

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>             |  |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>              |  |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:   | Analiza środowiskowa, żywności i leków |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Analiza środowiskowa, żywności i leków |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):    | Chemia                                 |
| Specjalność (jeśli dotyczy):         | Analityka środowiskowa i żywności      |
| Poziom i forma studiów:              | II stopień, stacjonarna                |
| Rodzaj przedmiotu:                   | obowiązkowy                            |
| Kod przedmiotu                       |  |
| Grupa kursów                         | NIE                                    |

|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
|---|---------|-----------|---------------------|---------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15      |           | 60                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60      |           | 120                 |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | Egzamin |           | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |         |           |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 2       |           | 4                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |         |           | 4                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65    |           | 2,8                 |         | 0,7                 |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie z podstawową terminologią i definicjami dotyczącymi próbek środowiskowych, żywności i leków
- C2 Zapoznanie z metodami pobierania i przygotowania próbek środowiskowych, leków i żywności w celu przeprowadzenia analizy chemicznej
- C3 Przedstawienie technik eksperymentalnych oraz metod i procedur przygotowania próbek środowiskowych, leków i żywności stosowanych w celu przeprowadzenia analizy chemicznej oraz zastosowanie technik instrumentalnych.
- C4 Zaznajomienie z teoretycznymi podstawami funkcjonowania odpowiedniej aparatury pomiarowej

stosowanej rutynowo w procesie analizy próbek środowiskowych, leków i żywności.

C5 Zdobyć umiejętność wyboru i przeprowadzenia optymalnej dla danego rodzaju próbek i celu analizy metody pobierania i przygotowania próbek do analizy

C6 Uzyskanie umiejętności zastosowania aparatury pomiarowej w instrumentalnej analizie chemicznej.

C7 Utrwalenie umiejętności wykonywania obliczeń niezbędnych do opracowania wyników przeprowadzanych oznaczeń i analiz oraz statystycznego opracowania wyników i analizy błędów

C8 Nabycie i utrwalenie umiejętności przeprowadzania przeglądów literaturowych na tematy związane z analityką oraz umiejętności przygotowania i wygłoszenia prezentacji multimedialnych na podstawie zgromadzonej literatury.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Student zna podstawowe definicje i terminy typowe dla próbek środowiskowych, żywności i leków, zna aspekty prawne mające zastosowanie w analizie tego rodzaju próbek

PEU\_W02 Student zna zasady pobierania różnego rodzaju próbek środowiskowych, żywności i leków

PEU\_W03 Student zna metody przygotowania próbek do analizy, umie wybrać metodę optymalną dla danego rodzaju próbek i celu analizy

PEU\_W04 Student zna metody instrumentalne stosowane w analizie składników i zanieczyszczeń próbek środowiskowych, żywności i leków, zna ich zalety, wady i typowe zastosowania

PEU\_W05 Student zna metody walidacji procedur analitycznych i technik instrumentalnych oraz cel i sposób zastosowania certyfikowanych materiałów odniesienia, potrafi przeprowadzić analizę statystyczną wyników analitycznych oraz ich interpretację.

Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 Student umie wybrać i zastosować optymalną dla danego rodzaju próbki i celu przeprowadzenia analizy metodę pobierania i przygotowania próbek

PEU\_U02 Student potrafi wykonać analizy z wykorzystaniem aparatury odpowiedniej dla rodzaju oznaczanego składnika i celu analizy

PEU\_U03 Student umie wykonać obliczenia niezbędne w czasie przygotowania próbek do analizy oraz prowadzące do uzyskania końcowego wyniku przeprowadzonych analiz i oznaczeń oraz potrafi przeprowadzić ocenę poprawności uzyskanych wyników i weryfikację błędów pomiarowych

PEU\_U04 Student umie przeprowadzić przegląd literatury na zadany temat związany z analizą i monitoringiem próbek środowiskowych, żywności i leków oraz przeanalizować wyniki przedstawione w publikowanych pracach

PEU\_U05 Student potrafi przygotować prezentację multimedialną na zadany temat na podstawie wybranych publikacji

PEU\_U06 Student umie przedstawić prezentację multimedialną przygotowaną przez siebie i odpowiedzieć na zadawane przez słuchaczy pytania związane z omawianym tematem.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji i ciągłego doskonalenia się

PEU\_K02 Student i współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze, ma świadomość odpowiedzialności za wspólne działania

PEU\_K03 Student potrafi określić priorytety niezbędne do realizacji zadań własnych lub innych członków grupy

| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>    |  |                      |
|-----------------------------|--|----------------------|
| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1                         | Wprowadzenie do analizy próbek środowiskowych, żywności i leków. Żywność: definicje (UE i inne), rodzaje składników produktów żywnościowych (klasyfikacje), charakterystyka badań typowych dla danego rodzaju próbki. Leki: definicja; terminologia; wprowadzenie w kwestie prawne, farmakopee.  | 2                    |
| Wy2                         | Wprowadzenie do analityki leków; harmonizacja. Analityka środowiskowa – charakterystyka i specyfika pomiarów. Metrologia w analizie środowiskowej, żywności i leków. Niepewność i budżet niepewności, walidacja, spójność i inne parametry. Metody referencyjne.   | 2                    |
| Wy3                         | Analiza środowiskowa: klasyfikacja próbek środowiskowych. Prawo unijne, krajowe, normy. Obiekty i ekosystemy – układy otwarte i zamknięte. Aktywne i pasywne metody pobierania próbek. Problemy reprezentatywności próbek. Ogólne zasady wstępnego postępowania z próbkami. Monitoring i mobilność zanieczyszczeń. Analiza powietrza i gazów.  | 2                    |
| Wy4                         | Analiza zanieczyszczeń powietrza – wybrane problemy. Analiza wody i ścieków: rodzaje wód i ścieków oraz ich charakterystyka i składniki; próbkowanie, zanieczyszczenia; chemiczne i fizyczne metody analizy; wybrane aspekty mikrobiologiczne. Analiza gleby: charakterystyka i rodzaje gleb; składniki gleb; kwasowość; rodzaje wody; przykładowe typowe badania gleby.                           | 2                    |
| Wy5                         | Analiza gleby: oznaczanie składników mineralnych; oznaczanie pH gleby; analiza związków organicznych; oznaczanie różnych rodzajów węgla, analizatory. Środowiskowe próbki z matrycą biologiczną: ekosystem, flora i fauna, bioindykatory; rodzaje badań. Surfaktanty i metody ich oznaczania. Walidacja i certyfikowane materiały odniesienia w analizie środowiskowej.                            | 2                    |
| Wy6                         | Analiza żywności: przykładowe ogólne procedury postępowania; procedury pobierania i przygotowania próbek do pomiaru – składniki mineralne, pierwiastki, składniki organiczne, mikroorganizmy; metody analizy i kontroli żywności; aspekty prawne - normy; specjacja; żywność transgeniczna i jej analiza – testy i metody immunochemiczne; oznaczanie podstawowych składników żywności; pestycydy. | 2                    |
| Wy7                         | Analiza reologiczna i sensoryczna. Analiza leków: badania wstępne i ogólne; metody chemiczne i fizyczne w analizie leków; materiały odniesienia i standardy; aspekty prawne – walidacja i harmonizacja; polimorfizm leków – transformacje i metody analizy form polimorficznych. Chiralność leków.   | 2                    |
| Wy8                         | Trendy w analityce próbek środowiskowych, żywności i leków. Substancje ziołowe i ich analityka. Analiza śladowa. Analiza frakcjonowana.  | 1                    |

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

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

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

| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>           |
|--|
| N1. Wykład informacyjny                          |
| N2. Wykład problemowy                            |
| N3. Wykonanie ilościowych oznaczeń analitycznych |
| N4. Przygotowanie sprawozdania                   |
| N5. Przygotowanie referatu                       |
| N6. Prezentacja multimedialna                    |
| N7. Konsultacje                                  |

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się  |
|--|--------------------------|--|
| P (wykład)   | PEU_W01-<br>PEU_W05      | Egzamin końcowy; egzamin pisemny   |
| P (laboratorium)   |                          |  |
| F1 (seminarium)  | PEU_U04-<br>PEU_U05      | Uczestnictwo w seminarium: maksimum 10 % nieobecności obecności nieusprawiedliwionych                        |
| F2 (seminarium)  | PEU_U04-<br>PEU_U05      | Pozytywna ocena prezentacji (każdy student dwie różne tematycznie prezentacje) – ocena: średnia arytmetyczna |
| P (seminarium) ⇒ jeżeli F1 > 90%, to F2= średnia arytmetyczna ocen za prezentacje  |                          |  |

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Namieśnik J., Łukasiak J., Jamrógięwicz Z.: Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1995;
- [2] Namieśnik J., Jamrógięwicz Z., Pilarczyk M., Torres L.: Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000
- [3] Andrews JE, Brimblecombe P, Jickells TP, Liss PS, Wprowadzenie do chemii środowiska. WNT, Warszawa 1999;
- [4] O'Neill P, Chemia środowiska. Wyd. PWN Warszawa-Wrocław 1998
- [5] Zejca A., Górczyca M., Chemia leków. PZWL - Wydawnictwo Lekarskie 2004.
- [6] Baryłko-Pikielna N, Matuszewska I, Sensoryczne badania żywności. Podstawy - Metody – Zastosowania, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, 2009

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |                     |         |            |
|--|--|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w j. polskim: Metody Analityczne w Projektowaniu i Technologii Wytwarzania Leku   |  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w j. angielskim   | Analytical Methods in Drug Design and Technology |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia   |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Medicinal Chemistry                              |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarna                          |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy                                      |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu:  |  |           |                     |         |            |
| Grupa kursów:  | NIE  |           |                     |         |            |
|  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 15   |           | 60                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60   |           | 120                 |         |            |
| Forma zaliczenia   | Zaliczenie na ocenę                              |           | Zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  | X  |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 2  |           | 4                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |  |           | 4                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 0,65   |           | 2,8                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |                     |         |            |
| 1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii organicznej, teoretyczna oraz umiejętności praktyczne.<br>2. Wiedza podstawowa z zakresu technik chromatograficznych i spektroskopowych.<br>3. Zalecana wiedza z zakresu podstaw metod analitycznych.  |  |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studenta z teoretycznymi i praktycznymi aspektami dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) i dobrej praktyki wytwarzania (GMP).<br>C2 Zdobycie wiedzy na temat nowoczesnych technik chromatograficznych i ich zastosowania w projektowaniu leków i procesie technologicznym produkcji leków.<br>C3 Zapoznanie z różnymi koncepcjami technologicznymi zastosowania metod spektroskopowych w projektowaniu leków i kontroli jakości w systemie produkcyjnym.<br>C4 Poszerzanie wiedzy z zakresu zastosowań metod elektrochemicznych w projektowaniu związków biologicznie czynnych i procedur ich wytwarzania.<br>C5 Znajomość różnych koncepcji z zakresu mieszanych metod analitycznych. |  |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |  |           |                     |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W01 - ma wiedzę na temat zasad dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP), zasad dobrej praktyki wytwarzania (GMP) oraz procedur walidacji niezbędnych do stosowania w metodach analitycznych,   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W02 - ma wiedzę na temat nowoczesnych technik chromatograficznych, spektroskopowych, elektrochemicznych i mieszanych oraz ich zastosowań w projektowaniu leków i procesie technologicznym produkcji leków,   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W03 - potrafi określić zalety i wady technik analitycznych, poziom czułości każdej z nich.   |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>   |  |           |                     |         |            |

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

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

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

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |                     |         |            |
|---|--|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Bezpieczeństwo techniczne  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Technical safety   |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Technologia chemiczna*, Inżynieria chemiczna i procesowa*,<br>Chemia, Chemia i inżynieria materiałów, Biotechnologia |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | I stopień*, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna  |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |  |           |                     |         |            |
| Grupa kursów  | NO   |           |                     |         |            |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium*       | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15   |           | 15                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30   |           | 30                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę  |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 1  |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)   | 0,65   |           | 0,7                 |         |            |
| <b>*WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |                     |         |            |
| 1. Znajomość chemii na poziomie szkoły średniej<br>2. Znajomość podstaw bezpieczeństwa chemicznego<br>3. Znajomość obsługi podstawowych funkcji komputera   |  |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z podstawami bezpieczeństwa technicznego<br>C2 Poznanie krajowych i europejskich przepisów prawnych dotyczących bezpieczeństwa technicznego<br>C3 Poznanie algorytmów analizy instalacji przemysłowej pod względem hazardów<br>C4 Nauczenie studentów analizy zagrożeń zdrowotnych w związanych z awariami przemysłowymi<br>C5 Zapoznanie studentów z przykładami rozprzestrzeniania się skażeń chemicznych i metodyką obliczeń rozprzestrzeniania się skażeń |  |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W01 - zna podstawowe pojęcia i definicje z zakresu bezpieczeństwa technicznego  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W02 - potrafi wymienić podstawowe akty prawne regulujące krajowe i europejskie zasady bezpieczeństwa technicznego   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W03 – zna typowe elementy przemysłowego planu operacyjno-ratowniczego   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W04 – zna podstawowe przepisy Prawa ochrony środowiska, dyrektywy Seveso III i Konwencji w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W05 – potrafi zastosować metody analizy zagrożeń do identyfikacji możliwych awarii w instalacjach przemysłowych   |  |           |                     |         |            |

