe zagadnienia teorii procesów metalurgicznych</i>, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1974 Kraków.</p> <p>[7] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, <i>Chemia fizyczna</i>, PWN, Warszawa 2009</p> <p>[9] P.W. Atkins, <i>Podstawy chemii fizycznej</i>, PWN, Warszawa 2001</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
--

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
Metalurgia Chemiczna  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
Chemia

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	Kurs wybieralny	C1	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>		C2	Wy2	N1
<b>PEK_W03</b>		C3	Wy3-Wy7	N1
<b>PEK_W04</b>		C4	Wy8-Wy13	N1
<b>PEK_W05</b>		C4	Wy13-Wy14	N1
<b>PEK_W06</b>		C5	Wy14	N1
<b>PEK_W07</b>		C6	Wy15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
**WYDZIAŁ CHEMICZNY**

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Metody i techniki elektroanalityczne</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Electroanalytical methods and technics</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>CHEMIA</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analytyka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023016</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		0,5		

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

29. Znajomość chemii fizycznej w zakresie elektrochemii

#### CELE PRZEDMIOTU

C1	Uzyskanie podstawowej wiedzy o procesach elektrochemicznych
C2	Zapoznanie studentów z podstawowymi technikami elektroanalizy.
C3	Praktyczne poznanie wybranych metod elektroanalizy
C4	Nauczenie samodzielnego doboru odpowiedniej techniki elektrochemicznej do analizy substancji.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna podstawowe prawa elektrochemiczne,

PEK\_W02 – umie skonstruować ogniwo elektrochemiczne,

PEK\_W03 – zna podstawy fizyczne metod pomiarowych wykorzystujących przepływ prądu przez roztwory elektrolitów i zjawiska temu towarzyszące,

PEK\_W04 – zna zasady funkcjonowania odpowiednich elektrycznych urządzeń pomiarowych.

### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi praktycznie posługiwać się urządzeniami pomiarowymi,

PEK\_U02 – potrafi samodzielnie zaproponować odpowiednią technikę elektrochemiczną do analizy substancji,

PEK\_U03 – potrafi opracować wyniki pomiarów.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	<b>Metody konduktometryczne.</b> Przewodnictwo roztworów, stała naczynka. Miareczkowanie konduktometryczne, konduktometria bezpośrednia.	2
Wy2	<b>Potencjometria.</b> Pojęcia podstawowe: półogniwo, równanie Nersta, klucz elektrolityczny, pH. Miareczkowanie potencjometryczne i phmetryczne.	2
Wy3	<b>Elektrody jonoselektywne.</b> Budowa i zastosowanie elektrod jonoselektywnych. Czujniki chemiczne	2
Wy4	<b>Kulometria.</b> Prawa elektrolizy. Napięcie rozkładu. Pomiar ładunku – kulometry. Kulometria potencjostatyczna i amperostatyczna. Miareczkowanie kulometryczne. Elektrogravimetria i elektrografia.	2
Wy5	<b>Polarografia i woltamperometria.</b> Prąd dyfuzyjny. Elektrody o odnawialnej powierzchni. Schemat układu polarograficznego. Zakłócenia polarograficzne. Metody polarograficzne stało i zmiennoprądowe – klasyfikacja. Elektrody rtęciowe, węglowe i metaliczne. Zastosowania woltamperometrii w analityce.	3
Wy6	<b>Amperometria. Metody strippingowe (inwersyjne).</b> Rodzaje miareczkowań amperometrycznych. Elektrochemiczne zagęszczanie - metody. Anodowy stripping woltametryczny. Stripping potencjometryczny. Adsorpcyjny stripping woltametryczny.	1
Wy7	<b>Nieanalityczne zastosowania elektrochemii.</b> Synteza chemiczna. Chemiczne źródła energii elektrycznej. Spektroelektrochemia.	2
Wy8	<b>Sprawdzian wiadomości</b>	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium	Liczba godzin
----------------------------	---------------

La1	Oznaczanie stężenia substancji metodą miareczkowania kulometrycznego.	3
La2	Oznaczanie stężenia substancji metodą stripping wolamperometrycznego.	3
La3	Oznaczanie stężenia substancji metodą stripping potencjometrycznego.	3
La4	Oznaczanie stężenia substancji metodą woltamperometryczną.	3
La5	Oznaczanie stężenia substancji metodą miareczkowania bipotencjometrycznego,	3
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	wykład z prezentacją multimedialną
N2	wykonanie doświadczeń
N3	przygotowanie sprawozdań

<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)	PEK_W01 – PEK_W04	sprawdzian końcowy
F1-F5 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U03	Ocena sprawozdania
P (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5)/5		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[68] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna, PWN, 2005  [69] A. Kiswa, Elektrochemia. Jonika, WNT, 2000.  [70] A. Kiswa, Elektrochemia. Elektrodyka, WNT, 2001.  [71] A. Cygański, Podstawy metod elektroanalitycznych, WNT 1999.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[47] Electroanalytical methods, Ed. F. Scholz, Springer 2002  [48] A. Ciszewski Podstawy inżynierii elektrochemicznej, Wyd. PP 2004.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> dr inż. Tomasz Misiaszek, tomasz.misiaszek@pwr.wroc.pl
---

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Metody i techniki elektroanalityczne

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	S2Ach1_W02	C1,C2	Wy1 – Wy8	N1
<b>PEK_W02</b>	S2Ach1_W02	C1,C2	Wy1 – Wy8	N1
<b>PEK_W03</b>	S2Ach1_W02	C1,C2	Wy1 – Wy8	N1
<b>PEK_W04</b>	S2Ach1_W02	C1,C2	Wy1 – Wy8	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	S2Ach1_U03	C3,C4	La1 – La5	N2, N3
<b>PEK_U02</b>	S2Ach1_U03	C3,C4	La1 – La5	N2, N3
<b>PEK_U03</b>	S2Ach1_U03	C3,C4	La1 – La5	N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim:	<b>Metody i techniki izotopowe</b>
Nazwa w języku angielskim:	<b>Isotopic Methods and Technics</b>
Kierunek studiów:	<b>Chemia</b>
Specjalność:	<b>Analityka środowiska i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<i>II stopnia, stacjonarne</i>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu:	<b>CHC023015</b>
Grupa kursów:	<b>NIE</b>

	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 kontaktu (BK)	0,5		0,5		

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

30. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej.  
31. Znajomość elementarnej matematyki.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**WIEDZA**

**Student, który zaliczył przedmiot:**

PEK\_W01 – zna podstawowe terminy dot. promieniotwórczości naturalnej i sztucznej,  
PEK\_W02 – zna zasadnicze metody pomiaru promieniotwórczości typu alfa, beta i gamma,  
PEK\_W03 – posiada wiedzę z zakresu ochrony przed promieniowaniem jonizującym,  
PEK\_W04 - posiada wiedzę z zakresu zastosowania izotopów promieniotwórczych w technikach analitycznych,

PEK_W05 – posiada wiedzę z zakresu zastosowania technik atomów znaczonych w chemii, PEK_W06 – zna zasady opracowywania wyników pomiarów radioaktywności z uwzględnieniem metod statystycznych, PEK_W07 – posiada wiedzę dot. organizacji i bezpieczeństwa pracy w laboratoriach izotopowych źródeł otwartych i zamkniętych.
<b>UMIEJĘTNOŚCI</b>
<b>W wyniku przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych student powinien być w stanie:</b>
PEK_U01 – znać podstawowe zasady bezpieczeństwa w pracowni radioizotopowej oraz potrafi zastosować przepisy prawa atomowego, PEK_U02 – posługiwać się licznikiem G-M i sondą scyntylacyjną w celu wykonywania podstawowych pomiarów promieniowania typu alfa, beta i gamma, PEK_U03 – wykonywać podstawowe obliczenia statystyczne dot. pomiarów oraz obliczenia dawek promieniowania jonizującego, PEK_U04 – posługiwać się spektrometrem promieniowania gamma oraz wykonywać podstawowe pomiary ilościowe i jakościowe skażeń promieniotwórczych, PEK_U05 – przygotowywać próbki wzorcowe o danej aktywności właściwej, PEK_U06 – projektować osłony przed promieniowaniem jonizującym oraz wykonywać podstawowe obliczenia dotyczące grubości osłon przed promieniowaniem, PEK_U07 – znać podstawowe przepisy prawa dotyczące radioaktywności atmosfery, wód i gleby

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią z chemii i fizyki w zakresie pracowni radioizotopowej.
C2 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu promieniowania jonizującego i jego oddziaływania z materią.
C3 Uzyskanie wiedzy z zakresu promieniowania jonizującego.
C4 Umiejętność zastosowania odpowiednich izotopów promieniotwórczych w określonych procesach chemicznych.
C5 Umiejętność zorganizowania pracy w pracowni radiochemicznej.
C6 Umiejętność wyszukiwania aspektów prawnych z zakresu prawa atomowego w UE i Polsce.

	<b>Forma zajęć - wykład</b>	<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Podstawowe pojęcia i definicje dot. promieniotwórczości naturalnej i sztucznej.	2
Wy2	Promieniowanie jonizujące i jego oddziaływanie z materią, osłony przed promieniowaniem jonizującym. Dawki i moce dawek promieniowania jonizującego. Przegląd aktów prawnych związanych z promieniowaniem jonizującym w Polsce.	2
Wy3	Zastosowania naturalnych i sztucznych izotopów promieniotwórczych w chemii i naukach pokrewnych jak geologia i archeologia.	2
Wy4	Organizacja, bezpieczeństwo pracy z promieniotwórczością oraz	2



	wyposażenie sprzętowe i aparaturowe w laboratoriach izotopowych.	
Wy5	Zasady pomiarów promieniotwórczości typu alfa, beta i gamma oraz ocena ich dokładności w świetle statystyki matematycznej.	2
Wy6	Zasady doboru izotopów jako wskaźników promieniotwórczych. Związki chemiczne znaczone izotopami promieniotwórczymi.	2
Wy7	Metoda rozcieńczenia izotopowego. Miareczkowania radiometryczne. Analiza aktywacyjna. Radiografia. Metody oparte na adsorpcji i rozproszeniu promieniowania gamma.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zasady dotyczące pracy w pracowni radioizotopowej. Zasady bezpieczeństwa i podstawy techniki pracy z substancjami promieniotwórczymi. Prawo atomowe	2
La2	Radiometria. Wybór napięcia pracy i pomiar wydajności źródeł promieniowania za pomocą licznika Geigera-Müllera i sondy scyntylacyjnej.	2
La3	Pomiar promieniowania typu $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ i statystyka pomiarów radioaktywności.	2
La4	Jakościowa i ilościowa spektrometria promieniowania gamma z zastosowaniem wielokanałowego spektrometru promieniowania gamma.	2
La5	Pomiar aktywności właściwej radioizotopu o nieznanym stężeniu i przygotowanie roztworu o żądanej aktywności właściwej.	2
La6	Dawki promieniowania jonizującego – obliczenia i pomiary w zależności od odległości od źródła i energii promieniowania.	2
La7	Określenie zawartości radioizotopów naturalnych w materiale budowlanym.	2
La8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1 Wykład z prezentacją multimedialną.
N2 Wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych w ramach laboratorium radioizotopowego.
N3 Rozwiązywanie zadań z zakresu promieniowania jonizującego i ochrony przed promieniowaniem jonizującym.
N4 Praca własna nad pisemnym wypracowaniem dot. wybranego tematu objętego wykładem i ćwiczeniami laboratoryjnymi.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

- WYKŁAD

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 - PEK_W07	Kolokwium pisemne, z każdego efektu jeden temat po 8 punktów, maksymalnie razem 56 pkt.
F2	PEK_W01 - PEK_W07	Pisemna domowa praca kontrolna na wybrany temat objęty programem wykładu i ćwiczeń laboratoryjnych – maksymalnie razem 44 pkt.
P	PEK_W01 – PEK_W07	P = 3,0 jeżeli (F1 + F2) = 50 – 59,5 pkt. 3,5 jeżeli (F1 + F2) = 60 – 69,5 pkt 4,0 jeżeli (F1 + F2) = 70 – 79,5 pkt 4,5 jeżeli (F1 + F2) = 80 – 89,5 pkt 5,0 jeżeli (F1 + F2) = 90 – 94,5 pkt 5,5 jeżeli (F1 + F2) > 94,5 pkt

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA  
- LABORATORIUM

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01	Pisemne sprawozdanie z La1, max. 5 pkt.
F2	PEK_U02	Pisemne sprawozdanie z La2, max. 5 pkt.
F3	PEK_U03	Pisemne sprawozdanie z La3, max. 5 pkt.
F4	PEK_U04	Pisemne sprawozdanie z La4, max. 5 pkt.
F5	PEK_U05,	Pisemne sprawozdanie z La5, max. 5 pkt.
F6	PEK_U06	Pisemne sprawozdanie z La6, max. 5 pkt.
F7	PEK_U07	Pisemne sprawozdanie z La7, max. 5 pkt.
F8	PEK_U01	Kartkówka z La1, max. 5 pkt.
F9	PEK_U02	Kartkówka z La2, max. 5 pkt.
F10	PEK_U03	Kartkówka z La3, max. 5 pkt.
F11	PEK_U04	Kartkówka z La4, max. 5 pkt.
F12	PEK_U05	Kartkówka z La5, max. 5 pkt.
F13	PEK_U06	Kartkówka z La6, max. 5 pkt.
F14	PEK_U07	Kartkówka z La7, max. 5 pkt.
F15	PEK_U01 – PEK_U07	Kolokwium zaliczeniowe za 30 pkt.
P	PEK_U01 – PEK_U07	P = 3,0 jeżeli (F1 + F2 + ... + F14 + F15) =

		50 – 59,5 pkt. P = 3,5 jeżeli (F1 + F2 + .... + F14 + F15) = 60 – 69,5 pkt. P = 4,0 jeżeli (F1 + F2 + .... + F14 + F15) = 70 – 79,5 pkt. P = 4,5 jeżeli (F1 + F2 + .... + F14 + F15) = 80 – 89,5 pkt. P = 5,0 jeżeli (F1 + F2 + .... + F14 + F15) = 90 – 94,5 pkt. P = 5,5 jeżeli (F1 + F2 + .... + F14 + F15) > 95 pkt.
--	--	--

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

1. J. Sobkowski, Zastosowanie nuklidów promieniotwórczych w chemii, PWN, Warszawa 1989.
2. W.I.Spicyń i wsp., Technika pracy ze wskaźnikami promieniotwórczymi, PWN, Warszawa 1998.
3. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych „Metody i techniki izotopowe”, Politechnika Wrocławska, 2012.
4. R.A. Faires, B.H. Parks, Technika laboratoriów izotopowych, PWN, Warszawa, 1990.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

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: [www.paa.gov.pl](http://www.paa.gov.pl).
3. Portal prawny: [www.lex.com.pl](http://www.lex.com.pl).