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| <p>PEU_W06 – umie opisać podstawowe metody analizy ryzyka zdrowotnego na terenach skażonych w wyniku awarii przemysłowych</p> <p><b>Z zakresu umiejętności:</b></p> <p>PEU_U01 – potrafi korzystać z baz danych w celu sklasyfikowania zakładów produkcyjnych pod względem zagrożeń awarią</p> <p>PEU_U02 – umie przeprowadzić analizę hazardów w prostych instalacjach przemysłowych</p> <p>PEU_U03 – potrafi zaproponować środki zaradcze w razie wystąpienia awarii przemysłowej w prostych instalacjach chemicznych</p> <p>PEU_U04 – potrafi wykonać proste obliczenia narażenia na skażenia środowiska po awarii przemysłowej</p> <p>PEU_U05 – potrafi posługiwać się narzędziami do modelowania rozprzestrzeniania się skażeń chemicznych</p> <p><b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b></p> <p>PEU_K01 – potrafi pracować w zespole</p> <p>PEU_K02 – czuje się odpowiedzialna za wyniki powierzonego zadania</p> |  |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |  |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1   | <p><b>Pojęcia podstawowe.</b> Przedmiot bezpieczeństwa technicznego, postrzeganie bezpieczeństwa, istota bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie, definicje podstawowe, zakresy bezpieczeństwa, znaczenie bezpieczeństwa jako gwarancji istnienia podmiotu, zagrożenie i przykłady zagrożeń dla elementów środowiska. Zagrożenia dla elementów środowiska. Stan braku bezpieczeństwa, jego skutki społeczne i ekonomiczne. Rodzaje bezpieczeństwa. Przykłady awarii technicznych, analiza przyczyn i skutki.</p>  | 2                    |
| Wy2   | <p><b>Elementy bezpieczeństwa technicznego.</b> Elementy bezpieczeństwa przedsiębiorstwa a bezpieczeństwo ogólne. Organizacja i zarządzanie, kwalifikacje, specyfika technologii produkcji, stan techniczny infrastruktury, planowanie sytuacji awaryjnych, przeglądy wewnętrzne i analiza wypadków, opracowanie programu organizacji bezpiecznej pracy, organizacja obsługi eksploatacyjnej stanowisk, dążenie do jak najmniejszej uciążliwości pracy. Analiza przyczyn awarii przemysłowych. charakterystyka przedsiębiorstw chemicznych, zagrożenia, niebezpieczne substancje chemiczne.</p>  | 2                    |
| Wy3   | <p><b>Legislacja polska i europejska.</b> Prawo ochrony środowiska Dyrektywa 67/548/EWG. Grupy substancji i preparatów uznanych za niebezpieczne. Substancje wybuchowe (E), utleniające (O), skrajnie łatwopalne (F+), łatwopalne (F), palne (R10), silnie toksyczne (T+), toksyczne (T), szkodliwe (Xn), żrące (C), drażniące (Xi), uczulające (R42 i/lub R43), rakotwórcze (Karc.), mutagenne (Muta.), toksyczne dla rozrodczości (Repr.), niebezpieczne dla środowiska (N i/lub R52, R53, R59), Dyrektywa Rady Europejskiej 96/82/EC, Konwencja w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych, Prawo ochrony środowiska, zakłady sevesowskie, zakłady nie-sevesowskie, kryteria podziału.</p> | 2                    |
| Wy4   | <p><b>Toksyczne środki przemysłowe, awarie przemysłowe, poważne awarie, skażenia przemysłowe.</b> Bezpieczeństwo procesowe. Bezpieczeństwo funkcjonalne, mapa bezpieczeństwa, metody oceny bezpieczeństwa. Kompleksowa ocena instalacji procesowej, w poszczególnych fazach realizacji inwestycji.</p>   | 2                    |
| Wy5   | <p><b>Metody oceny zagrożeń.</b> Identyfikacja potencjalnych zagrożeń. HAZard and OPerability Study (Studium hazardu i operacyjności), cel, znaczenie, analizy specjalistyczne zagrożeń. Słowa kluczowe, główne i pomocnicze słowa kluczowe, instalacje, zamierzenia projektowe, odchylenia od zamierzeń projektowych, hazard, parametr, problemy operacyjne, eksperci, proces, pary słów kluczowych w analizie hazardów.</p>  | 2                    |
| Wy6   | <p><b>Przykłady analizy HAZOP.</b> Proces chemiczny, analiza węzłów instalacji, zespół ekspertów HAZOP, struktura zespołu, schemat pracy zespołu ekspertów HAZOP, opracowanie raportu hazardów, dewiacja, skutek, zabezpieczenie, akcja. Certyfikacja osób projektujących, wykonujących i serwisujących obwody bezpieczeństwa</p>  | 2                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Wy7   | <b>Zasady oceny skażeń</b> na skutek awarii przemysłowych, toksyczność, kancerogenność, zasady oceny ryzyka na terenach skażonych w wyniku awarii przemysłowych. Zależność źródło narażenia-droga przenoszenia-receptor. Elementy procedury oceny ryzyka, identyfikacja zagrożenia, ocena narażenia, określenie zależności dawka-odpowiedź, ocena ryzyka, analiza niepewności. Ryzyko zdrowotne, iloraz zagrożenia, indeks zagrożenia. | 2   |
| Wy8   | <b>Eliminacja skutków awarii przemysłowej</b> , metody remediacji środowiska skażonego w wyniku awarii przemysłowej, przykłady.<br>Podsumowanie, Kolokwium   | 1   |
| Suma godzin   |  | <b>15</b>                                   |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>   |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| La1   | Określanie granic palności i wybuchowości substancji chemicznych   | 2   |
| La2   | Określenie efektów związanych z wpływem toksycznych par substancji lotnych w wyniku awarii przemysłowej  | 2   |
| La3   | Analiza emisji substancji wybuchowych i zagrożeń związanych z ich rozprzestrzenianiem się w środowisku   | 2   |
| La4   | Obliczanie granic poziomów toksycznych substancji przy wpływie ze zbiornika z uwzględnieniem różnych warunków topograficznych i atmosferycznych  | 2   |
| La5   | Analiza zagrożeń związanych z emisją substancji toksycznych przy swobodnym parowaniu z otwartego zbiornika   | 2   |
| La6   | Wpływ z rurociągu gazu skroplonego. Analiza zagrożeń i sposoby zapobiegania  | 2   |
| La7   | Obliczanie granic migracji substancji niebezpiecznych i ich stężeń na terenach o gęstej zabudowie  | 2   |
| La8   | Konsultacje i opracowanie sprawozdań z ćwiczeń.  | 1   |
| Suma godzin   |  | <b>15</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Wykonywanie zadań w laboratorium<br>N3. Rozwiązywanie zadań<br>N4. Oprogramowanie EFFECTS 9 do obliczania potencjalnych zagrożeń wynikających z awarii przemysłowych<br>N5. Prezentacje multimedialne<br>N6. Komputer / program komputerowy /modelowanie |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01 – PEU_W06  | kolokwium                                   |
| F (laboratorium)  | PEU_U01 – PEU_U05  | sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych      |
| P1 (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6   |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |   |
| [1] M.Ryng, Bezpieczeństwo techniczne w przemyśle chemicznym , WNT Warszawa 1985  |  |   |
| [2] Praca zbiorowa, Zapobieganie stratom w przemyśle, Pol. Łódzka, Łódź 1999  |  |   |
| [3] W. Pihowicz, Inżynieria bezpieczeństwa technicznego, Problematyka podstawowa, WNT 2009  |  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |  |   |
| [1] Granice palności zgodnie z normą PN-EN 720-2, wskaźniki wybuchowości zgodnie z normą PN-EN26184-2, temperatury zapłonu w tyglu Clevelanda i Pensky’ego Martnsa  |  |   |
| [2] Wydawnictwo Ministerstwa Przemysłu Chemicznego pt. "Niebezpieczne materiały chemiczne - charakterystyka, zagrożenia, ratownictwo" - Biuro Wydawnicze "Chemia" Warszawa 1989r.   |  |   |
| [3] Instrukcja programu EFFECT 9 z przykładami obliczeniowymi   |  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |  |   |

**Dr hab. inż. Adam Pawelczyk, [adam.pawelczyk@pwr.edu.pl](mailto:adam.pawelczyk@pwr.edu.pl)**

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                          |  |              |         |                      |
|---|--------------------------|--|--------------|---------|----------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                          |  |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:  |                          | Biokatalizatory w syntezie organicznej   |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:   |                          | : Biocatalysts in organic synthesis      |              |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |                          | Chemia                                   |              |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |                          | Chemia związków organicznych i polimerów |              |         |                      |
| Poziom i forma studiów:   |                          | II stopień / stacjonarna /               |              |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu:  |                          | obowiązkowy                              |              |         |                      |
| Kod przedmiotu:   |                          |  |              |         |                      |
| Grupa kursów:   |                          | NIE                                      |              |         |                      |
|   | Wykład                   | Ćwiczenia                                | Laboratorium | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                       |  |              |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30                       |  |              |         |                      |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę      |  |              |         |                      |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                          |  |              |         |                      |
| Liczba punktów ECTS   | 1                        |  |              |         |                      |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                          |  |              |         |                      |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                     |  |              |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                          |  |              |         |                      |
| 1. Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej   |                          |  |              |         |                      |
| 2. Podstawowa wiedza z zakresu biologii i mikrobiologii.  |                          |  |              |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                          |  |              |         |                      |
| C1 Zapoznanie studentów z podstawami prowadzenia transformacji za pomocą mikroorganizmów.   |                          |  |              |         |                      |
| C2 Nauczenie zasad doboru mikroorganizmów i optymalizacji warunków reakcji.   |                          |  |              |         |                      |
| C3 Poznanie zalet i wad stosowania biotransformacji.  |                          |  |              |         |                      |
| C4 Poznanie możliwości zastosowania transformacji mikrobiologicznych w przemyśle.   |                          |  |              |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |                          |  |              |         |                      |
| Z zakresu wiedzy:   |                          |  |              |         |                      |
| PEU_W01 – zna podstawowe zasady prowadzenia transformacji mikrobiologicznych,   |                          |  |              |         |                      |
| PEU_W02 – potrafi dobrać odpowiedni biokatalizator dla konkretnego procesu,   |                          |  |              |         |                      |
| PEU_W03 – ma podstawową wiedzę o wadach i zaletach biokatalizy,   |                          |  |              |         |                      |
| PEU_W04 – rozumie ekologiczne i ekonomiczne skutki stosowania biotransformacji w procesach przemysłowych,                                 |                          |  |              |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |                          |  |              |         |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |                          |  |              |         | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1   | Podstawy zielonej chemii |  |              |         | 1                    |

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |              |                     |            |
|---|---|-----------|--------------|---------------------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |              |                     |            |
| Nazwa w języku polskim  | Biotechnologia z elementami mikrobiologii przemysłowej  |           |              |                     |            |
| Nazwa w języku angielskim   | Biotechnology with introduction to industrial microbiology  |           |              |                     |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |   |           |              |                     |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |           |              |                     |            |
| Stopień studiów i forma:  | II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna   |           |              |                     |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | Obowiązkowy   |           |              |                     |            |
| Kod przedmiotu  |   |           |              |                     |            |
| Grupa kursów  | NIE   |           |              |                     |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt             | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                       | 30  |           |              | 15                  |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                                   | 60  |           |              | 30                  |            |
| Forma zaliczenia  | egzamin   |           |              | Zaliczenie na ocenę |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |              |                     |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2   |           |              | 1                   |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                 |   |           |              | 1                   |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU) | 1,3   |           |              | 0,75                |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>        |   |           |              |                     |            |
| 1. Znajomość budowy i funkcji struktur komórkowych  |   |           |              |                     |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |              |                     |            |
| C1  | Znajomość wymagań odżywczych oraz sposobów pozyskiwania energii przez komórki                               |           |              |                     |            |
| C2  | Poznanie możliwości zastosowania organizmów żywych w biotechnologii i mikrobiologii przemysłowej - podstawy |           |              |                     |            |