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

Prof. dr hab. inż. Władysław Walkowiak, [wladyslaw.walkowiak@pwr.wroc.pl](mailto:wladyslaw.walkowiak@pwr.wroc.pl)

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW DLA PRZEDMIOTU **Metody i techniki izotopowe** z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Chemia** SPECJALNOŚCI **Analityka środowiska i żywności**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01	S2Ach1_W05	C1	Wy1	N1, N4
PEK_W02	S2Ach1_W05	C2	Wy5	N1, N4, N3
PEK_W03	S2Ach1_W05	C3	Wy2	N1, N4
PEK_W04	S2Ach1_W05	C4	Wy6, Wy3	N1, N4
PEK_W05	S2Ach1_W05	C4	Wy7	N1, N4, N3
PEK_W06	S2Ach1_W05	C5	Wy3	N1, N4
PEK_W07	S2Ach1_W05	C6	Wy4	N1, N4
PEK_U01	S2Ach1_U07	C5	La1	N2
PEK_U02	S2Ach1_U07	C5	La2	N2
PEK_U03	S2Ach1_U07	C2	La3	N2

<b>PEK_U04</b>	S2Ach1_U07	C3	La4	N2
<b>PEK_U05</b>	S2Ach1_U07	C4	La5	N2, N3
<b>PEK_U06</b>	S2Ach1_U07	C3	La6	N2, N3
<b>PEK_U07</b>	S2Ach1_U07	C6	La7	N2, N3

WYDZIAŁ Chemiczny

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim

**Metody matematyczne w projektowaniu i analizie eksperymentu**

Nazwa w języku angielskim

**Mathematical methods in the experiment design and analysis****Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biotechnologia, Chemia, Inżynieria materiałowa, Technologia chemiczna****Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma: II stacjonarna****Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy****Kod przedmiotu: 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	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Projekt	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / 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 (BK)	0,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zrozumieć zastosowania modelowania statystycznego w 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 KSZTAŁCENIA

Z zakresu umiejętności:

PEK1 -

P2A\_W02 - w interpretacji zjawisk i procesów przyrodniczych opiera się na podstawach empirycznych, rozumiejąc w pełni znaczenie metod matematycznych i statystycznych

P2A\_W03 - 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

P2A\_W06 - 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

P2A\_W07 – stosując odpowiednie metody numeryczne oraz pakiety do obliczeń matematycznych umie rozwiązać zadany problem z zadaną dokładnością,

Z zakresu kompetencji społecznych:

P2A\_K01 - rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób

P2A\_K05 - rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla studiowanego kierunku studiów, w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy

P2P\_K02 - potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
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 rozwiązań, metoda Newtona-Raphsona: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	2
Wy3	Metody rozwiązywania układów równań różniczkowych, metoda Eulera,	2

	metoda Verleta, schemat jawny, schemat niejawny: Przykłady studyjne rozwiązane przy pomocy pakietu MATLAB.	
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 Kolmogorova-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.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P</b>	P2A_W02, P2A_W03, P2A_W06, P2A_W07	Ocena 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.	

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[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)

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[49] Źródła internetowe

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

**Dr inż. Łukasz Radosiński**  
**Łukasz.radosinski@pwr.wroc.pl**

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Metody matematyczne w projektowaniu i analizie eksperymentu.** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA STUDIACH II STOPNIA

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Numer narzędzia dydaktycznego***
(umiejętności) PEK1	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C1-C4	Wy1-Wy8	N1-N4
P2A_W03	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C1-C3	Wy1-Wy8	N1-N4
P2A_W06	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C1, C3, C4	Wy1-Wy8	N1-N4
P2A_W07	K2Abt_W01, K2Ach_W01, K2Aic_W01, K2Aim_W01, K2Atc_W01	C2, C4	Wy1-Wy8	N1-N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej



Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Modelowanie molekularne związków bionieorganicznych</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Molecular modeling of bioinorganic compounds</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia metali w biologii i środowisku</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023023</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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)			3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			1		

\*niepotrzebne usunąć

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

32. Znajomość obsługi komputera.

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zdobycie umiejętności pozwalających na zbudowanie wstępnej struktury wybranego związku przy użyciu programu Molden.
C2	Zapoznanie studentów z możliwościami jakie oferuje pakiet obliczeniowy Gaussian 09 w zakresie modelowania związków bionieorganicznych.
C3	Zdobycie umiejętności wykonania obliczeń wybranych własności fizykochemicznych badanego układu przy użyciu pakietu obliczeniowego Gaussian 09.
C4	Zdobycie umiejętności interpretacji wyników uzyskanych z obliczeń przeprowadzonych przy użyciu pakietu obliczeniowego Gaussian 09.
C5	Zdobycie umiejętności z maszyny obliczeniowej dostępnej we Wrocławskim Centrum Superkomputerowo Sieciowym (WCSS).

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

#### **Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot wie:

PEK\_W01 – na czym polega opis geometrii układu (macierz współrzędnych kartezjańskich, macierz-z).

PEK\_W02 – jakie są najczęściej stosowane metody obliczeniowe chemii kwantowej

PEK\_W03 – co to jest baza funkcyjna oraz jakie są najczęściej stosowane bazy funkcyjne

PEK\_W04 – jak skonstruować plik wsadowy do pakietu obliczeniowego Gaussian 09.

PEK\_W05 – jak korzystając z pakietu Gaussian 09 zoptymalizować strukturę badanego układu i policzyć ładunki na atomach.

PEK\_W06 – jak korzystając z pakietu obliczeniowego policzyć widma w podczerwieni (częstości drgań i intensywności pasm).

PEK\_W07 – jak korzystając z pakietu obliczeniowego policzyć energie oddziaływania oraz własności termodynamiczne badanego układu.

PEK\_W08 – jak korzystając z pakietu obliczeniowego wykonać analizę gęstości elektronowej metodą NBO (natural bond orbital).

PEK\_W09 – jak skorzystać z maszyny obliczeniowej dostępnej w WCSS.

#### **Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot potrafi:

PEK\_U01 – dokonać opisu geometrii układu (macierz współrzędnych kartezjańskich, macierz-z).

PEK\_U02 – zbudować wstępną strukturę wybranego związku bionieorganicznego posługując się programem Molden.

PEK\_U03 – dokonać wyboru poziomu obliczeń (kombinacja metoda/baza funkcyjna)

PEK\_U04 – skonstruować plik wsadowy do pakietu obliczeniowego Gaussian 09.

PEK\_U05 – skorzystać z maszyny obliczeniowej dostępnej we Wrocławskim Centrum Superkomputerowo Sieciowym (WCSS).

PEK\_U06 – korzystając z pakietu Gaussian 09 zoptymalizować strukturę badanego układu, ładunków na atomach, widm w podczerwieni (częstości drgań i intensywności pasm), wykonać analizę NBO.

PEK\_U07 – w oparciu o uzyskane z obliczeń wyniki policzyć energie oddziaływania, własności termodynamiczne badanego układu.

PEK\_U08 – zinterpretować uzyskane metodą obliczeniową wyniki.

--

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	<i>Wstęp na temat zastosowań metod obliczeniowych w chemii. Przedstawienie dwóch sposobów opisu geometrii układu (macierz współrzędnych kartezjańskich, macierz-z).</i>	2
La2	<i>Konstruowanie struktur związków bionieorganicznych przy wykorzystaniu programu Molden.</i>	2
La3- La4	<i>Zapoznanie z układem pliku wsadowego (inputu) do pakietu obliczeniowego Gaussian 09. Omówienie możliwości (w zakresie obliczania właściwości molekuł, kompleksów itd.) jakie oferuje pakiet obliczeniowy Gaussian 09. Wybór poziomu obliczeń (kombinacji metoda/baza funkcyjna).</i>	4
La5	<i>Omówienie dokładności obliczeń metod chemii kwantowej w przewidywaniu struktur, widm w podczerwieni oraz energii oddziaływania kompleksów z metalami.</i>	2
La6	<i>Nauka obsługi programów: WinSCP3 (służącym do transferu danych pomiędzy lokalnym komputerem a serwerem obliczeniowym) oraz PuTTY (służącym jako konsola pozwalająca na połączenie z serwerem obliczeniowym przy pomocy protokołu SSH). Zapoznanie się z podstawowymi komendami systemu operacyjnego UNIX, niezbędnych do korzystania z pakietu obliczeniowego Gaussian 09 zainstalowanego we Wrocławskim Centrum Superobliczeniowo Sieciowym (WCSS).</i>	2
La7	<i>Przygotowanie pliku wsadowego do pakietu obliczeniowego Gaussian 03. Obliczanie: energii oraz struktury badanego kompleksu, ładunków na atomach. Interpretacja uzyskanych wyników.</i>	2
La8	<i>Obliczanie widm w podczerwieni (częstości drgań i intensywności pasm). Interpretacja uzyskanych wyników.</i>	2
La9	<i>Obliczanie energii oddziaływania. Interpretacja uzyskanych wyników.</i>	2
La10	<i>Obliczanie własności termochemicznych badanych układów. Interpretacja uzyskanych wyników.</i>	2

La11- La12	<i>Wprowadzenie do analizy NBO (natural bond orbital). Obliczanie zajętości orbitali, energii oddziaływania pomiędzy orbitalami. Interpretacja uzyskanych wyników.</i>	4
La13- La15	<i>Indywidualne wykonanie obliczeń dla wybranego związku bionioorganicznego oraz przedłożenie wyników w formie sprawozdania.</i>	6
	Suma godzin	30

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykorzystanie oprogramowania Molden, Gaussian 09
N2	Prezentacja multimedialna
N3	Przygotowanie sprawozdań

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	La7	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	La8	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F3	La9	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F4	La10	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F5	La11	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F6	La13-La15	Ocena części obliczeniowej projektu
<b>P= F6 (obowiązkowo) + trzy dowolne sprawozdania (F1...F5) = 3,0</b> <b>P= F6 (obowiązkowo) + cztery dowolne sprawozdania (F1...F5) = 4,0</b> <b>P= F6 (obowiązkowo) + pięć sprawozdań (F1+F2+F3+F4+F5) = 5,0</b>		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] J. B. Foresman, A. Frisch, „Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods”, Gaussian, Inc. Pittsburg, PA, 1993.</p> <p>[2] A. Hinchliffe “Molecular Modelling for Beginners”, John Wiley &amp; Sons, 2008</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] P. Comba, T. W. Hambley, „Molecular Modeling of Inorganic Compounds”, Wiley-VCH Verlag BmbH, Weinheim, 2001.</p> <p>[2] B. Rankin, “Linux same konkrety”, MIKOM, Warszawa, 1997.</p> <p>[3] T. R. Cundari, “Computational Organometallic Chemistry”, Marcel Dekker, Inc. New York, 2001.</p>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**  
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr Wiktor Zierkiewicz, Wiktor.Zierkiewicz@pwr.wroc.pl**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Modelowanie molekularne związków bionieorganicznych