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



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

„Modern Industrial Microbiology and Biotechnology” Second Edition, Okafor Nduka; 2018, ISBN13 (EAN): 9781138550186

**OPIEKUN PRZEDMIOTU**

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

**Prof. dr hab. inż. Ewa Żymańczyk-Duda, ewa.zymanczyk-duda@pwr.edu.pl**

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                         |                     |                     |         |            |
|--|-------------------------|---------------------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                         |                     |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Chemia Teoretyczna      |                     |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Theoretical Chemistry   |                     |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia                  |                     |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                         |                     |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarna |                     |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy             |                     |                     |         |            |
| Kod przedmiotu   |                         |                     |                     |         |            |
| Grupa kursów   | NIE                     |                     |                     |         |            |
|  | Wykład                  | Ćwiczenia           | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                      | 15                  | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 120                     | 60                  | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia   | Egzamin                 | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |                         |                     |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 4                       | 2                   | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                         | 2                   | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 1,3                     | 0,7                 | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                         |                     |                     |         |            |
| 1. Chemia i fizyka ogólna<br>2. Algebra liniowa i Analiza matematyczna<br>3. Podstawy chemii fizycznej i kwantowej   |                         |                     |                     |         |            |
| C1. Zapoznanie słuchaczy z nowoczesnymi metodami teoretycznego opisu struktury elektronowej atomów i cząsteczek oraz nabycie umiejętności zastosowania tych metod do wyznaczania struktury elektronowej i właściwości układów molekularnych.<br>C2. Przekazanie umiejętności zastosowania metod chemii teoretycznej do przewidywania i interpretacji wybranych właściwości spektralnych i termodynamicznych układów molekularnych. |                         |                     |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |                         |                     |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |                         |                     |                     |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:  |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W01 – rozumie problemy i niedostatki fizyki klasycznej w opisie mikroskopowym,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W02 – zna postulaty mechaniki kwantowej i elementy rachunku operatorowego,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W03 – potrafi zapisać równanie Schrödingera (RS) dla modelowych układów oraz dla dowolnego układu molekularnego,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W04 – zna rozwiązanie RS dla atomu wodoru i interpretację tych rozwiązań,  |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W05 – zna podstawowe przybliżenia stosowane w opisie struktury elektronowej układów molekularnych: przybliżenie Borna-Oppenheimera oraz podstawy rachunku wariacyjnego i zaburzeń,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W06 – zna podstawy teorii orbitali molekularnych,  |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W07 – ma podstawową wiedzę o rozwiązaniach równań Hartree-Focka oraz Hartree-Focka-Roothana,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W08 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii korelacji elektronowej i metod jej obliczania (metoda mieszania konfiguracji, wielociałowy rachunek zaburzeń, teoria funkcjonału gęstości),  |                         |                     |                     |         |            |

| <p>PEU_W09 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii oddziaływań międzycząsteczkowych.</p> <p><b>Z zakresu umiejętności:</b><br/>         Osoba, która zaliczyła przedmiot:<br/>         PEU_U01 – potrafi zaplanować i przeprowadzić obliczenia struktury elektronowej cząsteczek w przybliżeniu HF oraz wybranych metod uwzględniających korelację elektronową oraz zinterpretować ich wyniki,<br/>         PEU_U02 – umie przewidywać strukturę równowagową cząsteczek,<br/>         PEU_U03 – umie przewidywać i interpretować widma stanów elektronowych cząsteczek,<br/>         PEU_U04 – potrafi interpretować pomiary spektroskopowe w oparciu o obliczenia kwantowo-chemiczne,<br/>         PEU_U05 – potrafi badać mechanizmy reakcji chemicznych w oparciu o obliczenia metodami chemii kwantowej.</p> <p><b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b><br/>         Osoba, która zaliczyła przedmiot:<br/>         PEU_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy</p> |  |               |
|--|--|---------------|
| TREŚCI PROGRAMOWE  |  |               |
| Forma zajęć - wykład   |  | Liczba godzin |
| Wy1  | <b>Wprowadzenie do molekularnej mechaniki kwantowej.</b> Omówienie postulatów nierelatywistycznej mechaniki kwantowej. Definicja funkcji falowej i jej probabilistyczna interpretacja. Definicja operatorów reprezentujących wielkości mechaniczne i elementy algebry operatorów. Równanie Schrödingera zależne i niezależne od czasu. | 2             |
| Wy2  | <b>Hamiltonian molekularny.</b> Rozdzielenie ruchu elektronów i jąder atomowych. Przybliżenie adiabatyczne i przybliżenie Borna-Oppenheimera. Przybliżenie harmoniczne. Analiza drgań normalnych i interpretacja widm absorpcyjnych w zakresie podczerwieni.   | 2             |
| Wy3  | <b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera I.</b> Rachunek wariacyjny i jego proste zastosowania. Metoda Rayleigha-Ritza.   | 2             |
| Wy4  | <b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera II.</b> Teoria orbitali molekularnych. Metoda Hückela i przykłady jej zastosowania.  | 2             |
| Wy5  | <b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera III.</b> Rachunek zaburzeń niezależny od czasu. Zaburzenie w układzie dwustanowym i wielostanowym. Rachunek zaburzeń dla zwyrodniałych stanów referencyjnych.  | 2             |
| Wy6  | <b>Funkcje falowe dla układów wieloelektronowych.</b> Symetria funkcji falowej. Wyznacnikowa funkcja falowa. Reguły Slatera-Condona. Ogólne wyrażenia na elementy macierzowe pomiędzy wyznacznikami Slatera.   | 2             |
| Wy7  | <b>Metoda Hartree-Focka.</b> Metoda pola samouzgodnionego. Metoda Hartree-Focka-Roothana. Gęstość ładunku i elementy macierzowe operatora Focka.   | 2             |
| Wy8  | <b>Orbitale molekularne.</b> Elementy teorii grup punktowych. Symetria i nomenklatura orbitali molekularnych. Diagramy orbitali molekularnych dla cząsteczek dwuatomowych i wieloatomowych. Diagramy Walsha.   | 2             |
| Wy9  | <b>Korelacja elektronowa I.</b> Ograniczenia metody Hartree-Focka. Definicja i metody wyznaczania korelacji elektronowej. Metoda oddziaływania konfiguracji.   | 2             |
| Wy10   | <b>Korelacja elektronowa II.</b> Rachunek zaburzeń Møllera-Plesseta. Elementy teorii sprzężonych klasterów.  | 2             |
| Wy11   | <b>Teoria funkcjonalu gęstości.</b> Jednocząstkowa macierz gęstości i macierz gęstości par. Twierdzenia Hohenberga-Kohna. Metoda Kohna-Shama.  | 2             |
| Wy12   | <b>Oddziaływanie materii z promieniowaniem elektromagnetycznym.</b> Los cząsteczek w stanach wzbudzonych elektronowo. Fotochemiczne i fotofizyczne procesy w układach molekularnych. Diagram Jabłońskiego.   | 2             |

|                                   |   |                      |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Wy13                              | <b>Widma absorpcji i fluorescencji w zakresie UV i widzialnym.</b> Złota reguła Fermiego. Reguły wyboru. Struktura subtelna widm absorpcji i fluorescencji.   | 2                    |
| Wy14                              | <b>Procesy bezpromienistej dezaktywacji stanów wzbudzonych.</b> Konwersja wewnętrzna. Przecięcia stożkowe. Przejścia międzysystemowe. Transfer energii wzbudzenia - mechanizmy Förstera i Dextera. Naturalne i sztuczne układy przechwytyjące światło. Fotosynteza.   | 2                    |
| Wy15                              | <b>Oddziaływania międzycząsteczkowe.</b> Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych. Oddziaływania elektrostatyczne, wymienne, indukcyjne, dyspersyjne. Kompleksy z przeniesieniem ładunku. Wiązanie wodorowe. Struktura drugorzędowa układów molekularnych, analiza konformacyjna.  | 2                    |
|                                   | Suma godzin   | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>    |   | <b>Liczba godzin</b> |
| Ćw1                               | Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. <b>Rachunek operatorowy.</b> Badanie właściwości operatorów. <b>Rozwiązania równania Schrödingera dla modelowych problemów.</b>  | 2                    |
| Ćw2                               | <b>Proste zastosowania zasady wariacyjnej</b> do modelowych problemów.  | 2                    |
| Ćw3                               | <b>Proste zastosowania rachunku zaburzeń Rayleigha-Schrödingera</b> do modelowych problemów.  | 2                    |
| Ćw4                               | <b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek I.</b> Przybliżenie $\pi$ -elektronowe i podstawowe założenia metody Hückela dla węglowodorów nienasyconych. Rozwiązanie zagadnienia własnego. Wyznaczanie współczynników orbitali molekularnych dla prostych cząsteczek.                  | 2                    |
| Ćw5                               | <b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek II.</b> Zagadnienie własne w postaci macierzowej. Diagonalizacja hamiltonianu i interpretacja widm wartości własnych i wektorów własnych. Macierz gęstości i rzędów wiązań i analiza populacyjna.  | 2                    |
| Ćw6                               | <b>Metoda Hartree-Focka I.</b> Reguły Slatera-Condon.   | 2                    |
| Ćw7                               | <b>Metoda Hartree-Focka II.</b> Rozwiązywanie zadań z metody Hartree-Focka.   | 2                    |
| Ćw8                               | Zajęcia zaliczeniowe.   | 1                    |
|                                   | Suma godzin   | 15                   |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | <b>Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym.</b> Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych.   | 2                    |
| La2                               | <b>Elementy systemu LINUX I.</b> Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Wybrane polecenia powłoki BASH.  | 2                    |
| La3                               | <b>Elementy systemu LINUX II.</b> Obsługa wybranych edytorów tekstu. Proste skrypty powłoki BASH.   | 2                    |
| La4                               | <b>Omówienie wybranych pakietów obliczeń struktury elektronowej.</b> Przygotowanie plików wsadowych. Obliczenia struktury elektronowej atomów w ograniczonej i nieograniczonej metodzie Hartree-Focka (HF). Struktura plików wynikowych i interpretacja wyników obliczeń.   | 2                    |
| La5                               | <b>Reprezentacja struktury geometrycznej układów molekularnych.</b> Współrzędne ortogonalne i współrzędne wewnętrzne na przykładzie macierzy-Z.   | 2                    |
| La6                               | <b>Dokładność metod chemii obliczeniowej.</b> Wybór bazy funkcyjnej. Porównanie dokładności wybranych metod ab initio i teorii funkcjonału gęstości. Walidacja metod obliczeniowych.  | 2                    |
| La7                               | <b>Optymalizacja geometrii równowagowej cząsteczek i analiza drgań normalnych.</b> Omówienie algorytmów gradientowych optymalizacji geometrii równowagowej. Obliczenia widma częstości drgań cząsteczek w przybliżeniu harmonicznym. Analiza współrzędnych normalnych. Przewidywanie i interpretacja widm w podczerwieni. | 2                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| La8   | <b>Teoria orbitali molekularnych.</b> Wyznaczanie krzywych energii potencjalnej cząsteczek dwuatomowych w metodzie HF. Wyznaczanie i interpretacja diagramów orbitali molekularnych i diagramów Walsh'a. Analiza populacyjna.     | 2   |
| La9   | <b>Metoda oddziaływania konfiguracji.</b> Obliczenia widm stanów elektronowych metodą oddziaływania konfiguracji z pojedynczymi (CIS) i podwójnymi wzbudzeniami (CISD). Badanie ekstensywności i spójności rozmiarowej metody CI. | 2   |
| La10  | <b>Projekt I</b> – struktura i właściwości termodynamiczne cząsteczki.  | 2   |
| La11  | <b>Mechanizmy reakcji chemicznych.</b> Lokalizacja geometrii stanów przejściowych.  | 2   |
| La12  | <b>Projekt II</b> – Obliczenia widm stanów elektronowych i ich interpretacja dla wybranych cząsteczek wieloatomowych.   | 2   |
| La13  | <b>Praca nad indywidualnymi projektami I.</b>   | 2   |
| La14  | <b>Praca nad indywidualnymi projektami II.</b>  | 2   |
| La15  | <b>Praca nad indywidualnymi projektami III.</b>   | 2   |
|   | Suma godzin   | 30  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wykład przy tablicy<br>N2. Prezentacja multimedialna<br>N3. Realizacja zadań/projektów w pracowni komputerowej<br>N4. Komputery osobiste / zasoby centrum obliczeniowego / specjalistyczne oprogramowanie |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P   | PEU_W01 –<br>PEU_W09  | Egzamin końcowy                             |
| F1 (ćwiczenia)  | PEU_U01 –PEU_U03  | Zadania domowe i kolokwium                  |
| F3 (laboratorium)   | PEU_U01 –PEU_U04  | Wykonanie zadań i projektów                 |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] R. W. Góra, Materiały do wykładu: "Chemia Teoretyczna ", 2019   |   |   |
| [2] L. Piela, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.   |   |   |
| [3] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna (cz. 2), PWN, Warszawa, 2005.   |   |   |
| [4] D. O. Hayward, Mechanika Kwantowa dla Chemików, PWN, Warszawa, 2007.  |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1] Engel, T., Reid, P., Quantum Chemistry and Spectroscopy, 3rd ed. ed. Pearson, Boston, 2013.   |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| Robert Góra, <a href="mailto:robert.gora@pwr.edu.pl">robert.gora@pwr.edu.pl</a>   |   |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |   |           |                     |         |            |
|--|---|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:   | Informatyka chemiczna                                       |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Chemical informatics*                                       |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia i analityka przemysłowa                              |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |   |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów   | I stopień*, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy   |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu   |   |           |                     |         |            |
| Grupa kursów   | NIE   |           |                     |         |            |
|  | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  |   |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  |   |           | 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 (BU)  |   |           | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |   |           |                     |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu chemii ogólnej, algebry liniowej, analizy matematycznej</li> <li>2. Znajomość języka angielskiego</li> <li>3. Podstawowa znajomość technologii informatycznych</li> </ol> |   |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |   |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z systemem operacyjnym Linux.  |   |           |                     |         |            |
| C2 Zapoznanie studentów z chemicznymi i biologicznymi bazami danych.   |   |           |                     |         |            |
| C3 Zapoznanie studentów z formatem zapisu informacji w bazach danych.  |   |           |                     |         |            |
| C4 Zapoznanie studentów z oprogramowaniem wykorzystywanym w rysowaniu i wizualizacji struktur chemicznych.   |   |           |                     |         |            |
| C5 Zapoznanie studentów z podstawami języka skryptowego.   |   |           |                     |         |            |
| C6 Wykształcenie u studentów umiejętności automatyzacji zadań obliczeniowych.  |   |           |                     |         |            |