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

**I SPECJALNOŚCI**

Chemia metali w biologii i środowisku

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	X2A-W03, InzA_U01	C1	La1, La2	N1, N2
<b>PEK_W02</b>	X2A-W03, InzA_U01	C2	La3-La5	N1, N2
<b>PEK_W03</b>	X2A-W03, InzA_U01	C2	La3-La5	N1, N2
<b>PEK_W04</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3	La7	N1, N2
<b>PEK_W05</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3, C4	La7	N1, N2, N3
<b>PEK_W06</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3, C4	La8	N1, N2, N3
<b>PEK_W07</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3, C4	La9, la10	N1, N2, N3
<b>PEK_W08</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3, C4	La11, la12	N1, N2
<b>PEK_W09</b>	X2A-W03, InzA_U01	C5	La6	N1, N2
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	X2A-W03, InzA_U01	C1	La1	N1, N2
<b>PEK_U02</b>	X2A-W03, InzA_U01	C1	La2	N1, N2
<b>PEK_U03</b>	X2A-W03, InzA_U01	C2	La3-La5	N1, N2
<b>PEK_U04</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3	La7	N1, N2
<b>PEK_U05</b>	X2A-W03, InzA_U01	C5	La6	N1, N2
<b>PEK_U06</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3	La7, La8, La11, La12	N1, N2
<b>PEK_U07</b>	X2A-W03, InzA_U01	C3	La9, La10	N1, N2, N3
<b>PEK_U08</b>	X2A-W03, InzA_U01	C4	La13-La15	N1, N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Modelowanie molekularne</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Molecular modeling</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023031</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)			1		

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

33. Znajomość teorii budowy atomu i cząsteczki
34. Znajomość analizy matematycznej
35. Znajomość technologii informatycznych
36. Znajomość chemii organicznej

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studentów z konstrukcją i wizualizacją trójwymiarowych modeli molekularnych
C2	Zapoznanie studentów z bazami danych eksperymentalnych struktur organicznych
C3	Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami modelowania molekularnego
C4	Zapoznanie studentów z technikami modelowania w oparciu o mechanikę molekularną
C5	Zapoznanie studentów z technikami modelowania oddziaływań ligand-receptor

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	- ma podstawowe wiadomości o metodach obliczeniowych stosowanych w modelowaniu molekularnym i zna ich zakres stosowalności
PEK_W02	- zna techniki modelowania molekularnego oparte o pola siłowe
PEK_W03	- zna techniki projektowania oddziaływań ligand-receptor (dokowanie in silico)
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	- umie dokonać wizualizacji i analizy złożonych struktur agregatów molekularnych
PEK_U02	- potrafi zaproponować możliwe struktury agregatów molekularnych
PEK_U03	- potrafi analizować oddziaływania ligandów z białkami
PEK_U04	- potrafi modelować dynamiczne właściwości agregatów molekularnych
PEK_U05	- potrafi wyszukać w bazie Cambridge Structural Database eksperymentalne struktury związków według zadanych kryteriów

## TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do tematyki zajęć i organizacji pracy w laboratorium komputerowym.	2
La2	Sposoby wizualizacji i analizy struktur agregatów molekularnych i oddziaływań receptor-ligand.	2
La3	Korzystanie z bazy danych Protein Data Bank.	2
La4	Wprowadzenie teoretyczne do symulacji z wykorzystaniem pól siłowych.	2
La5	Przygotowanie symulacji dynamiki molekularnej.	2
La6	Analiza trajektorii dynamiki molekularnej.	2
La7	Symulacje interaktywnej i sterowanej dynamiki molekularnej.	2
La8	Zadanie obliczeniowe nr 2.	4
La9	Wprowadzenie do metod dokowania in silico.	2

La10	Przeprowadzenie symulacji dokowania in silico.	2
La11	Korzystanie z bazy Cambridge Structural Database.	2
La12	Korzystanie z bazy Cambridge Structural Database – analiza kompleksów niekowalencyjnych.	2
La13	Zadanie obliczeniowe nr 3.	4
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną
N2	Wykorzystywanie oprogramowania do rozwiązywania zadań
N3	Przygotowanie sprawozdania

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (laboratorium)	PEK_U01 PEK_U03	Sprawozdanie z wyników projektu obliczeniowego I
F2 (laboratorium)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U04	Sprawozdanie z wyników projektu obliczeniowego II
F3 (laboratorium)	PEK_U01 PEK_U02 PEK_U05	Sprawozdanie z wyników projektu obliczeniowego III
P3 (laboratorium) = F1 + F2 + F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[3] A.R. Leach, Molecular Modeling: Principles and Applications, 2 wydanie, Prentice Hall, 2001
[4] H.D. Hotje, Molecular modeling. Basic principles and applications, 3 wydanie, Wiley, 2008
[5] T. Schlick, Molecular modeling and simulation, Springer, 2002.
[6] A. Michalak - Modelowanie molekularne metodami chemii kwantowej <a href="http://www.chemia.uj.edu.pl/~michalak/mmod2007/">http://www.chemia.uj.edu.pl/~michalak/mmod2007/</a>
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[4] F. Jensen, Introduction to computational chemistry, Wiley, 2006 (2-nd Ed)
[5] J.M. Goodman, Chemical Applications of Molecular Modeling, RSC, 1999.
[6] J.P. Doucet, J. Weber, Computer-Aided Molecular Design, 1996, Academic Press,



1996

[7] G.H. Grant, W.G. Richards, Computational chemistry, Oxford Sci. Publ., 1995

[8] <http://cmm.info.nih.gov/modeling/>

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**  
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab.inż. W. Andrzej Sokalski,**      [sokalski@pwr.wroc.pl](mailto:sokalski@pwr.wroc.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Modelowanie molekularne

**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

**I SPECJALNOŚCI**

Chemia związków organicznych i polimerów

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	X2A_W02 X2A_W03	C1, C3	La1,La2,La4	N1,N2
PEK_W02	X2A_W02 X2A_W03	C4	La4	N1
PEK_W03	X2A_W02 X2A_W03	C5	La9, La10	N1,N2
(umiejętności) PEK_U01	X2A_U03 X2A_U04 InzA_U01	C1	La2, La3	N2, N3
PEK_U02	X2A_U03 X2A_U04 InzA_U01	C2, C5	La3, La10, La12, La13	N2, N3
PEK_U03	X2A_U03 X2A_U04 InzA_U01	C1,C2	La2, La3	N2
PEK_U04	X2A_U03 X2A_U04 InzA_U01	C4	La5-La8	N2, N3
PEK_U05	X2A_U03 X2A_U04 InzA_U01	C4	La11- La13	N2, N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Wydział Chemiczny

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Nowoczesne tendencje zarządzania**

Nazwa w języku angielskim: **Modern tendencies in management**

**Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia**

**Specjalność (jeśli dotyczy): .....**

**Stopień studiów i forma: II stopień, stacjonarna**

**Rodzaj przedmiotu:**

**Kod przedmiotu ZMZ000382**

**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	<b>1</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

\*niepotrzebne skreślić

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

37. -

### CELE PRZEDMIOTU

- C1: Przekazanie studentom wiedzy o istocie, cechach i kierunkach rozwoju zarządzania oraz o wyzwaniach stojących przed współczesnym zarządzaniem.
- C2: Zapoznanie studentów z wybranymi koncepcjami i metodami uchodzącymi za przydatne w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem. Przedstawienie przesłanek i barier wdrażania tych metod, ich podstawowych założeń i komponentów oraz zalet i wad.
- C3: Przekazanie studentom wiedzy o wartościach istotnych dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględnianych w procesie zarządzania

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

Student:

PEK\_W01: Posiada podstawową wiedzę o procesach zarządzania: wyjaśnia istotę i przedmiot zarządzania, identyfikuje podstawowe problemy zarządzania.

PEK\_W02: Posiada wiedzę o cechach i kierunkach rozwoju współczesnego zarządzania oraz o wartościach istotnych dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględnianych w procesie zarządzania.

PEK\_W03: Zna wybrane współczesne koncepcje i metody zarządzania (m.in. zarządzanie rzez jakość, CSR, outsourcing, controlling, benchmarking, CRM, lean management, BPR, zarządzanie procesowe, zarządzanie wiedzą, JIT, organizacja wirtualna i organizacja ucząca się, zarządzanie zmianą, zarządzanie projektami, zarządzanie czasem, BSC). Rozpoznaje i rozumie ich istotę, cele, przesłanki i bariery wdrażania, ich podstawowe założenia i komponenty oraz zalety i wady.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie: istota i przedmiot zarządzania, rozwój wiedzy o zarządzaniu przedsiębiorstwem.	2
Wy2	Wyzwania dla współczesnego zarządzania (globalizacja i zmiany otoczenia przedsiębiorstw, idea zrównoważonego rozwoju). Cechy i kierunki rozwoju współczesnego zarządzania (orientacja na klienta, podejście procesowe, sieciowe współdziałanie przedsiębiorstw itd.).	2
Wy3 – Wy5	Wybrane współczesne koncepcje i metody zarządzania (CSR, outsourcing, controlling, benchmarking, CRM, lean management, BPR, zarządzanie procesowe, zarządzanie wiedzą, JIT, organizacja wirtualna i organizacja ucząca się, TQM, zarządzanie wartością przedsiębiorstwa, BSC)	6
Wy6 – Wy7	Wartości istotne dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględniane w procesie zarządzania (zarządzanie kulturową różnorodnością, zarządzanie małymi przedsiębiorstwami, zarządzanie firmą rodzinną, zarządzanie systemami informacyjnymi, zarządzanie komunikowaniem się w organizacji, zarządzanie czasem, etyka biznesu)	4
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		

La3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).
N2. Materiały wykładowe (synteza) dostępne w formie elektronicznej.
N3. Studia przypadków.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 – PEK_W03	Kolokwium pisemne
<b>P=100% F1</b>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[72] Brilman J.: <i>Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania</i> , Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa 2002.
[73] <i>Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce</i> , pod red. M. Hopeja i Z. Krala, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2011.
[74] Zimniewicz K., <i>Współczesne koncepcje i metody zarządzania</i> , PWE, Warszawa 2009.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[50] Bielski M.: <i>Podstawy teorii organizacji i zarządzania</i> , C. H. Beck, Warszawa 2004.
[51] Drucker P.F., <i>Praktyka zarządzania</i> , Wyd. Nowoczesność, Warszawa 1994.
[52] <i>Podstawy nauki o przedsiębiorstwie</i> , red. J. Lichtarski, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.
[53] <i>Zarządzanie. Teoria i praktyka</i> , pod red. A.K. Koźmińskiego i W. Piotrowskiego, PWN, Warszawa 1995.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Anna Zabłocka-Kluczka, dr inż., anna.zablocka-kluczka@gmail.com</b>

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
**Nowoczesne tendencje zarządzania**  
 Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU .....  
 I SPECJALNOŚCI .....

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01 (wiedza)</b>				
<b>PEK_W02</b>				
<b>PEK_W03</b>				
...				
<b>PEK_U01 (umiejętności)</b>				
<b>PEK_U02</b>				
...				
<b>PEK_K01 (kompetencje)</b>				
<b>PEK_K02</b>				
...				

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Ocena i kontrola jakości</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Quality assesment and control</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>Obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>TCC023028</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	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 kontaktu (BK)	1				0,5

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
1. Znajomość podstaw chemii

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zaznajomienie z metodami statystycznymi w ocenie i kontroli jakości pomiarów
C2	Poznanie sposobu walidacji metod analitycznych i aspektów akredytacji

C3	Nabycie umiejętności znalezienia informacji z dziedziny oceny i kontroli jakości i samodzielnego przygotowania wystąpienia na określony temat z tej dziedziny
----	---

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

#### **Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEK\_W01 – Zna podstawowe pojęcia metrologii (pomiar, cecha, wielkość cechy, wzorcowanie przyrządu, kalibracja, zbiorowość generalna, zbiorowość próbna, dystrybuanta, rozkład normalny i jego gęstość, badanie statystyczne zupełne i częściowe), kryteria stawiane wiarygodnym wynikom pomiarowym, pojęcie spójności pomiarowej i trudności w jej określeniu w przypadku pomiarów chemicznych
- PEK\_W02 – Zna składowe systemu zapewnienia i kontroli jakości, wie, jaka jest jego rola i znaczenie
- PEK\_W03 – Zna miary położenia (średnia arytmetyczna, mediana, kwantyle) i rozproszenia (rozstęp, wariancja, odchylenie standardowe, odchylenie przeciętne, współczynnik zmienności) oraz asymetrii (współczynnik skośności oraz współczynnik K) wyników w serii pomiarowej oraz testy statystyczne na odrzucanie jednego (test Q-Dixona) lub kilku (test Grubbsa) wyniku obciążonego błędem grubym w serii pomiarowej
- PEK\_W04 – Zna rodzaje błędów (gruby, systematyczny, przypadkowy) i ich źródła, zna testy pozwalające porównać wartości odchyłeń standardowych wariancji (test F-Snedecora), istotność różnic dwóch wartości średnich lub wartości średniej z założoną wartością (test t-Studenta, test C-Cochrana-Coxa, test Aspin-Welcha)
- PEK\_W05 – Zna sposób 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)
- PEK\_W06 – 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
- PEK\_W07 – Wie, co to są badania międzylaboratoryjne oraz jakie są ich rodzaje (ze względu na program), do czego służą i w jakich sytuacja się je wykonuje w ramach systemu oceny i kontroli jakości, zna sposób oceny statystycznej wyników badań międzylaboratoryjnych (test Hampela, wskaźnik z, błąd względny, wskaźnik  $E_n$ )
- PEK\_W08-PEK\_W09 – Wie, co to niepewność pomiarowa i jakie są jej źródła oraz sposoby określenia niepewności pomiarowej
- PEK\_W10 – Wie, co to jest kalibracja oraz zna klasyfikację technik kalibracyjnych
- PEK\_W11 – Wie, co to są karty kontrolne, jaka jest ich konstrukcja i do czego służą
- PEK\_W12 – Wie, na czym polega akredytacja laboratoriów i jakie jest jej znaczenie dla jakości wyników pomiarów
- PEK\_W13 – 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
- PEK\_W14 – Zna podstawowe pojęcia i wymagania norm PN-EN-ISO 9001 i PN-EN ISO/IEC 17025 w zakresie zapewnienia i kontroli jakości oraz zapewnienia

<p>spójności badań</p> <p>PEK_W15 – Zna ogólne zasady i wymagania według kodeksu dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP)</p> <p><b>Z zakresu umiejętności:</b></p> <p>Osoba, która zaliczyła przedmiot:</p> <p>PEK_U01–PEK_U07 – Potrafi znaleźć informacje oraz samodzielnie przygotować referat na wybrany przez siebie temat z zakresu oceny i kontroli jakości</p> <p>PEK_U08 – PEK_U15 – Potrafi znaleźć informacje oraz samodzielnie przygotować referat na zadany temat z zakresu oceny i kontroli jakości</p>
--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia metrologii (pomiar, cecha, wielkość cechy, wzorcowanie przyrządu, kalibracja, zbiorowość generalna, zbiorowość próbną, dystrybuanta, rozkład normalny i jego gęstość, badanie statystyczne zupełne i częściowe), kryteria stawiane wiarygodnym wynikom pomiarowym, pojęcie spójności pomiarowej i trudności w jej określeniu w przypadku pomiarów chemicznych	2
Wy2	Składowe systemu zapewnienia i kontroli jakości; rola i znaczenie systemu kontroli i jakości	2
Wy3	Miary położenia (średnia arytmetyczna, mediana, kwantyle) i rozproszenia (rozstęp, wariancja, odchylenie standardowe, odchylenie przeciętne, współczynnik zmienności) oraz asymetrii (współczynnik skośności oraz współczynnik K) wyników w serii pomiarowej oraz testy statystyczne na odrzucanie jednego (test Q-Dixona) lub kilku (test Grubbsa) wyniku obciążonego błędem grubym w serii pomiarowej	2
Wy4	Rodzaje błędów (gruby, systematyczny, przypadkowy) i ich źródła; Testy statystyczne do porównania wartości odchyłeń standardowych wariancji (test chi-kwadrat, test F-Snedecora); testy statystyczne do określania istotności różnic dwóch wartości średnich lub wartości średniej z założoną wartością (test t-Studenta, test C-Cochrana-Coxa, test Aspin-Welcha)	2
Wy5	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)	2
Wy6	Materiały odniesienia – rodzaje i podział; substancje czyste i roztwory wzorcowe; sposoby wytwarzania matrycowych certyfikowanych materiałów odniesienia; wymagania stawiane materiałom odniesienia i roztworom wzorcowym; parametry charakteryzujące materiały odniesienia	2



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 biegłości); techniki umożliwiające wyznaczenie wartości odniesienia; ocena statystyczna wyników badań międzylaboratoryjnych (test Hampela, wskaźnik z, błąd względny, wskaźnik $E_n$ )	2
Wy8	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
Wy9	Szacowanie niepewności pomiarowej poszczególnych etapów procedury analitycznej	2
Wy10	Kalibracja ilościowa i jakościowa; techniki kalibracji stosowane w pomiarach	2
Wy11	Karty kontrolne – rodzaje, rola i znaczenie w ocenie i kontroli jakości; sterowanie jakością badań	2
Wy12	Akredytacja laboratoriów; system akredytacji	2
Wy13	Audyt wewnętrzny i zewnętrzny; znaczenie dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zarządzania jakością; przebieg audytu i działań poaudytowych	2
Wy14	Pojęcia i wymagania norm PN-EN-ISO 9001 i PN-EN ISO/IEC 17025 dotyczące zapewnienia i kontroli jakości oraz zapewnienie spójności badań	2
Wy15	Ogólne zasady i wymagania według kodeksu dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP)	2
	Suma	<b>30</b>

<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1- Se7	Seminarium na wybrany przez studenta temat dotyczący oceny i kontroli jakości, w szczególności sposobów zapewnienia jakości wyników pomiarowych	7
Se8- Se15	Seminarium na zadany temat dotyczący oceny i kontroli jakości: 1. Regresja liniowa i nieliniowa 2. Rola systemu zapewnienia jakości 3. Wzorcowanie przyrządów pomiarowych 4. Rodzaje błędów pomiarowych w analizie chemicznej 5. Statystyczne porównywanie wyników pomiarów 6. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001 dotyczące audytowania oraz działań poaudytowych 7. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025 dotyczące audytowania oraz działań poaudytowych 8. Znaczenie audytu dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zapewnienia jakości 9. Przebieg audytu i działań poaudytowych 10. Walidacja metody pomiarów i badań oraz wyposażenia	8

<p> miarowego  11. Rodzaje materiałów odniesienia stosowanych w pomiarach chemicznych  12. Wytwarzanie materiałów odniesienia  13. Metody pomiarów i badań wykorzystywane w kontroli jakości  14. Zasady pobierania i przygotowania próbek do oznaczeń w kontroli jakości  15. Źródła niepewności pomiarów  16. Sposoby wyznaczania niepewności pomiarów  17. Niepewność pomiarowa standardowa, złożona i rozszerzona  18. Sposoby szacowania niepewności (typ A i B)  19. Sposoby przedstawiania wyników badań międzylaboratoryjnych  20. Rodzaje i zastawianie kart kontrolnych  21. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące walidacji metod analitycznych i nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym według normy PN-EN-ISO 9001  22. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące walidacji metod analitycznych i nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym według normy PN-EN ISO 17025  23. Badania biegłości w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów  24. Rola badań międzylaboratoryjnych w zapewnieniu i kontroli jakości wyników laboratoryjnych  25. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące zapewnienia i kontroli jakości badań i zapewnienia spójności pomiarowej według normy PN-EN ISO/IEC 17025  26. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące zapewnienia i kontroli jakości badań i zapewnienia spójności pomiarowej według normy PN-EN-ISO 9001  27. Ogólne zasady oraz wymagania według Kodeksu Dobrej Praktyki Laboratoryjnej (GLP)  28. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025 dotyczące akredytacji laboratorium  29. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001 dotyczące akredytacji laboratorium  30. Zasady walidacji i parametry oceny procedury pomiarowej  31. Kryteria doboru parametrów walidacji  32. Raport walidacyjny </p>	
Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład informacyjny
N2	Wykład problemowy
N3	Prezentacja multimedialna

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
<b>Oceny</b> (F – formująca	Numer	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia

(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	przedmiotowego efektu kształcenia	
P (wykład)	PEK_W01- PEK_W15	Egzamin końcowy
F1 (seminarium)	PEK_U01- PEK_U07	I prezentacja multimedialna
F2 (seminarium)	PEK_U08- PEK_U15	II prezentacja multimedialna
P (seminarium)=(F1+F2)/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [75] E. Bulska, Metrologia chemiczna – sztuka prowadzenia pomiarów, Wydawnictwo Malamut, Warszawa 2008
- [76] Praca zbiorowa pod redakcją J. Namieśnika, Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [54] J. C. Miller, J. N. Miller, Statistics for analytical chemistry, John Wiley & Sons, New York 1984

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

Dr hab. inż. Paweł Pohl, Prof. PWr, [pawel.pohl@pwr.wroc.pl](mailto:pawel.pohl@pwr.wroc.pl)

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Ocena i kontrola jakości

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_W09	C1, C2	Wy1-Wy15	N1, N2
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_U10	C3	Se1-Se15	N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

WYDZIAŁ Chemiczny

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim

**Podstawy biznesu**

Nazwa w języku angielskim

**Principles of Business****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):****Specjalność (jeśli dotyczy):****Stopień studiów i forma:****I/ II stopień\*, stacjonarna /****niestacjonarna\*****Rodzaj przedmiotu:****obowiązkowy / ~~wybieralny~~ / ogólnouczelniany \***

Kod przedmiotu

ZMZ000127

Grupa kursów

~~TAK~~ / NIE\*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	-	-	-	-
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	-	-	-	-
Forma zaliczenia	<del>Egzamin / zaliczenie na ocenę*</del>	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	3				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI****brak****CELE PRZEDMIOTU**

C1: Przekazanie studentom wiedzy o procesach tworzenia, rozwoju oraz zarządzania przedsiębiorstwem ze szczególnym uwzględnieniem jednoosobowej działalności osób fizycznych oraz uświadomienie studentom szans oraz głównych zagrożeń ich źródeł w prowadzeniu małego biznesu.

C2: Przekazanie studentom wiedzy na temat procesu opracowania wielowariantowego biznes planu dla małego biznesu.

C3: Kształtowanie i utrwalanie kompetencji społecznych polegających na umiejętności kreatywnego i przedsiębiorczego działania, odpowiedniego określania priorytetów służącego realizacji wyznaczonego przez siebie lub innych zadania oraz umiejętności współpracy (w grupie studenckiej, a potem w grupie zawodowej) mających na celu efektywne rozwiązywanie problemów.

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01: Rozumie pojęcie przedsiębiorczości oraz istotę przedsiębiorstwa, zna zasady i obszary jego funkcjonowania. Rozumie istotę i cele funkcjonowania przedsiębiorstwa w różnych formach organizacyjno-prawnych. Posiada ogólną wiedzę o zasadach funkcjonowania przedsiębiorstw oraz o wybranych aspektach zarządzania nimi.

PEK\_W02: Posiada ogólną wiedzę dotyczącą procesu zakładania przedsiębiorstwa, a w szczególności przedsiębiorstwa osoby fizycznej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01: Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania. Potrafi w sposób kreatywny i przedsiębiorczy współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

#### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zajęcia organizacyjne - zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Przedsiębiorstwo (w szczególności MSP) w warunkach gospodarki rynkowej. Otoczenie biznesowe przedsiębiorstwa (uwarunkowania prowadzenia działalności gospodarczej)	2
Wy2 - Wy3	Przedsiębiorczość, przedsiębiorca, przedsiębiorstwo – definiowanie przedsiębiorczości; rola, odpowiedzialność i cechy przedsiębiorcy; istota, atrybuty oraz cele funkcjonowania przedsiębiorstw (w szczególności MSP). Cykl życia przedsiębiorstwa.	4
Wy4 - Wy6	Formalna organizacja przedsiębiorstwa – wybrane aspekty uruchamiania i prowadzenia działalności gospodarczej osób fizycznych (decyzje strategiczne na etapie zakładania przedsiębiorstwa, obowiązki rejestracyjne, źródła finansowania, wybór formy opodatkowania itd.). Wady i zalety funkcjonowania przedsiębiorstwa w innych formach organizacyjno-prawnych.	6
Wy7 - Wy8	Formułowanie biznesplanu (dochodzenie do koncepcji funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstwa z uwzględnieniem wyznaczników konkurencyjności przedsiębiorstwa (jakość, koszty, innowacyjność itd.)).	4
Wy9	Wybrane aspekty zarządzania przedsiębiorstwem (Strategia	6

- Wy11	działalności przedsiębiorstwa. Marketingowa koncepcja rozwoju przedsiębiorstwa. Finanse przedsiębiorstwa - zasady i uwarunkowania myślenia biznesowego w kategorii zysków i strat ekonomicznych. Ocena działalności przedsiębiorstwa)	
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy13- 14	Case study – prezentacja biznes planów przygotowanych przez studentów w ramach projektu zbiorowego.	4
Wy15	Kolokwium poprawkowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

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

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

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

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

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).	
N2. Materiały wykładowe (synteza) dostępne w formie elektronicznej.	
N3. Studia przypadków.	
N4. Praca własna studenta – studia literaturowe.	

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

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

(na koniec semestru)		
F1	PEK_W01 – PEK_W02	Kolokwium pisemne
F2	PEK_K01	Udział w case study
<b>P=0,8 F1+ 0,2 F2</b>		
UWAGA: zaliczenie studium przypadku (F2) jest warunkiem otrzymania oceny pozytywnej		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] *Podstawy nauki o przedsiębiorstwie*, red. J. Lichtarski, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 17 – 58.
- [2] Sudoł S., *Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Teorie i praktyka zarządzania*, Dom Organizatora, Toruń 2002, s. 19 – 50.
- [3] *Nauka o przedsiębiorstwie. Wybrane zagadnienia*, red. Irena Lichniak, SGH w Warszawie, Warszawa 2009, s.13 – 68.
- [4] *Zarządzanie małym i średnim przedsiębiorstwem*, pod red. K. Safina, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2012,
- [5] Markowski W., *ABC small business'u*, Wyd. MARCUS s.c., Łódź 2012.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] Młodzikowska D., Lunden B., *Jednoosobowa firma. Jak założyć i samodzielnie prowadzić jednoosobową działalność gospodarczą*, Wyd. BL Info Polska Sp. z o.o., Gdańsk 2012.
- [7] Robbins S.P., DeCenzo D.A.: *Podstawy zarządzania*, PWE, Warszawa 2002.