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – zna podstawowe chemiczne i biologiczne bazy danych,

PEU\_W02 – posiada wiedzę na temat formatu informacji w bazach chemicznych oraz bazach sekwencji biologicznych,

PEU\_W03 – posiada wiedzę na temat narzędzi stosowanych w informatyce chemicznej oraz ich zastosowania,

PEU\_W04 – posiada wiedzę na temat zasad tworzenia algorytmów oraz reguł i wyrażeń języka skryptowego.

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi posługiwać się systemem operacyjnym Linux,

PEU\_U02 – posiada umiejętność wyszukiwania informacji w chemicznych bazach danych oraz bazach sekwencji biologicznych,

PEU\_U03 – posiada umiejętność doboru odpowiednich metod i narzędzi do rozwiązania badanego problemu,

PEU\_U04 – umie posługiwać się narzędziami do wizualizacji struktur chemicznych,

PEU\_U05 – umie wykorzystać język skryptowy do zautomatyzowania pracy na komputerze i rozwiązywania prostych problemów numerycznych.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| La1                               | <b>Zajęcia wprowadzające.</b> Zaznajomienie studenta z tematyką zajęć i organizacją pracy w pracowni komputerowej. Omówienie podstawowych narzędzi i oprogramowania wykorzystywanego podczas realizacji kursu. Wprowadzenie do systemu Linux.   | 2h                   |
| La2                               | <b>Chemiczne bazy danych.</b> Zaznajomienie studenta z najważniejszymi, chemicznymi i naukowymi bazami danych np. CSD, PDB, Reaxys, Scopus, NCBI i organizacją informacji w tych bazach.  | 2h                   |
| La3                               | <b>Struktura danych w bazach chemicznych.</b> Praktyczne zaznajomienie studenta z formatem danych w chemicznych i strukturalnych bazach danych oraz formatem zapisu sekwencji biologicznych w bazach danych. Praktyczne ćwiczenia z pozyskiwania informacji z omawianych baz danych.  | 2h                   |
| La4                               | <b>Wizualizacja struktur chemicznych.</b> Zaznajomienie studenta z oprogramowaniem umożliwiającym wizualizację jak i budowanie struktur cząsteczek np. Molden.  | 2h                   |
| La5                               | Indywidualne zadania z części I kursu.  | 2h                   |
| La6                               | <b>Wprowadzenie do języka Python.</b> Wprowadzenie typu danych liczbowych oraz operatorów arytmetycznych. Pierwsze skrypty wczytujące dane liczbowe i wykorzystujące operatory arytmetyczne (np. konwersja jednostek energii). Zaznajomienie studenta z trybem interaktywnym Pythona. | 2h                   |
| La7                               | <b>Podstawowe typy danych.</b> Omówienie podstawowych typów danych, liczbowego i łańcuchów. Pisanie skryptów przetwarzających dane dostarczone przez użytkownika. Zapoznanie studenta z możliwościami korzystania z Pomocy.   | 2h                   |
| La8                               | <b>Zastosowanie instrukcji warunkowej.</b> Omówienie zasad tworzenia instrukcji warunkowej oraz tworzenia instrukcji złożonych. Praktyczne przykłady wykorzystania: np. obliczanie silni, drukowanie tabliczki mnożenia.  | 2h                   |
| La9                               | <b>Zaawansowane typy danych</b> – listy, krotki, słowniki. Omówienie sposobu tworzenia list, krotek i słowników oraz ich operatorów i metod. Pisanie skryptów wykorzystujących omawiane typy danych. Pisemne kolokwium I z programowania.   | 2h                   |
| La10                              | <b>Zastosowanie pętli sterowanej warunkiem logicznym.</b> Omówienie zasad tworzenia   | 2h                   |

|      |   |    |
|------|---|----|
| -    | pętli sterowanej warunkiem logicznym wraz z przykładami jej zastosowania.   |    |
| La11 | <b>Moduły.</b> Omówienie zasad importowania modułów i możliwości ich wykorzystania na przykładzie modułu math i random. Praktyczne przykłady z wykorzystaniem pętli sterowanej warunkiem logicznym. | 2h |
| La12 | <b>Zastosowanie pętli sterowanej licznikiem.</b> Omówienie zasad tworzenia pętli sterowanej licznikiem. Pisemne kolokwium II z programowania  | 2h |
| La13 | <b>Zastosowanie pętli sterowanej licznikiem.</b> Praktyczne przykłady programów wykorzystujących pętle sterowane licznikiem oraz zadania wymagające tworzenia instrukcji złożonych.                 | 2h |
| La14 | <b>Pliki tekstowe.</b> Omówienie zasad przetwarzania plików tekstowych. Przykłady pracy z sekwencjami biologicznymi.  | 2h |
| La15 | Pisemne kolokwium III z programowania. Poprawa kolokwiów I i II oraz dyskusja indywidualnych zadań.   | 2h |
|      | Suma godzin   | 30 |

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjny  
 N2. Pisanie programu  
 N3. Wykorzystanie baz danych  
 N4. Wykorzystanie oprogramowania  
 N5. Rozwiązywanie zadań  
 N6. Przygotowanie sprawozdania

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się                       | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się            |
|--|--|--|
| <b>F1</b> (laboratorium)   | PEU_W01- PEU_W03,<br>PEU_U01-PEU_U04           | Sprawozdanie z Indywidualnego zadania z części I kursu |
| <b>F2</b> (laboratorium)   | PEU_W03- PEU_W04,<br>PEU_U01,PEU_U03, PEU_U05  | Pisemne kolokwium I z programowania                    |
| <b>F3</b> (laboratorium)   | PEU_W03- PEU_W04,<br>PEU_U01, PEU_U03, PEU_U05 | Pisemne kolokwium II z programowania                   |
| <b>F4</b> (laboratorium)   | PEU_W03- PEU_W04,<br>PEU_U01- PEU_U03, PEU_U05 | Pisemne kolokwium III z programowania                  |
| <b>P</b> (laboratorium) = <b>F1+F2+F3+F4</b>                                       |  |  |

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] *Python Crash Course*, Matthes E. No Starch Press, 2015

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

[1] <http://docs.python.org>

[2] *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, 2nd edition*, A. B. Downey, O'Reilly, 2015

[3] *Beginning the Linux Command Line*, S. Vugt. Springer, 2009

[4] *A Primer on Scientific Programming with Python*, H. P. Langtangen, Springer, 2011

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

**dr inż. Renata Grzywa, [renata.grzywa@pwr.edu.pl](mailto:renata.grzywa@pwr.edu.pl)**





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

|   | Wykład              | Ćwiczenia           | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  | 15                  |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  | 30                  |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |                     |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   | 1                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     | 1                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 | 0,7                 |              |         |            |

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

- Ogólna wiedza z matematyki, fizyki i chemii.

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 posiada wiedzę o strukturze i symetrii kryształów

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

PEU\_W03 zna zależności pomiędzy obrazem dyfrakcyjnym i strukturą krystaliczną

PEU\_W04 posiada wiedzę o kierunkach rozwoju krystalografii

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

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

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

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

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna  
 N2. Modele krystalograficzne  
 N3. Tablica

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |              |         |                      |
|---|---|-----------|--------------|---------|----------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |              |         |                      |
| Nazwa w języku polskim  | Decyzje strategicznego przywództwa                                  |           |              |         |                      |
| Nazwa w języku angielskim   | Strategic Decisions of leadership                                   |           |              |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |   |           |              |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |           |              |         |                      |
| Stopień studiów i forma:  | II stopień, stacjonarna   |           |              |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu:  | wybieralny  |           |              |         |                      |
| Kod przedmiotu  |   |           |              |         |                      |
| Grupa kursów  | NIE   |           |              |         |                      |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30  |           |              |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 90  |           |              |         |                      |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |           |              |         |                      |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |              |         |                      |
| Liczba punktów ECTS   | 3   |           |              |         |                      |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           |              |         |                      |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3   |           |              |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>   |   |           |              |         |                      |
| 1. Wymagania wstępne: brak.   |   |           |              |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |              |         |                      |
| Celem zajęć jest zapoznanie uczestnika z umiejętnościami, jakie powinien posiadać przywódca w zakresie podejmowania decyzji strategicznych. |   |           |              |         |                      |
| C1. Zdobyć wiedzy z zakresu efektywnego kierowania zespołem   |   |           |              |         |                      |
| C2. Zdobyć wiedzy w zakresie skutecznej komunikacji z pracownikami,   |   |           |              |         |                      |
| C3. Umiejętność rozwiązywania konfliktów organizacyjnych  |   |           |              |         |                      |
| C4. Zdobyć wiedzy z zakresu nowoczesnych metod i narzędzi podejmowania decyzji  |   |           |              |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |              |         |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |              |         |                      |
| PEU_W01 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie metod i narzędzi podejmowania decyzji  |   |           |              |         |                      |
| PEU_W02 Ma uporządkowaną wiedzę dot. sposobów kierowania zespołem   |   |           |              |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |           |              |         |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |   |           |              |         | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1   | Otoczenie organizacyjne i jego wpływ na decyzje menedżerskie        |           |              |         | 2                    |
| Wy2   | Metody i narzędzia analizy potencjału organizacyjnego i konkurencji |           |              |         | 2                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Wy3   | Innowacje jako element budowania przewagi konkurencyjnej           | 2   |
| Wy4   | Strategie współczesnych korporacji-analiza przypadków              | 2   |
| Wy5   | Menedżer wobec wyzwań strategicznych                               | 2   |
| Wy6   | Metody i narzędzia skutecznego podejmowania decyzji biznesowych    | 2   |
| Wy7   | Proces zachowań komunikacyjnych w organizacji                      | 2   |
| Wy8   | Źródła konfliktów organizacyjnych oraz sposoby ich rozwiązywania   | 2   |
| Wy9   | Konkurencja i kooperacja jako formy zachowań międzyorganizacyjnych | 2   |
| Wy10  | Nowoczesne formy wywierania wpływu i motywowania pracowników       | 2   |
| Wy11  | Zadania lidera we współczesnej organizacji                         | 2   |
| Wy12  | Wizerunek i autorytet przywódcy w biznesie                         | 2   |
| Wy13  | Studia przypadków - Zarządzanie różnorodnością w biznesie          | 2   |
| Wy14  | Studia przypadków - Jak uniknąć paraliżu decyzyjnego               | 2   |
| Wy15  | Studia przypadków - Jak skutecznie używać władzy                   | 2   |
|   | Suma godzin  | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem środków do prezentacji multimedialnych                         |  |   |
| N2. Konsultacje   |  |   |
| N3. Dyskusja problemowa   |  |   |
| N4. Studia przypadków   |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))             | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1  | PEU_W01<br>PEU_W02   | Studium przypadku, aktywność w dyskusji     |
| F2  |  | Studium przypadku, aktywność w dyskusji     |
| F3  |  | Studium przypadku, aktywność w zespole      |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |   |
| [1] Brzeziński M., Organizacja kreatywna, PWN Warszawa, 2009.   |  |   |
| [2] Koźmiński A., Zarządzanie w warunkach niepewności, PWN Warszawa, 2011.                            |  |   |
| [3] Krawiec F., Kreowanie i zarządzanie reputacją firmy, Difin Warszawa, 2009.                        |  |   |
| [4] Kuc B., Kontrola jako funkcja zarządzania, Difin Warszawa 2009.                                   |  |   |
| [5] Łasiński G., Rozwiązywanie problemów w praktyce, PWE Warszawa, 2007.                              |  |   |
| [6] Penc J. Decyzje i zmiany w organizacji, PWN Warszawa, 2009.                                       |  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |  |   |
| [1] Obłój K., Strategie organizacji, PWE Warszawa, 2006.  |  |   |
| [2] Zimmewicz K., Współczesne koncepcje i metody zarządzania, PWN Warszawa, 2011.                     |  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |  |   |
| Dr hab. inż. Radosław Ryńca, <a href="mailto:radoslaw.rynca@pwr.edu.pl">radoslaw.rynca@pwr.edu.pl</a> |  |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |                     |         |                     |
|---|---|-----------|---------------------|---------|---------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:  | Ekstrakcja i chromatografia w analityce               |           |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:   | Extraction and chromatography in analytical chemistry |           |                     |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia  |           |                     |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Analityka środowiskowa i żywności                     |           |                     |         |                     |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna                               |           |                     |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |                     |         |                     |
| Kod przedmiotu  |   |           |                     |         |                     |
| Grupa kursów  | NIE   |           |                     |         |                     |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30  |           | 30                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60  |           | 60                  |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | Egzamin   |           | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 2   |           | 2                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           | 2                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3   |           | 1,4                 |         | 0,7                 |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |                     |         |                     |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość chemii analitycznej w zakresie kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.</li> <li>2. Posiadanie umiejętności praktycznych związanych z zastosowaniem metod analizy chemicznej i analizy instrumentalnej z zakresu kursów przewidzianych programem studiów I-go stopnia.</li> </ol>  |   |           |                     |         |                     |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |                     |
| <p>C1 Zapoznanie się ze sposobami przygotowania próbek do analizy, w tym metodami ekstrakcyjnymi stosowanymi w analizie chemicznej (również w analityce śladowych ilości analitów)</p> <p>C2 Poznanie różnych technik chromatograficznych</p> <p>C3 Uzyskanie poszerzonej wiedzy na temat zastosowań spektrometrii mas w analizie związków organicznych</p> <p>C4 Zdobywanie umiejętności zastosowania technik ekstrakcyjnych i chromatograficznych w procesie przygotowania próbek do analiz</p> <p>C5 Utrwalenie umiejętności opracowywania wyników pomiarów oraz nabycie umiejętności interpretacji wyników i ich weryfikacji z uwzględnieniem problemów zapewnienia i kontroli jakości pomiarów</p> |   |           |                     |         |                     |