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

**Dr inż. Anna Zabłocka-Kluczka, [anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl](mailto:anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl)**

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Podstawy biznesu**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01</b>	<b>T2A_W09</b>	C1	W1 – W3, W9 – W11	N1, N2, N4
<b>PEK_W02</b>	<b>X2A_W10</b>	C1, C2	W4 – W8	N1, N2, N4
<b>PEK_K01</b>	<b>T2A_K03, T2A_K04, T2A_K06</b>	C3	W13 – W14	N3, N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej



Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Planowanie syntezy; strategia i taktyka</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Organic synthesis design; strategies and tactics</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023029</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	1				

\*niepotrzebne usunąć

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

38. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
39. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów
40. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents)

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	zapoznanie studentów ze sposobem planowania syntezy złożonych cząsteczek (analiza retro syntetyczna)
C2	omówienie sposobów syntezy nowych wiązań oraz transformacji grup funkcyjnych (selektywność reakcji)
C3	omówienie stereochemii w syntezie (reakcje stereokontrolowane)
C4	pokazanie przykładowych syntez złożonych produktów
C5	zaznajomienie z terminologią przedmiotu w języku angielskim

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – znać strategię planowania syntezy (retroanaliza, syntony i odpowiadające im reagenty, transformacje grup funkcyjnych, selektywność reakcji i ekonomia syntezy)	
PEK_W02 – rozumieć reaktywność związków chemicznych	
PEK_W03 – znać klasyczne, jak i nowsze metody tworzenia wiązań C-C	
PEK_W04 – rozumieć zjawisko stereochemii oraz znać sposoby otrzymywania związków chiralnych	
PEK_W05 – rozumieć celowość i znać sposoby ochrony grup funkcyjnych	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – wykorzystując poznane reakcje powinien być w stanie zaproponować racjonalną syntezę założonej cząsteczki docelowej o umiarkowanej skomplikowanej strukturze	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Cząsteczka docelowa, transformacje grup funkcyjnych, dyskonekcje	4
Wy2	Analiza retrosyntetyczna. Syntony i ich syntetyczne odpowiedniki	4
Wy3	Technika selektywnej redukcji, utleniania oraz zastosowania karboanionów	4
Wy4	Klasyczne i nowe metody budowy wiązań węgiel-węgiel	4
Wy5	Stereochemia w syntezie: reakcje stereokontrolowane: diastereo- i enancjostereoselektywne	4
Wy6	Ochrona grup funkcyjnych	4
Wy7	Strategia i taktyka w syntezie	2
Wy8	Wybrane przykłady syntezy produktów o złożonej strukturze	4
Suma godzin		<b>30</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 KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 – PEK_W05 PEK_U01	przedstawienie samodzielnie zaprojektowanej drogi syntezy wybranego przez wykładowcę związku
<b>P = F1</b>		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[77] J. Skarzewski, <i>Wprowadzenie do syntezy organicznej</i>, PWN, Warszawa, 1999.            [78] P. Wyatt, S. Warren, <i>Organic Synthesis, Strategy and Control</i>, J. Wiley, 2007.            [79] S. Warren, <i>Organic Synthesis, The Disconnection Approach</i>, J. Wiley, 1984.            [80] Bazy danych: Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents oraz oryginalne publikacje z zakresu syntezy organicznej.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[55] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i>, Oxford, 2000.            [56] L. Willis, M. Wills, <i>Organic Synthesis</i>, Oxford University Press, 1995.            [57] W. Carruthers, I. Coldham, <i>Modern Methods of Organic Synthesis</i>, Cambridge University Press, 2004.</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Prof. Dr hab. Jacek Skarzewski</b> , jacek.skarzewski@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Planowanie syntezy: strategia i taktyka

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Chemia związków organicznych i polimerów

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach3_W02	C1, C4, C5	Wy1-Wy2, Wy7	N1-N3
PEK_W02	S2Ach3_W02	C2, C4, C5	Wy3	N1-N3
PEK_W03	S2Ach3_W02	C2, C4, C5	Wy4, Wy6	N1-N3
PEK_W04	S2Ach3_W02	C3, C4, C5	Wy5	N1-N3
PEK_W05	S2Ach3_W02	C2-C5	Wy6	N1-N3
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach3_W02	C1-C5	Wy1-Wy8	N3

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Praca dyplomowa I</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Graduate laboratory I</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC020002</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć  
41 (2 ECTS)

	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 kontaktu (BK)			2		

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

41. 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.

### CELE PRZEDMIOTU

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

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,

PEK\_W02 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej.

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi gromadzić i weryfikować informacje przydatne do poznania określonego zagadnienia,

PEK\_U02 – potrafi łączyć i uogólniać informacje pochodzące z różnych źródeł,

PEK\_U03 – potrafi w sposób syntetyczny i krytyczny opracować zgromadzone informacje,

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.	60
Suma godzin		60

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	konsultacje
----	-------------

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 – PEK_W02 PEK_U01 – PEK_U03	ocena ilości i jakości wyników pracy studenta

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

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

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

#### Opiekunowie poszczególnych kursów Praca dyplomowa I

Przygotowanie karty:

**Prof.dr hab. inż. Piotr Drożdżewski, piotr.drozdzewski@pwr.wroc.pl**

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Praca dyplomowa I

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

(wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C2	La1-La15	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C4	La1-La15	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C1, C2	La1-La15	N1
<b>PEK_U02</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C1, C3	La1-La15	N1
<b>PEK_U03</b>	K2Abt_U02, K2Ach_U05, K2Aic_U02, K2Aim_U06, K2Atc_U09	C1, C3	La1-La15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Praca dyplomowa II</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Graduate laboratory II</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>CHC020004</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			225		
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 kontaktu (BK)			7,5		

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

42. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów

**CELE PRZEDMIOTU**

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.



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,

PEK\_W02 – ma wiedzę teoretyczną i praktyczną niezbędną do wykonania pracy dyplomowej,

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi przeprowadzić eksperymenty / wykonać projekt / stworzyć oprogramowanie oraz opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań,

PEK\_U02 – potrafi przygotować pisemne opracowanie na temat wybranego zagadnienia naukowego i własnego wkładu do tego zagadnienia,

PEK\_U03 – potrafi wyszukiwać nowe i rozwijać swoje dotychczasowe zainteresowania i umiejętności.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La 1-15	Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej.	60
Suma godzin		60

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1	konsultacje
----	-------------

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 – PEK_W02 PEK_U01 – PEK_U03	ocena ilości i jakości wyników pracy studenta po przedłożeniu opiekunowi końcowej, pisemnej wersji opracowania pt: Praca dyplomowa

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

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: <b>Prof.dr hab. inż. Piotr Drożdżewski, piotr.drozdzewski@pwr.wroc.pl</b>

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
Praca dyplomowa II  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**  
(wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza)</b> <b>PEK_W01</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C1	La1-La15	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C3	La1-La15	N1
<b>(umiejętności)</b> <b>PEK_U01</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C2	La1-La15	N1
<b>PEK_U02</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C5	La1-La15	N1
<b>PEK_U03</b>	K2Abt_U03, K2Ach_U06, K2Aic_U03, K2Aim_U07, K2Atc_U10	C4	La1-La15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Seminarium dyplomowe (+ praca dyplomowa + przygotowanie do egzaminu dyplomowego)</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Graduate seminar</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023001</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)					0,5

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

43. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów

**CELE PRZEDMIOTU**

C1	Nabywanie umiejętności ustnego prezentowania celów i wyników swojej pracy.
C2	Nabywanie umiejętności pisemnego opracowania wyników własnych badań.
C3	Zapoznanie z formą publicznej dyskusji z uwzględnieniem obrony własnego stanowiska

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – ma pogłębioną wiedzę w zakresie tematu pracy dyplomowej.

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi zastosować narzędzia informatyczne do przygotowania prezentacji multimedialnej,

PEK\_U02 – potrafi publicznie przedstawić przygotowaną przez siebie prezentację multimedialną.

PEK\_U03 – potrafi opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań oraz bronić je podczas publicznej dyskusji.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1 - Se15	Prezentowanie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji	15
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1	konsultacje
N2	prezentacja multimedialna
N3	wygłoszenie referatu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 PEK_U01 – PEK_U03	ocena przedstawionej prezentacji i aktywności w dyskusjach

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
(brak)

OPIEKUN PRZEDMIOTU (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Prowadzący poszczególne kursy Seminarium dyplomowe</b> Przygotowanie karty: <b>Prof.dr hab. inż. Piotr Drożdżewski, piotr.drozdzewski@pwr.wroc.pl</b>

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Seminarium dyplomowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

(wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego)

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C3	Se1-Se15	N1
<b>(umiejętności) PEK_U01</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C1	Se1-Se15	N2
<b>PEK_U02</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C1	Se1-Se15	N2
<b>PEK_U03</b>	K2Abt_U33, K2Ach_U41, K2Aic_U27, K2Aim_U34, K2Atc_U36	C2, C3	Se1-Se15	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska  
WYDZIAŁ CHEMICZNY

### KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	<b>Spektrometria mas i jej zastosowania</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Mass spectrometry and its applications</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023021</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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	egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		0,5		

\*niepotrzebne usunąć

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

44. Znajomość fizyki na poziomie studiów I-go stopnia.
45. Umiejętność posługiwania się programem do obliczeń (np. Excel, Origin, itp.)

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zapoznanie studenta z podstawami teoretycznymi metody spektrometrii mas.
C2	Poznanie różnych technik analitycznych wykorzystujących spektrometrię mas.
C3	Nauczenie interpretacji różnych rodzajów widm mas.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – Zna rodzaje i zasadę działania spektrometrów mas.	
PEK_W02 – Zna metody jonizacji materii.	
PEK_W03 – Zna sposoby pomiarów małych prądów.	
PEK_W04 – Potrafi omówić i porównać w zakresie podstawowym metody pomiarowe wykorzystujące spektrometrię mas.	
PEK_W05 – Potrafi opisać powstawanie widm mas.	
PEK_W06 – Potrafi opisać najważniejsze zastosowania spektrometrii mas.	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – Potrafi obliczyć skład izotopowy jonu prostego i złożonego.	
PEK_U02 – Umie przeprowadzić analizę widma mas i zidentyfikować na je podstawie substancję chemiczną.	
PEK_U03 – Potrafi przeprowadzić obliczenia podstawowych wielkości termodynamicznych (ciśnienia cząstkowe, stałe równowagi reakcji chemicznych) na podstawie badanego widma mas.	

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć – wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Historia i rozwój spektrometrii mas.	1
Wy2	Rodzaje i zasada działania spektrometrów mas.	2
Wy3	Elementy techniki wysokiej próżni.	1
Wy4	Metody jonizacji materii.	1
Wy5	Pomiar małych prądów.	1
Wy6	Metody pomiarowe z zastosowaniem spektrometrii mas.	1
Wy7	Wybrane zastosowania spektrometrii mas.	4
Wy8	Wstęp do teorii widma mas.	4
Suma godzin		15

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Określanie składu izotopowego jonu prostego i złożonego.	2
La2	Identyfikacja substancji na podstawie widma mas.	6
La3	Wybrane obliczenia wielkości termodynamicznych na podstawie widma mas.	7
Suma godzin		15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykład z prezentacją multimedialną.
N2	Wprowadzenia teoretyczne.
N3	Samodzielne rozwiązywanie problemów.
N4	Wykorzystanie oprogramowania służącego do obliczeń (arkusz kalkulacyjny).
N5	Przygotowanie sprawozdania.

<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
P1 (wykład)	W01, W02	Egzamin końcowy
F1(laboratorium)	PEK_U01–PEK_U03	3 sprawozdania na ocenę.
P2 (laboratorium) = ocena(F1)/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] R. A. W. Johnstone, Spektrometria mas w chemii organicznej. PWN, 1975.</p> <p>[3] E. de Hoffman, J. Charette, V. Stroobant, Spektrometria mas. WNT, 1998.</p> <p>[4] A. Hałas, Technologia wysokiej próżni, PWN, 1980.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b>
(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr hab. inż. Jan Kapala      jan.kapala@pwr.wroc.pl</b>



# MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Spektrometria mas i jej zastosowania

## Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Analityka środowiskowa i żywności

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Narzędzia dydaktyczne***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_W07	C1	Wy1-Wy3	N1
PEK_W02	S2Ach1_W07	C1	Wy4	N1
PEK_W03	S2Ach1_W07	C1	Wy5	N1
PEK_W04	S2Ach1_W07	C2	Wy6	N1
PEK_W05	S2Ach1_W07	C2	Wy7	N1
PEK_W06	S2Ach1_W07	C1, C2	Wy8	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_U08	C3	La1	N2-N4
PEK_U02	S2Ach1_U08	C3	La1, La2	N2-N4
PEK_U03	S2Ach1_U08	C3	La3	N2-N4

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Optical and X-ray spectrometry in analytics</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiskowa i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023019</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	0,5		1		0,5

\*niepotrzebne usunąć

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

46. Wiedza dotycząca budowy atomu i cząsteczki.
47. Znajomość podstaw spektroskopii atomowej i molekularnej.
48. Znajomość chemii fizycznej i instrumentalnej.
49. Wiedza dotycząca metod chemii analitycznej i podstaw analizy śladowej.

<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

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna podstawy metod analitycznej spektrometrii absorpcyjnej, emisyjnej i rentgenowskiej	
PEK_W02 – zna metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich	
PEK_W03 – ma wiedzę dotyczącą możliwości przeprowadzenia bezpośredniej analizy pierwiastkowej próbek stałych metodami spektroskopowymi	
PEK_W04 – zna zasady analizy pierwiastkowej próbek ciekłych metodami optycznej spektrometrii atomowej	
PEK_W05 – zna podstawowe parametry plazmy	
PEK_W06 – ma wiadomości dotyczące wykorzystania źródeł plazmowych w analityce	
PEK_W07 – zna sposoby redukcji interferencji występujących podczas analiz pierwiastkowych złożonych próbek	
PEK_W08 – ma wiedzę na temat nowoczesnej aparatury pomiarowej stosowanej w atomowej spektrometrii optycznej i rentgenowskiej	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – potrafi przygotować próbki do analiz pierwiastkowych metodami spektrometrii optycznej i rentgenowskiej	
PEK_U02 – potrafi wyznaczyć parametry charakteryzujące metodę analityczną (czułość, granica wykrywalności, itp.)	
PEK_U03 – potrafi wykonać analizę próbki metodą dyfrakcji rentgenowskiej	
PEK_U04 – potrafi wykonać analizę wielopierwiastkową próbki metodą spektrometrii emisyjnej indukcyjnie sprzężonej plazmy	
PEK_U05 – potrafi wykorzystać metodę atomowej spektrometrii absorpcyjnej w analizie pierwiastkowej materiałów	
PEK_U06 – potrafi dokonać analizy i oceny interferencji spektralnych i efektów matrycowych występujących w danej technice analitycznej	
PEK_U07 – umie zaplanować i przedstawić proces analizy pierwiastkowej próbki z wykorzystaniem wybranej metody spektrometrii optycznej lub rentgenowskiej	

PEK\_U08 – potrafi przygotować prezentację multimedialną na temat związany z zastosowaniem metod spektrometrii optycznej i rentgenowskiej w analityce z wykorzystaniem fachowej literatury naukowej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Idea oznaczeń ilościowych metodami spektrometrii atomowej – zasada oznaczenia, kalibracja, granica wykrywalności, granica oznaczalności, walidacja	1
Wy2	Metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich	1
Wy3	Wybrane zagadnienia fizykochemii plazmy, charakterystyka analitycznych plazmowych źródeł wzbudzenia	1
Wy4	Emisyjna spektrometria atomowa – bezpośrednia analiza próbek stałych	1
Wy5	Spektrometria plazmy indukowanej laserowo i ablacja laserowa	1
Wy6	Wyładowanie jarzeniowe – analiza składu pierwiastkowego i analiza warstwowa	1
Wy7	Analiza próbek ciekłych metodami spektrometrii atomowej	1
Wy8	Atomowa spektrometria emisyjna indukcyjnie sprzężonej plazmy	1
Wy9	Atomowa spektrometria absorpcyjna	1
Wy10	Atomowa spektrometria fluorescencyjna	1
Wy11	Interferencje w metodach spektrometrii atomowej	1
Wy12	Widma rentgenowskie – charakterystyka i generowanie	1
Wy13	Emisyjne i absorpcyjne widma rentgenowskie	1
Wy14	Fluorescencja rentgenowska i dyfrakcja rentgenowska – zastosowania analityczne	1
Wy15	Techniki sprzężone. Spektrometria optyczna i rentgenowska a inne współczesne instrumentalne metody analityczne.	1
Suma godzin		<b>15</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym i pracowniach instrumentalnych. Sposób prowadzenia i zaliczenia zajęć.	2

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

<b>Forma zajęć – seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Przygotowanie próbek do analizy z wykorzystaniem spektrometrii optycznej i rentgenowskiej	1
Se2	Rola materiałów odniesienia w analizie pierwiastkowej i specjacyjnej	1
Se3	Nowoczesne spektrometry emisyjne, absorpcyjne i rentgenowskie.	1
Se4	Oznaczanie metali metodami spektrometrii atomowej – koncentracje całkowite i analiza specjacyjna	1
Se5	Oznaczanie niemetalii metodami spektrometrii atomowej – koncentracje całkowite i analiza specjacyjna	1
Se6	Źródła plazmowe w spektrometrii mas i w chromatografii	1
Se7	Badania spektroskopowe obiektów astrofizycznych.	1
Se8	Interferencje spektralne w spektrometrii emisyjnej, absorpcyjnej i rentgenowskiej	1
Se9	Efekty matrycowe w atomowej spektrometrii emisyjnej i absorpcyjnej	1
Se10	Analiza pierwiastkowa biopaliw, ropy i produktów naftowych metodami spektrometrii atomowej	1
Se11	Wykorzystanie widm cząsteczek dwuatomowych w analizie pierwiastkowej materiałów	1

Se12	Chemiczne generowanie par w analizie pierwiastkowej metodami spektrometrii atomowej	1
Se13	Ablacja laserowa w metodach spektrometrii atomowej	1
Se14	Zastosowanie dyfrakcji rentgenowskiej w analityce	1
Se15	Zastosowanie XRF w analizie próbek geologicznych, środowiskowych i w przemyśle metalurgicznym	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>		
N1	Wykład problemowy połączony z prezentacją multimedialną (wykład)	
N2	Przygotowanie prezentacji multimedialnej (seminarium)	
N3	Przygotowanie planu eksperymentów	
N4	Wykonanie pomiarów instrumentalnych z wykorzystaniem oprogramowania właściwego dla danego urządzenia	
N5	Opracowanie sprawozdania	

<b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
<b>P1</b> (wykład)	PEK_W01- PEK_W08	kolokwium
F1 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U03,	sprawozdanie
F2 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U02, PEK_U04, PEK_U06	sprawozdanie
F3 (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U02, PEK_U05, PEK_U06	sprawozdanie
<b>P2</b> (laboratorium) = (F1·2+F2·3+F3·2)/7		
F1 (seminarium)	PEK_U07	prezentacja
F2 (seminarium)	PEK_U08	prezentacja
<b>P3</b> (seminarium) =(F1+F2)/2		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr inż. Jolanta Borkowska-Burnecka,**  
e-mail: [jolanta.borkowska-burnecka@pwr.wroc.pl](mailto:jolanta.borkowska-burnecka@pwr.wroc.pl)

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Analityka środowiskowa i żywności

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_W04	C1	Wy1, Wy3, Wy12	N1
PEK_W02	S2Ach1_W04	C2, C3	Wy2	N1
PEK_W03	S2Ach1_W04	C2 – C4	Wy3 – Wy6, Wy13, Wy14	N1
PEK_W04	S2Ach1_W04	C2 – C4	Wy7 – Wy10	N1
PEK_W05	S2Ach1_W04	C2 – C4	Wy3	N1
PEK_W06	S2Ach1_W04	C2, C3, C5	Wy3-Wy10	N1
PEK_W07	S2Ach1_W04	C2, C5	Wy11	N1
PEK_W08	S2Ach1_W04	C3	Wy5, Wy6, Wy15,	N1
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_W04	C4,C5	La2, La3, La9, La10, La14	N3, N4

<b>PEK_U02</b>	S2Ach1_W04	C2, C5	La7, La12	N4, N5
<b>PEK_U03</b>	S2Ach1_W04	C2, C3, C5	La14, La15	N4, N5
<b>PEK_U04</b>	S2Ach1_W04	C2, C3, C5	La2 – La8	N3 – N5
<b>PEK_U05</b>	S2Ach1_W04	C2, C3, C5	La9 – La13	N3 – N5
<b>PEK_U06</b>	S2Ach1_W04	C2, C5	La8, La13	N5
<b>PEK_U07</b>	S2Ach1_W04	C2, C6	Se1-Se15	N2
<b>PEK_U08</b>	S2Ach1_W04	C2, C6	Se1-Se15	N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej



Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>IR, UV/VIS Spectroscopy, Photochemistry and theirs applications</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Analityka środowiska i żywności</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023020</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	0,5				

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>
1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej
2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej
3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej
4. Podstawowe umiejętności z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Zaznajomienie się z zasadą działania laserów stosowanych w spektroskopii atomowej i molekularnej.
C2	Poznanie sposobów określania symetrii drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana oraz umiejętność interpretacji widm oscylacyjnych.
C3	Nabycie wiedzy o metodach obserwacji widm absorpcji i luminescencji cząsteczek wieloatomowych o dobrze rozdzielonej strukturze elektronowo-oscylacyjnej
C4	Nabycie wiedzy o podstawowych regułach w rządzących procesami fotochemicznymi.
C5	Zaznajomienie się technikami pomiarów fotochemicznych: fotoliza błyskowa, wydajności kwantowej procesu fotochemicznego, czasami życia stanów wzbudzonych, przekazywania energii elektronowej i sensybilizowanych reakcji fotochemicznych.

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01 – zna zasady działania różnego typu laserów (warunki powstania akcji laserowej, rodzaje laserów i ich zastosowanie).	
PEK_W02 – zna reguły pozwalające określić symetrię drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana	
PEK_W03 – ma podstawową wiedzę w zakresie spektrometrii molekularnej, ze szczególnym uwzględnieniem spektroskopii elektronowo-oscylacyjnej cząsteczek dwu- i wieloatomowych oraz technik, które pozwalają otrzymać dwuwymiarowe widma elektronowo-oscylacyjnej o wysokiej rozdzielczości,	
PEK_W04 – zna podstawowe prawa rządzące procesami fotochemicznymi.	
PEK_W05 – zna techniki pomiarów fotochemicznych: fotolizę błyskową, pomiary wydajności kwantowej procesu fotochemicznego.	
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01 – potrafi określić warunki powstawania akcji laserowej w różnego typu laserów i długości fali promieniowania laserowego	
PEK_U02 – umie powiązać symetrii drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana z jego strukturą,	
PEK_U03 – zna zasady spektrofluorymetrycznych pomiarów widm absorpcji, emisji oraz wydajności kwantowej i czasu zaniku emisji,	
PEK_U04 – potrafi zinterpretować dwuwymiarowe widmo elektronowe,	
PEK_U05 – wykorzystując wiedzę z zakresu fotochemii może zaproponować odpowiednią technikę pomiaru,	
PEK_U06 – potrafi przeprowadzić analizę danych eksperymentalnych i wyznaczyć na tej podstawie np. naturalny, średni czas życia i wydajność kwantową fluorescencji.	
<b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_K01 – ma znajomość spektroskopii oscylacyjnej i elektronowej w zakresie, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i	

zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<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-rodzielone 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
Wy5	Techniki pomiarów fotochemicznych: fotoliza błyskowa, pomiary wydajności kwantowej procesu fotochemicznego	3
Wy6	Bezpromieniste przekazywanie energii elektronowej i sensybilizowane reakcje fotochemiczne.	2
Suma godzin		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykłady problemowe – prezentacje multimedialne
N2	Konsultacje
N3	Praca własna – przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego

<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
<b>P</b> (wykład)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05	ocena z kolokwium pisemnego
<b>P</b> (wykład) = ocena z kolokwium zaliczeniowego na koniec kursu		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [84] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2, Fizykochemia molekularna, PWN, Warszawa 2007  
 [85] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001  
 [86] S. Paszyc, Podstawy fotochemii, PWN, Warszawa 1981.  
 [87] J. A. Barltrop, J. D. Coyle, Fotochemia-podstawy, PWN, Warszawa 1987.

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [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.

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

dr hab. inż. Krystyna Palewska, krystyna.palewska@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Spektroskopia IR, UV/VIS i fotochemia

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

#### Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C1	Wy1	N1, N4, N5
PEK_W02	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C2,	Wy2	N1, N2, N3
PEK_W03	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C3	Wy3	N1, N2, N3
PEK_W04	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C4	Wy4	N1, N2, N3
PEK_W05	S2Ach_W06: X2A_W01, X2A_W03	C5	Wy5, Wy6	N1, N2, N3
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C1	Wy1	N1, N2, N3
PEK_U02	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C2	Wy2	N1, N2, N3
PEK_U03	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C3	Wy3	N1, N2, N3
PEK_U04	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C4	Wy4	N1, N2, N3
PEK_U05	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C5	Wy5	N1, N2, N3
PEK_U06	S2Ach1_W06: X2A_W01, X2A_W03	C5	Wy5, Wy6	N1, N2, N3
(kompetencje społeczne) PEK_K01	S2Ach1_W06	C1-C5	Wy1-Wy6	

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Spektroskopia</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Spectroscopy</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023050</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	0,5		1		

\*niepotrzebne usunąć

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

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

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>	
C1	Nabycie wiedzy z zakresu wybranych laboratoryjnych metod pomiaru widm rotacyjnych i oscylacyjnych oraz elementów aparatury pomiarowej
C2	Nabycie wiedzy na temat technik pomiaru widm fotoelektronów (PES), elektronów Augera i fluorescencji rentgenowskiej.
C3	Nabycie wiedzy z zakresu spektroskopii elektronowej cząsteczek wieloatomowych w tym z zastosowania teorii grup w chemii.
C4	Nabycie wiedzy na temat metod rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.
C5	Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji dwuwymiarowych widm magnetycznego rezonansu magnetycznego (COSY)
C6	Praktyczne poznanie wybranych zastosowań spektroskopii atomowej i molekularnej

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

**Z zakresu wiedzy:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – ma podstawową wiedzę o wybranych laboratoryjnych metodach pomiaru widm rotacyjnych i oscylacyjnych oraz elementach aparatury pomiarowej

PEK\_W02 – zna podstawy spektroskopii fotoelektronów (PES), elektronów Augera i fluorescencji rentgenowskiej

PEK\_W03 – ma podstawową wiedzę o procesach absorpcji i luminescencji cząsteczek wieloatomowych oraz metod rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych i widm luminescencji elektronowo-oscyłacyjnych wysoko-rozdzielonych.