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

- PEU\_W01 Student zna kryteria podziału technik ekstrakcyjnych i kryteria ich wyboru. Zna techniki ekstrakcyjne służące do przygotowania i frakcjonowania próbek stosowane w analizie ich składu chemicznego (w tym w analizie śladowej)
- PEU\_W02 Student ma utrwalone wiadomości na temat podstaw technik chromatograficznych stosowanych w analityce, kryteriów ich podziału i obszarach zastosowań.
- PEU\_W03 Student zna budowę, działanie i zastosowania podstawowych elementów chromatografów gazowych i cieczowych: dozownikami, kolumnami i detektorami.
- PEU\_W04 Student zna zasadę działania spektrometru mas w układzie aparatu MS sprzężonego z chromatografem gazowym i cieczowym.
- PEU\_W05 Student poznał podstawowe zasady interpretacji niskorozdzielczych widm mas i analizy ilościowej w układzie GC/MS.
- PEU\_W06 Student zna technikę termicznej desorpcji sprzężonej z GC i GC/MS.
- PEU\_W07 Student ma wiedzę na temat podstaw chromatografii żelowej, budowy aparatu i zastosowania tej techniki

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 Student umie dokonać wyboru optymalnej techniki ekstrakcyjnej. Potrafi przygotować próbki do analizy śladowej posługując się technikami ekstrakcji w celu przeprowadzenia rozdziału, frakcjonowania i zateżania oznaczanych substancji/indywiduów.
- PEU\_U02 Student est w stanie dobrać właściwy układ chromatograficzny do analizy danego typu związków, szczególnie typu kolumny, detektora i określić optymalne parametry ich pracy.
- PEU\_U03 Student ma umiejętność posługiwania się chromatografem gazowym.
- PEU\_U04 Student umie dobrać optymalne warunki przeprowadzenia analizy prostych mieszanin związków organicznych w układzie GC/MS, podjąć próbę interpretacji jakościowej widma MS i analizy ilościowej.
- PEU\_U05 Student potrafi się posługiwać techniką termicznej desorpcji sprzężonej z GC/MS.
- PEU\_U06 Student potrafi przygotować prezentację multimedialną na zadany temat na podstawie wybranych publikacji
- PEU\_U07 Student umie przedstawić prezentację multimedialną przygotowaną przez siebie i odpowiedzieć na zadawane przez słuchaczy pytania związane z omawianym tematem

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 Student umie pracować samodzielnie i współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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



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

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | jonów).   |   |
|   | Suma godzin   | <b>30</b>   |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b>   |   | <b>Liczba godzin</b>  |
| Se1   | Omówienie celów i technik zbierania informacji na wybrane tematy z zakresu technik rozdziału składników próbek. Wybór dwóch tematów. Ustalenie terminów i zasad prezentacji. Omówienie zasad oceniania wystąpień i prezentacji. | 2   |
| Se2-<br>Se4   | Seminarium na wybrany przez Studenta temat dotyczący zastosowań technik ekstrakcyjnych - prezentacje studenckie   | 6   |
| Se5-Se7   | Seminarium na wybrany przez Studenta temat dotyczący zastosowań technik chromatograficznych - prezentacje studenckie  | 6   |
| Se8   | Podsumowanie wystąpień Studentów  | 1   |
|   | Suma godzin   | <b>15</b>   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. wykład problemowy<br>N3. wykład informacyjny<br>N4. wykonanie analiz chemicznych<br>N5. przygotowanie sprawozdania<br>N6. konsultacje<br>N7. przygotowanie prezentacji multimedialnej<br>N8. przygotowanie referatu |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
| <b>P1</b> (wykład)  | PEU_W01-PEU_W15   | egzamin końcowy, egzamin pisemny  |
| <b>F1</b> (laboratorium)  | PEU_U01-PEU_U05   | kartkówki, sprawozdania   |
| <b>F2</b> (laboratorium)  | PEU_U01-PEU_U05<br>PEU_K01  | ocena za wykonane ćwiczenie będzie średnią arytmetyczną ocen ze sprawozdań (w sumie 7 ocen) |
| <b>P2</b> (laboratorium) Ocena = $(0,7F1+0,3F2)$  |   |   |
| <b>F1</b> (seminarium)  | <b>F1</b> (seminarium)  | <b>F1</b> (seminarium)  |
| <b>F2</b> (seminarium)  | <b>F2</b> (seminarium)  | <b>F2</b> (seminarium)  |
| <b>P3</b> (seminarium) $\Rightarrow$ jeżeli $F1 > 75\%$ , to $F2 =$ średnia arytmetyczna ocen za prezentacje  |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>   |   |   |
| [1] Namieśnik J, Jamrógiewicz Z, Pilarczyk M, Torres L, Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. WNT, Warszawa 2000  |   |   |
| [2] Witkiewicz Z, Harper J, Chromatografia gazowa. WNT, Warszawa 2001.  |   |   |
| [3] de Hoffmann E, Charette J, Stroobant V. Spektrometria mas. WNT, Warszawa 1998   |   |   |
| <b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>  |   |   |
| [1] Red. J. Namieśnik, W. Chrzanowski, P. Szpinak. Nowe horyzonty i wezwania w analityce i monitoringu środowiska. CEEAM, Gdańsk 2003.  |   |   |
| [2] Szczepaniak W, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, Warszawa 1996  |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| <b>prof. dr hab. inż. Grażyna Gryglewicz, <a href="mailto:grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl">grazyna.gryglewicz@pwr.wroc.pl</a></b><br>dr inż. Anna Lesniewicz, <a href="mailto:anna.lesniewicz@pwr.edu.pl">anna.lesniewicz@pwr.edu.pl</a>                           |   |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |  |           |              |         |            |
|---|--|--|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |  |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   |  | Ochrona środowiska                               |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  |  | Environment protection                           |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |  |  |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |  |  |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   |  | II stopień - semestr uzupełniający, stacjonarna, |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  |  | Obowiązkowy                                      |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |  | Grupa kursów                                     |           |              | NIE     |            |
|   |  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                       |  | 30   |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                                   |  | 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 (BU) |  | 1,3  |           |              |         |            |
| <b>*WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>       |  |  |           |              |         |            |
| 1. Znajomość podstaw chemii ogólnej   |  |  |           |              |         |            |
| 2. Znajomość podstaw biologii   |  |  |           |              |         |            |
| 3. Znajomość podstaw inżynierii chemicznej  |  |  |           |              |         |            |
| 4. Znajomość podstawowych metod biotechnologicznych w ochronie środowiska                 |  |  |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |  |           |              |         |            |
| C1  | Zapoznanie studentów z podstawową terminologią stosowaną w ochronie i kształtowaniu środowiska, zoologii, prawie ochrony środowiska  |  |           |              |         |            |
| C2  | Uzyskanie podstawowej wiedzy na temat zagrożeń środowiskowych, o obiegu pierwiastków w ekosystemach, o wpływie zanieczyszczeń ze źródeł naturalnych i antropogenicznych na środowisko                |  |           |              |         |            |
| C3  | Zapoznanie studentów z zasadami systemu ochrony środowiska, systemem zarządzania środowiskiem, zasadami rozwoju zrównoważonego, gospodarowaniem zasobami naturalnymi, w tym surowcami energetycznymi |  |           |              |         |            |
| C4  | Zapoznanie studentów z prawem ochrony środowiska, konwencjami międzynarodowymi, polityką ochrony środowiska w Unii Europejskiej i w Polsce   |  |           |              |         |            |
| C5  | Zaznajomienie studentów z rolą i skutecznością działań technologicznych w ograniczeniu negatywnego oddziaływania efektów antropogenicznych na środowisko   |  |           |              |         |            |
| C6  | Zapoznanie studenta z ochroną i racjonalnym wykorzystaniem zasobów wodnych z uwzględnieniem zasad gospodarowania wodą w przemyśle, rolnictwie i gospodarce komunalnej                                |  |           |              |         |            |
| C7  | Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu ochrony ekosystemów, atmosfery, wód powierzchniowych oraz gleby   |  |           |              |         |            |
| C8  | Przedstawienie studentom problemów związanych ze światową i europejską polityką rolną,   |  |           |              |         |            |