PEK\_W04 – ma wiedzę w zakresie zastosowania teorii grup w chemii i klasyfikację cząsteczek ze względu na ich symetrię.

PEK\_W05 – ma wiedzę w zakresie interpretacji dwuwymiarowych widm magnetycznego rezonansu magnetycznego (COSY)

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – potrafi przygotować próbki i wykonać pomiary metodami spektroskopii oscylacyjnej oraz zinterpretować zmierzone widma,

PEK\_U02 – posiada praktyczną umiejętność analizy widm otrzymywanych technikami NMR i określania na ich podstawie struktury związku organicznego,

PEK\_U03 – potrafi wykorzystać spektroskopię absorpcyjną UV-VIS do wyznaczania parametrów kinetycznych reakcji fotochemicznych,

PEK\_U04 – potrafi zastosować spektroskopię emisyjną do wyznaczenia fundamentalnych stałych struktury atomowej

PEK\_U05 – potrafi zinterpretować subtelną strukturę rotacyjną pasm wibronowych w widmie cząsteczek dwuatomowych.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_K01 – ma znajomość rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej w zakresie, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Spektroskopia rotacyjna i oscylacyjna, metody eksperymentalne: źródła światła, techniki furierowskie, detektory.	4
Wy2	Spektroskopia fotoelektronów (PES), elektrony Augera i fluorescencja rentgenowska.	2
Wy3	Zastosowania teorii grup w chemii.	2
Wy4	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.	3
Wy5	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		<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>	
N1	Wykłady problemowe – prezentacje multimedialne
N2	Laboratorium - udostępniony w sieci zapis elektroniczny instrukcji wykonania ćwiczeń przewidzianych harmonogramem
N3	Praca własna - opracowanie sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
N4	Konsultacje
N5	Praca własna – przygotowanie do egzaminu

<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)	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_W04 PEK_W05	ocena z egzaminu pisemnego
F1 (ćwiczenia)	PEK_U01 PEK_U05	sprawozdanie z ćwiczenia
P(ćwiczenia) = średnia arytmetyczna ocen z ćwiczeń wymaganych programem		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[88] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2 Fizykochemia molekularna, Wyd. PWN, Warszawa 2007</p> <p>[89] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001</p> <p>[90] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych PWN, Wrszawa 2007.</p> <p>[91] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, PWN, Warszawa 2007.</p> <p>[92] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[61] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej. WNT Warszawa, 2009</p> <p>[2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t 3, Obliczenia fizykochemiczne, PWN, Warszawa 2010</p> <p>[3] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, WNT, Warszawa 2000.</p> <p>[4] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN, Warszawa 2009.</p> <p>[5] P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.</p>

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
dr hab. inż. Krystyna Palewska, krystyna.palewska@pwr.wroc.pl



# MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Spektroskopia

## Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

wszystkie specjalności na kierunku Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) PEK_W01	K2Ach_W03: X2A_W01, X2A_W03 X2A_W05, X2A_W06	C1	Wy1	N1, N5
PEK_W02	K2Ach_W03: X2A_W01, X2A_W03 X2A_W05, X2A_W06	C2	Wy2	N1, N5
PEK_W03	K2Ach_W03: X2A_W01, X2A_W03 X2A_W05, X2A_W06	C3, C4	Wy3	N1, N5
PEK_W04	K2Ach_W03: X2A_W01, X2A_W03 X2A_W05, X2A_W06	C3,C4	Wy3,Wy4	N1, N5
PEK_W05	K2Ach_W03: X2A_W01, X2A_W03 X2A_W05, X2A_W06	C5	Wy5	N1, N5
(umiejętności) PEK_U01	K2Ach_U03: X2A_U01, X2A_U02 InżA_U01	C6	La2, La3	N2, N3, N4
PEK_U02	K2Ach_U03: X2A_U01, X2A_U02 InżA_U01	C6	La4, La5	N2, N3, N4
PEK_U03	K2Ach_U03: X2A_U01, X2A_U02 InżA_U01	C6	La6	N2, N3, N4
PEK_U04	K2Ach_U03: X2A_U01, X2A_U02 InżA_U01	C6	La7	N2, N3, N4
PEK_U05	K2Ach_U03: X2A_U01, X2A_U02 InżA_U01	C6	La8	N2, N3, N4
(kompetencje społeczne) PEK_K01	K2Ach_W03: X2A_W01, X2A_W03 X2A_W05, X2A_W06 K2Ach_U03: X2A_U01, X2A_U02 InżA_U01	C1--C6	Wy1-Wy5 La2-La8	N1-N5

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Techniques of solid supported reactions and combinatorial synthesis</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023053</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

	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	2				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

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

50. 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	Znajomość zastosowania stałego nośnika w syntezie wybranych grup związków niskocząsteczkowych i oligomerów.
C3	Przedstawienie metodologii konstrukcji bibliotek kombinatorycznych dla opracowania związków o ukierunkowanych właściwościach.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – zna teoretyczne i praktyczne aspekty zastosowania stałych nośników w syntezie organicznej,

PEK\_W02 – rozumie funkcję łączników, strategie immobilizacji substratów, reagentów i katalizatorów oraz odszczepiania produktów,

PEK\_W03 – zna techniki i przykłady otrzymywania syntetycznych związków niskocząsteczkowych, oligomerów naturalnych oraz bibliotek kombinatorycznych o ukierunkowanych właściwościach,

PEK\_W04 – poznała techniki instrumentalne stosowane w syntezie i analizie produktów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

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

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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)	PEK_W01 – PEK_W04	prezentacja multimedialna

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[93] F. Z. Dörwald, Organic Synthesis on Solid Phase: Supports, Linkers, Reactions, Wiley, 2002.
[94] 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><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[62] A. W. Czarnik, Solid-Phase Organic Syntheses (Ed.); Wiley, 2001.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b> (Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)
<b>Dr hab. inż. Artur Mucha, prof. PWr, <a href="mailto:artur.mucha@pwr.wroc.pl">artur.mucha@pwr.wroc.pl</a></b>

### **MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**

Techniki reakcji na stałych nośnikach i synteza kombinatoryczna

#### **Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Chemia

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu ***</b>	<b>Treści programowe ***</b>	<b>Narzędzia dydaktyczne ***</b>
<b>(wiedza) PEK_W01</b>	S2Ach3_W03	C1-C3	Wy1 – Wy6	N1
<b>PEK_W02</b>	S2Ach3_W03	C1	Wy1, Wy4, Wy7	N1
<b>PEK_W03</b>	S2Ach3_W03	C2-C3	Wy2 – Wy7	N1
<b>PEK_W04</b>	S2Ach3_W03	C1	Wy7, Wy8	N1

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Techniques of organic syntheses – basic operations</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023058</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	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 kontaktu (BK)	1		2		0,5

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
51.	Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej
52.	Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów
53.	Opanowane podstawowe operacje i techniki laboratoryjne
54.	Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz

danych (Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents)

### CELE PRZEDMIOTU

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

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_W01 – Zna metody selektywnego utleniania, redukcji oraz innych transformacji grup funkcyjnych związków organicznych.

PEK\_W02 – Zna klasyczne i aktualne metody tworzenia nowych wiązań C-C, w szczególności zastosowanie karboanionów a także metody katalityczne.

PEK\_W03 – Rozumie problemy stereochemii oraz ochrony grup funkcyjnych w syntezie wieloetapowej.

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEK\_U01 – Umie zastosować retroanalizę do opracowania syntezy złożonej cząsteczki.

PEK\_U02 – Potrafi zaproponować reagenty do wykonania zaplanowanych jednostkowych przemian; Wykorzystuje reakcje stereoselektywne.

PEK\_U03 – Potrafi zaplanować i wykonać selektywne transformacje grup funkcyjnych oraz tworzenie nowych wiązań C-C.

PEK\_U04 – Posiada praktyczną umiejętność dobierania grup ochronnych do warunków reakcji.

PEK\_U05 – Umie zaplanować i przeprowadzić wieloetapową syntezę docelowego związku organicznego.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Selektywne transformacje grup funkcyjnych: przemiany chemo-, regio- i stereoselektywne	2
Wy2	Reakcje i odczynniki służące selektywnemu utlenianiu węglowodorów; 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.	4
Wy8	Synteza asymetryczna z wykorzystaniem metod katalitycznych	4
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	<p>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 zadanego preparatu docelowego. W razie konieczności zastosowanie zabezpieczeń grup funkcyjnych a w przypadku syntezy związku enancjomerycznego wykorzystanie dostępnych metod katalitycznych.</p> <p>Oczyszczenie, identyfikacja i charakteryzowanie produktów. Interpretacja wyników, sprawozdania.</p>	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
	Suma godzin	<b>60</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	<p>Indywidualne przygotowanie przez studenta i wygłoszenie referatu/prezentacji na temat poszczególnych metodologii (również katalitycznych) stosowanych w nowoczesnej syntezie: selektywne utleniania, redukcje, budowa nowych wiązań C-C, synteza asymetryczna itd., w oparciu o bieżącą literaturę naukową.</p>	2
Se2		2
Se3		2
Se4		2
Se5		2
Se6		2
Se7		2
Se8		1
	Suma godzin	<b>15</b>

<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 studenci– prezentacja w formie seminarium
N5	zaplanowanie i wykonanie eksperymentów
N6	szczegółowa dokumentacja eksperymentów – prowadzenie notatek (dziennik)

<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
<b>P</b> (laboratorium)	PEK_U01 – PEK_U05	ocena na podstawie poprawnego przygotowania, wykonania i zdokumentowania wyników każdej z zadanych syntez
<b>P</b> (seminarium)	PEK_U01 – PEK_U04	ocena na podstawie prezentacji aktualnych metod stosowanych w syntezie na podstawie bieżącej literatury naukowej (referat)
<b>P</b> (egzamin)	PEK_W01 – PEK_W03	ustne sprawdzenie znajomości metod rozbudowy szkieletów węglowych, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) oraz ich zabezpieczania, a także przedstawionych podczas wykładu metod katalitycznych.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [63] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, *Organic Chemistry*, Oxford, 2000;  
 [64] W. Carruthers, I. Coldham, *Modern Methods of Organic Synthesis*, Cambridge University Press, 2004.  
 [65] C. L. Willis, M. Wills, *Organic Synthesis*, Oxford University Press, 1995;  
 [66] R. K. Mackie, D. M. Smith, R. A. Aitken, *Guidebook to Organic Synthesis*, Longman, 1999.  
 [67] C. L. Willis, M. Wills, *Organic Synthesis*, Oxford University Press, 1995.  
 [68] J. H. Fuhrhop, G. Penzlin, *Organic Synthesis*, Verlag Chemie, Berlin, 1983



[69] L.-T. Ho, *Tactics of Organic Synthesis*, J. Wiley, New York, 1994

### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Dr Przemysław Boratyński**, przemyslaw.boratynski@pwr.wroc.pl

**Dr inż. Rafał Kowalczyk**, rafał.kowalczyk@pwr.wroc.pl

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

### MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

### I SPECJALNOŚCI

Chemia związków organicznych i polimerów

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu***	Treści programowe***	Narzędzia dydaktyczne***
(wiedza) PEK_W01	S2Ach3_W01	C1-C2	Wy1-Wy6, Se1-Se8	N1, N2
PEK_W02	S2Ach3_W01	C3-C5	Wy7, Wy9- Wy11, Se1-Se8	N1, N2, N3
PEK_W03	S2Ach3_W01	C4	Wy8, Se1-Se8	N1, N2, N3
(umiejętności) PEK_U01	S2Ach3_U01, S2Ach3_U06	C1, C3, C5	La1-La15	N4-N6
PEK_U02	S2Ach3_U01, S2Ach3_U06	C1-C3	Se1-Se8, La1- La15	N2-N6
PEK_U03	S2Ach3_U01, S2Ach3_U06	C1, C3, C5	Se1-Se8, La1- La15	N2-N6
PEK_U04	S2Ach3_U01, S2Ach3_U06	C5	Se1-Se8, La1- La15	N5, N6
PEK_U05	S2Ach3_U01, S2Ach3_U06	C1-C5	La1-La15	N5, N6

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej

<b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Wstęp do statystyki praktycznej</b>
Nazwa w języku angielskim	55. <b>Introduction to Practical Statistics</b>
<b>56. Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Biotechnologia, Chemia, Technologia chemiczna</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Stopień studiów i forma:</b>	<b>II stopień, stacjonarna</b>
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	<b>obowiązkowy</b>
<b>Kod przedmiotu</b>	<b>MAP003053</b>
<b>Grupa kursów</b>	<b>NIE</b>

	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 kontaktu (BK)	1				

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

- [7] Zna i umie stosować podstawowe pojęcia analizy matematycznej.  
 [8] Zna elementy rachunku prawdopodobieństwa odpowiadające maturze na poziomie podstawowym.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Poznanie i nabycie umiejętności stosowania podstawowych metod analizy opisowej i graficznej danych empirycznych  
 C2 Poznanie podstawowych pojęć probabilistyki i ich zastosowania w modelowaniu matematycznym.  
 C3 Nabycie umiejętności tworzenia modeli statystycznych wraz z formułowaniem założeń.  
 C4 Nabycie umiejętności dobierania procedur i algorytmów obliczeniowych do sprecyzowanych zadań analiz statystycznych.

\*niepotrzebne skreślić

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy student:

PEK\_W01 zna konstrukcję podstawowych statystyk opisowych i algorytmy ich wyznaczania

PEK\_W02 ma podstawową wiedzę o modelowaniu zjawisk losowych i stosowaniu modeli probabilistycznych

PEK\_W03 zna metody estymacji stosowane w podstawowych modelach parametrycznych i nieparametrycznych

PEK\_W04 zna testy istotności dla parametrów podstawowych modeli parametrycznych, stosowane testy nieparametryczne oraz test analizy wariancji

Z zakresu umiejętności student:

PEK\_U01 potrafi konstruować modele probabilistyczne oraz dobrać podstawowe statystyki opisowe do danych eksperymentalnych i je wyznaczyć

PEK\_U02 potrafi dobrać test statystyczny do potrzeb analizy typowych danych eksperymentalnych

Z zakresu kompetencji społecznych student:

PEK\_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

PEK\_K02 potrafi wykorzystywać narzędzia informatyczne do podstawowej analizy modeli matematycznych

PEK\_K03 rozumie konieczność systematycznej i samodzielnej pracy nad opanowaniem materiału kursu

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykłady		Liczba godzin
Wy1	Graficzny i liczbowy opis rozkładu danych. Zmienne. Częstości. Histogram. Typowe statystyki: średnia, mediana, kwantyle, wariancja, odchylenie standardowe. Liniowe transformacje zmiennych.	2
Wy2	Gęstości rozkładów. Skośność. Rozkład normalny: prawdopodobieństwa i kwantyle. Standaryzacja. Wykres kwantylowy.	2
Wy3	Zmienne wyjaśniające i odpowiedzi. Wykres punktowy. Regresja liniowa i korelacja. Wartości resztkowe. Przyczynowość.	2
Wy4	Badania eksperymentalne i obserwacyjne. Badania porównawcze, grupa kontrolna. Próbkowanie. Randomizacja. Liczby losowe. Schematy blokowe. Istotność statystyczna. Parametr a statystyka. Rozkłady próbkowe. Obciążenie i zmienność.	2
Wy5	Rozkład dwumianowy w próbkowaniu: prawdopodobieństwa i parametry. Średnie i sumy w schemacie dwumianowym. Centralne twierdzenie graniczne dla rozkładu dwumianowego.	2
Wy6	Rozkłady próbkowe średniej, ich wartość oczekiwana i wariancja. Niezależność. Centralne twierdzenie graniczne dla średnich z próby.	2
Wy7	Kolokwium.	2
Wy8	Ufność statystyczna. Przedziały ufności dla wartości oczekiwanej. Błąd standardowy. Dobór rozmiaru próby.	2
Wy9	Testy istotności. Testy dla wartości oczekiwanej oparte na centralnym twierdzeniu granicznym. Hipotezy, P-wartość, poziom istotności, testy	2

	jedno i dwustronne. Statystyczna istotność a praktyczna ważność. Poprawka Bonferroniego.	
Wy10	Testy i przedziały ufności Studenta dla wartości oczekiwanych. Problem jednej i dwu prób (sparowanych lub niezależnych).	2
Wy11	Testy i przedziały ufności dla proporcji. Planowanie rozmiaru eksperymentu.	2
Wy12	Dane w tablicach dwudzielczych. Rozkłady łączne, brzegowe i warunkowe. Test niezależności chi-kwadrat. Paradoks Simpsona.	2
Wy13	Statystyczne modele dla regresji liniowej. Przedziały ufności dla parametrów i zmiennej odpowiedzi.	2
Wy14	Analiza wariancji. Format danych. Hipotezy i statystyki. Porównywanie wartości oczekiwanych parami.	2
Wy15	Kolokwium.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
1. Wykład – metoda tradycyjna. 2. Listy zadań 3. Konsultacje 4. Praca własna studenta – przygotowanie zadań i kolokwia.

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P-Wy	PEK_W01-PEK_W05 PEK_U01-PEK_U02 PEK_K01-PEK_K03	kolokwia

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[9] J. Koronacki, J. Mielniczuk, Statystyka dla studentów kierunków technicznych i przyrodniczych, WNT, Warszawa 2004.</p> <p>[10] L. Gajek, M. Kałużka, Wnioskowanie statystyczne. Modele i metody. WNT, Warszawa 2004.</p> <p>[11] J. Greń, Statystyka matematyczna. Modele i zadania, PWN, Warszawa 1976.</p> <p>[12] W. Kordecki, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS, Wrocław 2002.</p> <p>[13] H. Jasiulewicz, W. Kordecki, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna. Przykłady i zadania. GiS, Wrocław 2001.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p>

- I. T. Inglot, T. Ledwina, Z. Ławniczak, Materiały do ćwiczeń z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1984.
- II. W. Klonecki, Statystyka matematyczna, PWN, Warszawa 1999.
- III. W. Krysicki, J. Bartos, W. Dyczka, K. Królikowska, M. Wasilewski, Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach, Cz. I-II, PWN, Warszawa 2007.
- IV. D. Moore, G. McCabe, Introduction to the Practice of Statistics, ed. IV, Freeman, 2003

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

Prof. dr hab. Krzysztof Bogdan (bogdan@pwr.wroc.pl)  
Komisja programowa Instytutu Matematyki i Informatyki

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU  
Wstęp do statystyki praktycznej Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)		C1	Wy1	1,2,3,4
PEK_W02		C2	Wy2-Wy7	1,2,3,4
PEK_W03		C3-C4	Wy8-Wy10	1,2,3,4
PEK_W04		C4-C4	Wy11-Wy14	1,2,3,4
PEK_U01 (umiejętności)		C1, C2	Wy1-Wy7	1,2,3,4
PEK_U02		C3, C4	Wy8-Wy14	1,2,3,4
PEK_K01- PEK_K03 (kompetencje)		C1-C4	Wy1-Wy15	1,2,3,4

Politechnika Wroclawska WYDZIAŁ CHEMICZNY	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Advanced methods of identification of organic compounds</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Chemia</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Chemia związków organicznych i polimerów</b>
Stopień studiów i forma:	<b>II stopień, stacjonarna</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy</b>
Kod przedmiotu	<b>CHC023054</b>
Grupa kursów	<b>NIE</b>

\*niepotrzebne usunąć

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30	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)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	1			

\*niepotrzebne usunąć

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>	
57.	Znajomość matematyki na poziomie szkoły wyższej
58.	Znajomość chemii ogólnej na poziomie szkoły wyższej
59.	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 $^1\text{H}$ NMR, MS i IR

<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA</b>	
<b>Z zakresu wiedzy:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_W01	– zna podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowania technik spektroskopowych stosowanych do określania struktury związków organicznych
PEK_W02	– potrafi prawidłowo klasyfikować i interpretować podstawowe widma spektroskopowe organicznych cząsteczek
PEK_W03	– ma zaawansowane wiadomości o widmach w podczerwieni FTIR
PEK_W04	– ma zaawansowane wiadomości o widmach masowych MS
PEK_W05	– ma zaawansowane wiadomości o widmach magnetycznego rezonansu jądrowego NMR
PEK_W06	– potrafi analizować podstawowe widma spektroskopowe MS, IR i NMR związku organicznego
PEK_W07	– potrafi określić budowę związku organicznego na podstawie widm spektroskopowych
<b>Z zakresu umiejętności:</b>	
Osoba, która zaliczyła przedmiot:	
PEK_U01	– potrafi interpretować podstawowe widma spektroskopowe MS, IR i NMR związków organicznych
PEK_U02	– potrafi określić budowę związku i powiązać sygnały i dane z widm spektroskopowych ze strukturą związku organicznego.
PEK_U03	– umie wykonywać podstawowe obliczenia z zakresu spektroskopii IR, MS, NMR.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
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 (<math>^1\text{H}</math> NMR).</b> Symetria związku; równoważność	2

	protonów-chemiczna i magnetyczna. Przesunięcie chemiczne. Sprzężenie spinowo-spinowe. Wartości stałych sprzężeń $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ , w zależności od budowy cząsteczki. Technika pomiaru widm. Interpretacja widm. Sprzężenia dalekiego zasięgu. Efekt Overhausera. Sprzężenia $^1\text{H}$ z innymi jądrami.	
Wy3	<b>Spektroskopia węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego <math>^{13}\text{C}</math> NMR.</b> Warunki i specyfika $^{13}\text{C}$ NMR. Aparatura i rejestracja widm $^{13}\text{C}$ NMR. Czynniki wpływające na sygnały węglowe $^{13}\text{C}$ . Odprężanie oddziaływań spinowo-spinowych $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ . Przesunięcie chemiczne $^{13}\text{C}$ w korelacji do struktury cząsteczki. Metoda DEPT. Określanie liczby atomów wodoru związanych z atomami węgla.	2
Wy4	<b>Spektroskopia <math>^{31}\text{P}</math> NMR.</b> Ogólne dane o spektroskopii $^{31}\text{P}$ NMR. Aparatura, rejestracja widm $^{31}\text{P}$ NMR, zakres pomiarowy. Przesunięcie chemiczne $^{31}\text{P}$ NMR, multipletowość sygnałów, wartości stałych sprzężeń. <b>Spektroskopia jąder <math>^{19}\text{F}</math>, <math>^{15}\text{N}</math> i <math>^{14}\text{N}</math>.</b> Rejestracja i przesunięcia chemiczne $^{19}\text{F}$ . Rejestracja i przesunięcia chemiczne $^{15}\text{N}$ i $^{14}\text{N}$ .	2
Wy5	<b>Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D.</b> Rejestracja widm 2D NMR. Widma $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ COSY. Identyfikacja sąsiadujących protonów. Widma $^{13}\text{C}$ - $^1\text{H}$ 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 próbek. 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 ( $^1\text{H}$ NMR).	2
Ćw2	Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego ( $^1\text{H}$ NMR). c.d.	2
Ćw3	Interpretacja i analiza widm węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego $^{13}\text{C}$ NMR	2
Ćw4	Metoda DEPT w analizie widm $^{13}\text{C}$ NMR	2
Ćw5	Zastosowanie $^1\text{H}$ NMR oraz $^{13}\text{C}$ NMR/DEPT do identyfikacji	2



	związków organicznych.	
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	<b>30</b>

<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 KSZTAŁCENIA</b>		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer przedmiotowego efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P (wykład)	PEK_W01- PEK_W07	Egzamin końcowy
F1 (ćwiczenia)	PEK_U01	Kolokwium cząstkowe I
F2 (ćwiczenia)	PEK_U02- PEK_U03	Kolokwium cząstkowe II
<b>P</b> (ćwiczenia) = średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z kolokwiów cząstkowych		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

[102] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle "Spektroskopowe Metody Identyfikacji Związków Organicznych" PWN, Warszawa 2007

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[70] 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

## OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Bogdan Boduszek,** bogdan.boduszek@pwr.wroc.pl

## MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU

Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych

### Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU

Chemia

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**	Cele przedmiotu ***	Treści programowe ***	Narzędzia dydaktyczne ***
(wiedza) <b>PEK_W01</b>	K2Ach_W03	C1	Wy1	N1
<b>PEK_W02</b>	K2Ach_W03	C1, C2	Wy2, Wy3	N1
<b>PEK_W03</b>	K2Ach_W03	C2	Wy3, Wy4	N1
<b>PEK_W04</b>	K2Ach_W03	C2, C3	Wy4	N1
<b>PEK_W05</b>	K2Ach_W03	C3	Wy5	N1, N3
<b>PEK_W06</b>	K2Ach_W03	C3, C4	Wy6	N1, N3
<b>PEK_W07</b>	K2Ach_W03, K2Ach_W04	C4	Wy6, Wy7	N1, N3
(umiejętności) <b>PEK_U01</b>	K2Ach_W03	C4	Ćw1-Ćw4, Ćw7-8, Ćw10	N2
<b>PEK_U02</b>	K2Ach_W03	C4	Ćw5-Ćw6, Ćw9, Ćw11- Ćw15	N2
<b>PEK_U03</b>	K2Ach_W03, K2Ach_W04	C4	Ćw1-Ćw2, Ćw6, Ćw12	N2

\*\* - wpisać symbole kierunkowych / specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - odpowiednie symbole z tabel powyżej