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
|  | bezpieczeństwem żywnościowym, wytwarzaniem bezpiecznej żywności, a także problemami demograficznymi  |                      |
| C9   | Przedstawienie problemów związanych z efektami globalnymi, w tym efektem cieplarnianym, stanem warstwy ozonowej, eutrofizacją, stepowaniem |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |  |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |  |                      |
| <b>PEU_W01</b> Zna i potrafi opisać podstawowe procesy zachodzące w cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.  |  |                      |
| <b>PEU_W02</b> Zna i rozumie podstawy budowy i istotę działania elementów aparatury chemicznej w procesach w skali laboratoryjnej i przemysłowej.  |  |                      |
| <b>PEU_W03</b> Zna chemiczną i technologiczną koncepcję procesu.   |  |                      |
| <b>PEU_W04</b> Posiada szczegółową wiedzę z zakresu wybranych zagadnień ochrony środowiska oraz ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych i prawnych uwarunkowań w zakresie studiowanego kierunku. |  |                      |
| <b>PEU_W05</b> Ma usystematyzowaną, szczegółową wiedzę z obszaru biotechnologii, zna nowoczesne trendy rozwojowe tej dziedziny.  |  |                      |
| <b>PEU_W06</b> Zna techniki i narzędzia stosowane w biotechnologii przemysłowej i zna jej główne trendy rozwojowe.   |  |                      |
| <b>PEU_W07</b> Ma wiedzę, która pozwala na zrozumienie funkcjonowania układów biologicznych.   |  |                      |
| <b>PEU_W08</b> Ma szczegółową wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia z zakresu biotechnologii środowiska.  |  |                      |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>  |  |                      |
| <b>PEU_K01</b> Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej. Jest gotów do działań na rzecz otoczenia społeczno-gospodarczego.   |  |                      |
| <b>PEU_K02</b> Jest gotów do podejmowania działań na rzecz interesu publicznego.   |  |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |                      |
|  | <b>Forma zajęć - wykład</b>  | <b>Liczba godzin</b> |
| <b>Wy1</b>   | Pojęcia podstawowe.  | 2                    |
| <b>Wy2</b>   | Środowiskowe problemy związane z rozwojem demograficznym i bezpieczeństwem żywnościowym  | 2                    |
| <b>Wy3</b>   | Relacja przemysł i środowisko  | 2                    |
| <b>Wy4</b>   | Problemy ekologiczne w rozwoju zrównoważonym   | 2                    |
| <b>Wy5</b>   | Gospodarka zasobami wodnymi  | 2                    |
| <b>Wy6</b>   | Wykorzystywanie wody w gospodarce  | 2                    |
| <b>Wy7</b>   | Ochrona atmosfery  | 2                    |
| <b>Wy8</b>   | Ochrona atmosfery i oczyszczanie gazów   | 2                    |
| <b>Wy9</b>   | Odpady w gospodarce  | 2                    |
| <b>W10</b>   | Gospodarka odpadami  | 2                    |
| <b>W11</b>   | Ochrona gleby  | 2                    |
| <b>W12</b>   | Efekty globalne i polityka ekologiczna   | 2                    |
| <b>W13</b>   | Fosfor-problem środowiskowy i polityczny   | 2                    |
| <b>W14</b>   | Prawo ochrony środowiska   | 2                    |
| <b>W15</b>   | Podsumowanie zajęć i kolokwium zaliczeniowe  | 2                    |
|  | <b>Suma godzin</b>   | <b>30</b>            |

| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |                          |   |
|--|--------------------------|---|
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną   |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |                          |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (ocena podsumowująca na koniec semestru )<br><br>P = 3,0 = 50% pkt.<br>3,5 = 60% pkt.<br>4,0 = 70% pkt.<br>4,5 = 80% pkt.<br>5,0 = 90% pkt.<br>5,5 = 100% pkt. | <b>PEU_W01 -PEU_W08</b>  | Kolokwium końcowe                           |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |                          |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>   |                          |   |
| [1] K.Małachowski, Gospodarka a środowisko i ekologia, wyd.CeDeWu,2011   |                          |   |
| [2] J.Boć J.K. Nowacki Ochrona Środowiska, Kolonia Ltd, 2008   |                          |   |
| [3] B.Dobrzańska, G.Dobrzański,D.Kiełczewski, Ochrona środowiska przyrodniczego,wyd.PWN, 2010  |                          |   |
| [4] M.Górski, Prawo ochrony środowiska,Wolter Kluwer Polska,2009   |                          |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  |                          |   |
| [1] R.Zarzycki, Wprowadzenie do inżynierii ochrony środowiska , fizykochemiczne podstawy inżynierii środowiska, WNT,2007   |                          |   |
| [2] W.Lewandowski, Proeekologiczne odnawialne źródła energii, WNT 2011   |                          |   |
| [3] N.Wolański N. Ekologia człowieka PWN 2009  |                          |   |
| [4] Z.Bukowski Z. Polityka ochrony środowiska w UE PWN 2008  |                          |   |
| [5] B.Rakoczy ,B. Wierzbowska . Prawo Ochrony Środowiska wyd.Lexis Noxis 2010  |                          |   |
| [6] P.Mastalerz , Ekologiczne kłamstwa ekowojowników, Wydawnictwo Chemiczne Wrocław 2002   |                          |   |
| [7] Z.Łucki, W.Misiak, Energetyka a społeczeństwo,PWN ,2012  |                          |   |
| [8] D.Archer, Globalne ocieplenie, PWN,2010  |                          |   |
| [9] A.Jędrzak, Biologiczne przetwarzanie odpadów, PWN, 2008  |                          |   |
| [10] M.Charka,F.Elżanowski, M.Swora, Energetyka i ochrona środowiska w procesie inwestycyjnym, Wolters Kluwer Polska, 2010                                       |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |                          |   |
| Prof. dr hab. inż. Katarzyna Chojnacka, katarzyna.chojnacka@pwr.edu.pl   |                          |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |              |                     |            |
|--|--|-----------|--------------|---------------------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |                     |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Podstawy technologii chemicznej                                |           |              |                     |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Fundamentals of chemical technology                            |           |              |                     |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego                        |           |              |                     |            |
| Poziom i forma studiów:  | Specjalność (jeśli dotyczy):                                   |           |              |                     |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | I stopień, II stopień- semestr uzupełniający, stacjonarna      |           |              |                     |            |
| Kod przedmiotu   | obowiązkowy  |           |              |                     |            |
| Grupa kursów   | NIE  |           |              |                     |            |
|  | 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   | Zaliczenie na ocenę / egzamin (dla II stopnia w j. angielskim) |           |              | zaliczenie na ocenę |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |  |           |              |                     |            |
| Liczba punktów ECTS  | 3  |           |              | 2                   |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |  |           |              | 2                   |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)  | 1,3  |           |              | 1,5                 |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |              |                     |            |
| 1. Znajomość chemii ogólnej: właściwości substancji, stechiometria<br>2. Znajomość chemii fizycznej: termodynamika, kinetyka<br>3. Znajomość matematyki: różniczkowanie, całkowanie, równania różniczkowe  |  |           |              |                     |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |                     |            |
| C1 Zapoznanie z podstawowymi pojęciami i prawami z zakresu technologii chemicznej.<br>C2 Zapoznanie z bilansem materiałowym i cieplnym procesu.<br>C3 Zapoznanie z właściwościami fizykochemicznymi substancji i sposobami ich oceny.<br>C4 Zapoznanie z obliczeniami inżynierskimi procesu chemicznego.<br>C5 Nauczenie wykonywania prostych projektów z wykorzystaniem Arkusza kalkulacyjnego i odpowiednich programów komputerowych |  |           |              |                     |            |

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna podstawowe zasady technologiczne

PEU\_W02 - zna zasady sporządzania bilansu materiałowego i energetycznego

PEU\_W03 - zna sposoby przewidywania właściwości fizykochemicznych substancji

PEU\_W04 - zna podstawy obliczania składu i temperatury układu reagującego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - potrafi sięgać do źródeł danych o właściwościach substancji

PEU\_U02 – potrafi sporządzać proste bilanse materiałowe i energetyczne oraz przeprowadzać ich analizę

PEU\_U03 – potrafi wykonywać proste obliczenia inżynierskie

PEU\_U04 - potrafi posługiwać się profesjonalnym oprogramowaniem komputerowym służącym do prostych obliczeń inżynierskich oraz symulowania wybranych procesów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | Pojęcia podstawowe: Proces technologiczny, koncepcja chemiczna metody, koncepcja technologiczna metody. Omówienie zasad technologicznych: zasada najlepszego wykorzystania różnic potencjałów, zasada najlepszego wykorzystania surowców, zasada najlepszego wykorzystania energii, zasada najlepszego wykorzystania aparatury, zasada umiaru technologicznego. Operacje jednostkowe.  | 2                    |
| Wy2                         | Bilans materiałowy procesu chemicznego: zasada zachowania masy, zasada zachowania atomów, zasada zachowania energii. Analiza bilansu materiałowego procesów w stanie ustalonym. Bilans materiałowy układów z reakcją chemiczną. Stopień przemiany w stechiometrycznej i nie stechiometrycznej mieszaninie reagentów. Wydajność procesu. Schemat procesu, symulacja diagramów strumieniowych. Programy komputerowe służące do symulacji procesów chemicznych. | 2                    |
| Wy3                         | Bilans energetyczny. Podstawowe pojęcia: układ, zmienne stanu układu, stan układu. Zasada zachowania energii, składowe energii układów: energia wewnętrzna, praca, ciepło, entalpia. Obliczanie zmian entalpii. Entalpia reakcji. Wpływ temperatury i ciśnienia na entalpię reakcji.   | 2                    |
| Wy4                         | Gaz doskonały: równanie stanu gazu doskonałego, właściwości. Współczynnik ściśliwości. Praca sprężania i ekspansji gazów. Przemiana politropowa. Bilanse w stanie nieustalonym. Klasyfikacja procesów chemicznych, typy bilansów.  | 2                    |
| Wy5                         | Właściwości substancji chemicznych. Źródła informacji technologicznych – bazy danych. Fazy skondensowane. Przewidywanie właściwości fizykochemicznych: gęstość, lepkość, parametry krytyczne. Właściwości termodynamiczne. Metoda inkrementów grupowych lub atomowych, metoda stanów odpowiadających sobie. Stan krytyczny materii.  | 2                    |
| Wy6                         | Gaz rzeczywisty. Odchylenia od stanu doskonałego. Współczynnik ściśliwości dla gazów rzeczywistych. Równania stanu gazu rzeczywistego. Współczynnik acentryczny. Mieszanki gazów rzeczywistych.  | 2                    |
| Wy7                         | Lotność i współczynnik lotności gazów. Definicja lotności i współczynnika lotności. Równania do obliczeń współczynnika lotności. Współczynnik lotności składnika mieszaniny gazów. Reguła Lewisa-Randalla. Wyznaczanie współczynników aktywności metodami udziałów grupowych. Równowagi fazowe. Funkcje odchylenia od stanu idealnego.   | 2                    |
| Wy8                         | Reakcja chemiczna. Stechiometria; stężenie, stopień przereagowania odniesiony do stężenia oraz do strumienia molowego (zmiana objętości). Kierunek reakcji; eliminowanie reakcji składowych w ramach chemicznej koncepcji procesu. Obliczenia składu (bieg reakcji do końca).  | 2                    |

|                              |  |                      |
|------------------------------|--|----------------------|
| Wy9                          | Skład w stanie równowagi. Stała równowagi. Zależność temperaturowa stałej równowagi. Reakcje ze zmianą liczby moli; wpływ ciśnienia; zabiegi technologiczne (nadmiar reagenta, zmniejszanie stężenia – przykłady). Obliczenia składu równowagowego na wybranych przykładach.   | 2                    |
| Wy10                         | Równanie kinetyczne. Szybkość reakcji elementarnej; zależność od stężenia. Reakcje elementarne nieodwracalne i odwracalne; rozwiązywanie odpowiednich równań różniczkowych. Stała szybkości. Zmienność składu w czasie. Szybkość reakcji realnej; pełny model kinetyczny, opisy uproszczone. Przybliżenie stanu równowagi i przybliżenie stanu stacjonarnego. Przykłady reakcji złożonych. Wykorzystanie danych eksperymentalnych. | 2                    |
| Wy11                         | Reaktor zbiornikowy. Układ o pracy okresowej; doskonałe mieszanie, warunki nieustalone, związek objętości ze stopniem przereagowania i czasem reakcji. Układ przepływowy; równanie ciągłości składnika, doskonałe mieszanie, stan ustalony, równanie projektowe reaktora zbiornikowego przelewowego, umowny czas reakcji.  | 2                    |
| Wy12                         | Reaktor rurowy. Równanie projektowe układu typu tłokowego w stanie ustalonym. Porównanie objętości i stopnia przereagowania w reaktorach o pracy ciągłej: zbiornikowym i rurowym.  | 2                    |
| Wy13                         | Oszacowanie składu i temperatury badanego układu. Bilans ciepła. Przykłady. Założenie adiabatyczności.   | 2                    |
| Wy14                         | Kolokwium zaliczeniowe I   | 2                    |
| Wy15                         | Kolokwium zaliczeniowe II  | 2                    |
|                              | Suma godzin  | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć - projekt</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Pr1                          | Zajęcia wprowadzające, zapoznanie z wykorzystywanym oprogramowaniem komputerowym. Zasady tworzenia bilansu materiałowego bez reakcji chemicznej.   | 2                    |
| Pr2                          | Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy bez reakcji chemicznej, ograniczenia procesu.  | 2                    |
| Pr3                          | Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy, zawracanie strumieni. Projekt I.  | 2                    |
| Pr4                          | Zasady tworzenia bilansu materiałowego procesów z reakcjami chemicznymi.   | 2                    |
| Pr5                          | Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy z reakcjami równoległymi. Projekt II.  | 2                    |
| Pr6                          | Powtórzenie materiału. Omówienie projektów.  | 2                    |
| Pr7                          | Kolokwium I.   | 2                    |
| Pr8                          | Analiza procesu chemicznego z uwzględnieniem kinetyki - reakcje elementarne, obliczenia stężeń wybranych reagentów, czas niezbędny do osiągnięcia stanu równowagi w badanych układach.   | 2                    |
| Pr9                          | Analiza procesu chemicznego z uwzględnieniem kinetyki - reakcje złożone, szacowanie rzędu reakcji oraz parametrów kinetycznych na podstawie danych eksperymentalnych.  | 2                    |
| Pr10                         | Objętościowe właściwości gazów wyznaczone z równań stanu gazu rzeczywistego trzeciego stopnia. Projekt III.  | 2                    |
| Pr11                         | Objętościowe właściwości gazów wyznaczone z równania stanu gazu rzeczywistego Lee-Keslera.   | 2                    |
| Pr12                         | Funkcje odchylenia od stanu doskonałego: energia swobodna, entalpia, entalpia swobodna, entropia, lotność. Projekt IV.   | 2                    |
| Pr13                         | Wpływ ciśnienia i temperatury na przebieg procesu równowagowego.   | 2                    |
| Pr14                         | Omówienie projektów. Kolokwium II.   | 2                    |
| Pr15                         | Kolokwium poprawkowe.  | 2                    |



|   |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| Suma godzin   | 30                       |   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |                          |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. Arkusz kalkulacyjny Excel<br>N3. Program komputerowy Polymath<br>N4. Oprogramowanie komputerowe służące do symulacji procesów chemicznych (ChemCAD lub Aspen Plus)  |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01 –<br>PEU_W03     | Kolokwia zaliczeniowe I i II, egzamin       |
| F1 (projekt)  | PEU_U01 –<br>PEU_U04     | Kolokwium I                                 |
| F2 (projekt)  | PEU_U01 –<br>PEU_U04     | Kolokwium II                                |
| P (projekt) = (F1 + F2) / 2   |                          |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |                          |   |
| [1] S. Kucharski, J. Głowiński, Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, 3 wyd., Oficyna Wyd. PWR, Wrocław 2010<br>[2] J. Szarawara, J. Piotrowski, Podstawy teoretyczne technologii chemicznej, WNT, Warszawa 2010   |                          |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |                          |   |
| [1] R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling, The properties of gases and Liquids, 4th ed., Mcgraw-Hill, New York 1987<br>[2] Praca zbiorowa, Przykłady i zadania do przedmiotu Podstawy technologii chemicznej, Oficyna Wyd. PWR, Wrocław 1991<br>[3] W. Ufnalski, Wprowadzenie do termodynamiki chemicznej, Oficyna Wyd. PW, Warszawa 2004<br>[4] H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Fourth Ed., Prentice Hall PTR, New Jersey, 2005.<br>[5] D. M. Himmelblau, J. B. Riggs, Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, Seventh Ed., Prentice Hall PTR, New Jersey, 2004. |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |   |
| <b>Prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann, jozef.hoffmann@pwr.edu.pl</b><br><b>Dr inż. Ewelina Ortyl, ewelina.ortyl@pwr.wroc.pl</b>  |                          |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |        |  |                     |         |            |
|---|--------|--|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |        |  |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   |        | Grafika inżynierska                                    |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  |        | Technical drawing                                      |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |        | wszystkie kierunki                                     |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |        |  |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   |        | I stopień, II stopień – semestr uzupełniający, dzienna |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  |        | obowiązkowy  |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |        |  |                     |         |            |
| Grupa kursów  |        | nie  |                     |         |            |
|   | Wykład | Ćwiczenia  | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |        |  | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |        |  | 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 (BU)   |        |  | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |        |  |                     |         |            |
| 1. Podstawowa znajomość obsługi komputera   |        |  |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |        |  |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie z zasadami rysunku technicznego.<br>C2 Nauczenie poprawnego czytania i wykonania rysunków projektowych.<br>C3 Umiejętność wykorzystania komputerowego wspomaganie w tworzeniu i modyfikacji dokumentacji technicznej. |        |  |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |        |  |                     |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |        |  |                     |         |            |
| PEU_U01 – Rozumie zasady rysunku technicznego i rolę normalizacji w rysunku technicznym.  |        |  |                     |         |            |
| PEU_U02 – Potrafi odwzorować elementy płaskie i przestrzenne w rzutach.   |        |  |                     |         |            |
| PEU_U03 – Posiada umiejętność przedstawiania i wymiarowania przedmiotów istniejących i projektowanych zgodnie z zasadami rysunku technicznego.  |        |  |                     |         |            |
| PEU_U04 – Ma wiedzę wystarczającą do czytania rysunków projektowych i schematów instalacji chemicznej.  |        |  |                     |         |            |
| PEU_U05 – Zna zasady obsługi aplikacji systemu CAD w zakresie wystarczającym do tworzenia dokumentacji technicznej w programach tego typu.  |        |  |                     |         |            |

| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |   |
|---|---|---|
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>   |   | <b>Liczba godzin</b>                        |
| La1   | Zajęcia organizacyjne. Zapoznanie z zasadami bhp w sali komputerowej. Sposób prowadzenia zajęć i warunki zaliczenia. Wstęp do obsługi aplikacji systemu CAD - przestrzeń robocza, modus rysowania, modus edycji w programie AutoCAD.  | 2   |
| La2   | Zasady rysunku technicznego (rodzaje rysunków, formaty arkuszy, tabliczki rysunkowe, rodzaje i grubości linii rysunkowych, pismo techniczne). Ustawienie żądanych parametrów pracy programu AutoCAD (zarządzanie warstwami, ustawianie atrybutów, układy współrzędnych).  | 2   |
| La3   | Normalizacja w rysunku technicznym. PKN i jego działalność normalizacyjna. Ćwiczenia w wyszukiwaniu norm. Elementy rysunku w aplikacji AutoCAD: linie, łuki, okrąg, elipsa, prostokąt, wielobok.  | 2   |
| La4   | Odwzorowanie obiektów płaskich i przestrzennych w rzutach (rzutowanie aksonometryczne, prostokątne i środkowe). Modyfikacje elementów rysunku w aplikacji AutoCAD: kopiowanie, obracanie, odbicie lustrzane, skalowanie, przycinanie, wydłużanie, przerywanie, fazowanie, zaokrąglanie, rozbijanie elementów złożonych. | 2   |
| La5   | Przedstawianie na rysunkach wewnętrznych zarysów przedmiotu. Rodzaje przekrojów: proste, łamane, stopniowe, cząstkowe. Zasady wykonywania przekrojów. Zasady rzutowania i wymiarowania brył obrotowych. Urwania i przerywania przedmiotów.  | 2   |
| La6   | Wymiarowanie przedmiotów na rysunkach projektowych (znaki wymiarowe, zasady wymiarowania). Drukowanie dokumentacji technicznej w aplikacji CAD.   | 2   |
| La7   | Powtórzenie materiału i kolokwium I.  | 2   |
| La8   | Zapis graficzny obiektów przestrzennych przenikających się. Przekroje brył płaszczyznami i linie przenikania brył.  | 2   |
| La9   | Oznaczanie i wymiarowanie zbieżności i pochylenia.  | 2   |
| La10  | Rodzaje połączeń elementów konstrukcji. Rysowanie, oznaczanie oraz wymiarowanie połączeń gwintowych oraz wybranych połączeń nierozłącznych. Uproszczenia rysunkowe.   | 2   |
| La11  | Tolerancje wymiarów i pasowanie elementów konstrukcji, odchyłki kształtu, położenia. Oznaczenia struktury geometrycznej powierzchni.  | 2   |
| La12  | Zasady wykonywania rysunków wykonawczych i złożeniowych.  | 2   |
| La13  | Symbole graficzne i schematy w rysunku technicznym. Aparatura chemiczna. Schematy instalacji chemicznej.  | 2   |
| La14  | Kolokwium II  | 2   |
| La15  | Kolokwium poprawkowe. Zaliczenie zajęć  | 2   |
|   | Suma godzin   | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną.<br>N2. Wykorzystanie oprogramowania AutoCAD.      |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1  | PEU_U01-PEU_U02   | kolokwium I                                 |
| F2  | PEU_U03-PEU_U05   | kolokwium II                                |
| F3-F8   | PEU_U02-PEU_U05   | rysunki wykonane w programie AutoCAD        |

$$P = [(F1+F2)/2 + (F3+F4+\dots+F8)/6] / 2$$

3,0 jeżeli  $3,00 \leq P < 3,25$

3,5 jeżeli  $3,25 \leq P < 3,75$

4,0 jeżeli  $3,75 \leq P < 4,25$

4,5 jeżeli  $4,25 \leq P < 4,75$

5,0 jeżeli  $4,75 \leq P < 5,00$

5,5 jeżeli  $5,00 \leq P$

#### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

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

- [1] Dobrzański T.: Rysunek techniczny maszynowy, WNT, Warszawa 2017.
- [2] Pikoń A.: AutoCAD 2018 PL. Pierwsze kroki, Helion, 2018.

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Burcan J.: Podstawy rysunku technicznego, WNT, 2016.
- [2] Jaskulski A.: AutoCAD 2018/LT2018/360+ kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D: wersja polska i angielska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.

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

**dr hab. inż. Izabela Polowczyk, [izabela.polowczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.polowczyk@pwr.edu.pl)**

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |              |         |                      |
|---|--|-----------|--------------|---------|----------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:  | Leki nieorganiczne   |           |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Inorganic drugs  |           |              |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia   |           |              |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Medicinal Chemistry  |           |              |         |                      |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna  |           |              |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |           |              |         |                      |
| Kod przedmiotu:   |  |           |              |         |                      |
| Grupa kursów:   | NIE  |           |              |         |                      |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15   |           |              |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30   |           |              |         |                      |
| Forma zaliczenia  | Zaliczenie na ocenę  |           |              |         |                      |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |           |              |         |                      |
| Liczba punktów ECTS   | 1  |           |              |         |                      |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |           |              |         |                      |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)                         | 0.65   |           |              |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |  |           |              |         |                      |
| 1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii nieorganicznej.   |  |           |              |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOT</b>   |  |           |              |         |                      |
| C1 Zapoznanie studenta z wiedzą na temat nieorganicznych związków biologicznie aktywnych i ich wpływem na metabolizm człowieka.                                   |  |           |              |         |                      |
| C2 Zapoznanie studenta z zagadnieniami dotyczącymi zastosowania związków nieorganicznych w obszarze medycyny i farmacji.  |  |           |              |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |  |           |              |         |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |  |           |              |         |                      |
| PEU_W01 – posiada wiedzę dotyczącą wpływu wody i elektrolitów na funkcje życiowe w organizmie ludzkim,  |  |           |              |         |                      |
| PEU_W02 – zna substancje nieorganiczne stosowane w jako środki lecznicze oraz substancje pomocnicze w farmaceutykach,   |  |           |              |         |                      |
| PEU_W03 – posiada wiedzę na temat wpływu substancji nieorganicznych na biodostępność organicznych składników biologicznie aktywnych o właściwościach leczniczych, |  |           |              |         |                      |
| PEU_W04 – ma ogólną wiedzę o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie zastosowania związków nieorganicznych w terapii i diagnostyce,     |  |           |              |         |                      |
| PEU_W05 – potrafi wyróżnić poszczególne grupy leków nieorganicznych, przypisać im zastosowanie oraz efekt terapeutyczny.  |  |           |              |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |  |           |              |         |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |  |           |              |         | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1   | Woda i równowaga elektrolitowa, podstawa fizjologii organizmu ludzkiego. Skutki deficytu wody i elektrolitów, sposoby ich suplementowania. |           |              |         | 2                    |
| Wy2   | Klasy czystości wody do przemysłu farmaceutycznego. Bufory w formułacjach leków.   |           |              |         | 2                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Wy3   | Substancje nieorganiczne jako substancje pomocnicze w formułacjach farmaceutycznych.  | 2   |
| Wy4   | Sole nieorganiczne o przeznaczeniu farmaceutycznym. Wpływ soli nieorganicznych na biodostępność organicznych substancji biologicznie aktywnych (API). | 2   |
| Wy5   | Diagnostyka medyczna z wykorzystaniem nieorganicznych związków kompleksowych i radioizotopów (MRI, MRA, PET, SPECT).                                  | 2   |
| Wy6   | Odkrycie cisplatyny, otrzymywanie, jej mechanizm działania oraz droga do otrzymania kolejnych generacji leków na bazie platyny.                       | 2   |
| Wy7   | Poszukiwania i charakterystyka nieplatynowych leków o ciekawych właściwościach biologicznych (leki na bazie: Pd, Ti, Ga, As, Ru, Bi, V, Au)           | 2   |
| Wy8   | Kolokwium zaliczeniowe.   | 1   |
|   | Suma godzin   | <b>15</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.  |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01 –<br>PEU_W05  | Kolokwium zaliczeniowe.                     |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] Alfred Fahr, Voigt's Pharmaceutical Technology. John Willey & Sons Inc., 2018.  |   |   |
| [2] E. Alessio (Ed.) Bioinorganic Medicinal Chemistry, Wiley-VCH, 2011  |   |   |
| [3] J.C. Dabrowiak Metals in Medicine. Wiley, 2009  |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [4] Nicholas P. Farrell, Uses of inorganic chemistry in medicine, RSC, 1999.  |   |   |
| [5] EudraLex, The Rules Governing Medicinal Products in the European Union, Volume 4, EU Guidelines for Good Manufacturing Practice for Medicinal Products for Human and Veterinary Use, European Commission, health and consumers directorate-general, Ref. Ares(2012)778531 - 28/06/2012. |   |   |
| [6] J.L.Sessler, S.R.Doctrow, T.J.McMurry, S.J.Lippard, Medicinal Inorganic Chemistry 2005  |   |   |
| [7] Metallopharmaceuticals I, DNA Interactions Eds. M.J. Clarke, P.J. Sadler (1999).  |   |   |
| [8] Metallopharmaceuticals II, Diagnosis and Therapy. Eds. M.J. Clarke, P.J. Sadler (1999).   |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| dr inż. Izabela Pawlaczyk-Graja,                      izabela.pawlaczyk@pwr.edu.pl<br>dr inż. Magdalena Malik-Gajewska,              magdalena.malik-gajewska@pwr.edu.pl  |   |   |

|   |                                      |                  |                     |                |                   |
|---|--------------------------------------|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| Wydział Chemiczny   |                                      |                  |                     |                |                   |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                                      |                  |                     |                |                   |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | <b>Instrumentalna analiza leków</b>  |                  |                     |                |                   |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | <b>Instrumental drug analysis</b>    |                  |                     |                |                   |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Biotechnologia , Chemia              |                  |                     |                |                   |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Bioinformatics , Medicinal Chemistry |                  |                     |                |                   |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna              |                  |                     |                |                   |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy                          |                  |                     |                |                   |
| Kod przedmiotu  |                                      |                  |                     |                |                   |
| Grupa kursów  | TAK                                  |                  |                     |                |                   |
|   | <b>Wykład</b>                        | <b>Ćwiczenia</b> | <b>Laboratorium</b> | <b>Projekt</b> | <b>Seminarium</b> |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                                   |                  | 30                  |                |                   |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                                   |                  | 60                  |                |                   |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę                  |                  | zaliczenie na ocenę |                |                   |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                                      |                  |                     |                |                   |
| Liczba punktów ECTS   | 2                                    |                  | 2                   |                |                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                                      |                  | 2                   |                |                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                                 |                  | 1,4                 |                |                   |

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

1. Chemia analityczna

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W04 poznanie metod analizy leków

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U03 umiejętność doboru metody i narzędzi do analizy leków

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 współpraca w grupie

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

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

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



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

Prof. Marek Bryjak ([marek.bryjak@pwr.edu.pl](mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl))

Dr Piotr Cyganowski ([piotr.cyganowski@pwr.edu.pl](mailto:piotr.cyganowski@pwr.edu.pl))

## WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Nazwa przedmiotu w języku polskim    | Wprowadzenie do inżynierii chemicznej                                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | Introduction to chemical engineering                                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):    | inżynieria chemiczna i procesowa  |
| Specjalność (jeśli dotyczy):         |   |
| Poziom i forma studiów:              | II stopień-semester uzupełniający, dzienna                                |
| Rodzaj przedmiotu:                   | obowiązkowy dla kandydatów bez stopnia licencjata w inżynierii chemicznej |
| Kod przedmiotu                       |   |
| Grupa kursów                         | nie   |

|   | Wykład              | Ćwiczenia           | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)                                       | 30                  | 15                  |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)                                   | 60                  | 60                  |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | Zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |                     |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   | 2                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                 |                     | 2                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU) | 1,3                 | 0,7                 |              |         |            |

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

1. Znajomość fizyki i matematyki na poziomie licencjackim w inżynierii chemicznej lub dziedzinach pokrewnych (technika lub nauka)

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z bilansowaniem materiałowym i energetycznym urządzeń i procesów  
 C2 Poznanie ilościowego opisu procesów przepływu płynu w aparacie  
 C3 Zapoznanie studentów z metodami i aparatem do transferu masy  
 C4 Zapoznanie studentów z metodami i aparatem wymiany ciepła  
 C5 Poznanie zasad budowy i działania wybranych urządzeń.  
 C6 Zapoznanie studentów z podstawami projektowania reaktorów chemicznych

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

PEU\_W01 Zna bilansowanie materiałowe i cieplne urządzeń i procesów

PEU\_W02 Zna pęd, masę i wymianę ciepła

PEU\_W03 Potrafi obliczyć spadek ciśnienia w rurociągu i aparacie

PEU\_W04 Zna zasady budowy i wpływ parametrów pracy na procesy w wybranych aparatach: pompach, sedymentatorach, filtrach, cyklonach, mikserach, reaktorach chemicznych oraz destylacji, absorpcji, ekstrakcji, adsorpcji, aparaturze suszącej.

PEU\_W05 Wprowadzany jest do projektowania reaktorów chemicznych

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Student potrafi dokonać bilansów materiałowych i energetycznych urządzeń i procesów

PEU\_U02 Student potrafi obliczyć wymagania energetyczne pomp

PEU\_U03 Student potrafi obliczyć główne parametry wybranej aparatury do wymiany masy i ciepła

PEU-U04 Student potrafi obliczyć objętość reaktora chemicznego lub czas kontaktu stosując modele reaktorów idealnych

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student zdobył wiedzę, która umożliwi mu kontynuację studiów magisterskich z dziedzin związanych z inżynierią chemiczną

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | Pojęcie transferu pędu i kontinuum; Właściwości termodynamiczne płynów; Rodzaje płynów; Równania stanu: van der Waals, Redlich-Kwong, Soave i Peng-Robinson EOS dla czystych komponentów i mieszanek | 2                    |
| Wy2                         | Bilanse materiałowe urządzeń i procesów  | 2                    |
| Wy3                         | Bilanse energetyczne urządzeń i procesów   | 2                    |
| Wy4                         | Przepływ w rurach i równanie Bernoulliego; spadek ciśnienia rurociąg i w wybranych urządzeniach. Pompy - charakterystyka pompa i rurociąg; wymagania energetyczne pomp                               | 2                    |
| Wy5                         | Destylacja mieszanek dwuskładnikowych; Kolumna rektyfikacyjna; McCabe Thiele metoda  | 2                    |
| Wy6                         | Destylacja okresowa; Ekstrakcja - diagramy trójskładnikowe; Jeden etap i ekstrakcja wielostopniowa   | 2                    |
| Wy7                         | Procesy absorpcyjne; Teoria filmu; Konstrukcja absorberów - wchłanianie fizyczne i chemisorpcja  | 2                    |
| Wy8                         | Mieszanie, fluidyzacja i filtracja; Podstawowe parametry dla projektowanie aparatury   | 2                    |
| Wy9                         | Procesy suszenia; Schemat Molliera; Przenikanie ciepła przez przewodzenie  | 2                    |
| Wy10                        | Wymiana ciepła przez konwekcję; Wymienniki ciepła  | 2                    |
| Wy11                        | Stechiometria reakcji chemicznej; Szybkość reakcji chemicznej; Modele matematyczne idealnych reaktorów chemicznych   | 2                    |
| Wy12                        | Izotermiczny reaktor zbiornikowy z ciągłym mieszaniem, reaktor z przepływem tłokowym i reaktor okresowy  | 2                    |
| Wy13                        | Nieizotermiczny reaktora zbiornikowy z ciągłym mieszaniem, reaktor z przepływem tłokowym i reaktor okresowy  | 2                    |
| Wy14                        | Wybór reaktora do reakcji równoległych i kolejnych   | 2                    |
| Wy15                        | Nieidealny przepływ: czas przebywania rozkład i model  | 2                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | segregacji   |   |
|   | Suma godzin  | <b>30</b>                                   |
| <b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>  |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| Ćw 1  | Równania stanu: van der Waals, Redlich-Kwong, Soave i Peng-Robinson EOS dla czystych komponentów i mieszanek | 1   |
| Ćw 2  | Bilanse materiałowe urządzeń i procesów  | 1   |
| Ćw 3  | Bilanse energetyczne urządzeń i procesów   | 1   |
| Ćw 4  | Spadek ciśnienia w rurociągu; wymagania energetyczne pomp  | 1   |
| Ćw 5  | Kolumna rektyfikacyjna; Metoda McCabe-Thiele   | 1   |
| Ćw 6  | Destylacja okresowa; Ekstrakcja - diagramy trójskładnikowe; Jeden etap i wielostopniowa ekstrakcja           | 1   |
| Ćw 7  | Projektowanie absorberów - absorpcja fizyczna i chemisorpcja   | 1   |
| Ćw 8  | Mieszanie, fluidyzacja i filtracja; Podstawowe parametry dla projektowania aparatury                         | 1   |
| Ćw 9  | Wymiana ciepła przez kondukcję   | 1   |
| Ćw 10   | Wymiana ciepła przez konwekcję; Wymienniki ciepła  | 1   |
| Ćw 11   | Izotermiczny reaktor zbiornikowy z ciągłym mieszaniem i reaktor z przepływem                                 | 1   |
| Ćw 12   | Izotermiczny reaktor okresowy  | 1   |
| Ćw 13   | Nieizotermiczna wydajność idealnych reaktorów  | 1   |
| Ćw 14   | Nieizotermiczna wydajność idealnych reaktorów  | 1   |
| Ćw 15   | Nieidealny przepływ: czas przebywania rozkład i model segregacji   | 1   |
|   | Suma godzin  | <b>15</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną.   |  |   |
| N2. Prezentacje multimedialne   |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| W (wykład)  | PEU_W01 –<br>PEU_W05   | Egzamin                                     |
| Ć (ćwiczenia)   | PEU_U01 -<br>PEU_U04   | Kolokwium                                   |
| $P=0.6*W+0.4*Ć$<br>3,0 if $3,00 \leq P < 3,25$<br>3,5 if $3,25 \leq P < 3,75$<br>4,0 if $3,75 \leq P < 4,25$<br>4,5 if $4,25 \leq P < 4,75$<br>5,0 if $4,75 \leq P$ |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |   |
| [1] J. M. Coulson and J. F. Richardson, J. R. Backhurst J. H. Marker, Fluid Flow, Heat Transfer and Mass Transfer, Coulson  |  |   |

- & Richardson's Chemical Engineering, Volume 1, Sixth edition, Butterworth –Heinemann 1999.
- [2] J. R. Welty, C. E. Wicks, R. E. Wilson, G. L. Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer, Fifth edition, Wiley 2008
- [3] R.K. Sinnott, Chemical Engineering Design, Coulson & Richardson's Chemical Engineering Series Volume 6, Fourth edition, Elsevier, 2005
- [4] O. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, Third edition, John Wiley & Sons 1999.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] J.F. Richardson, J.H. Harker, J.R. Backhurst, Particle Technology and Separation Processes, Coulson & Richardson's Chemical Engineering Series Volume 2, Fifth edition, Butterworth – Heinemann 2002.
- [2] D. Morton, Chemical Engineering An Introduction, Cambridge University Press 2012

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

dr hab. inż. Irena Žižović prof. uczelni, irena.zizovic@pwr.edu.pl

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                     |           |              |         |            |
|--|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| KARTA PRZEDMIOTU   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wprowadzenie do nauki o materiałach i inżynierii materiałowej   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Introduction to material science and engineering   |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna  |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy   |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu   |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów: NIE  |                     |           |              |         |            |
|  | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 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 (BU)  | 1,3                 |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                     |           |              |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowa wiedza w zakresie budowy materii.</li> <li>2. Podstawy fizyki, mechaniki, elektroniki, chemii i chemii fizycznej.</li> <li>3. Podstawowa wiedza o strukturze popularnych materiałów inżynierskich.</li> <li>4. Znajomość języka angielskiego w stopniu komunikatywnym.</li> </ol> |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi zależnościami między strukturą materiału a jego właściwościami.   |                     |           |              |         |            |
| C2 Zapoznanie studentów z zasadami doboru materiałów dla różnych zastosowań.   |                     |           |              |         |            |

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

- PEU\_W01 Student ma podstawową wiedzę o strukturze popularnych materiałów konstrukcyjnych.  
 PEU\_W02 Student rozumie wpływ defektów struktury na potencjalne właściwości materiałów.  
 PEU\_W03 Student rozumie wpływ dyfuzji na właściwości materiałów konstrukcyjnych.  
 PEU\_W04 Student ma podstawową wiedzę o właściwościach mechanicznych materiałów i powstawaniu uszkodzeń.  
 PEU\_W05 Student rozumie wpływ obróbki termicznej na właściwości metali i stopów.  
 PEU\_W06 Student zna podstawowe właściwości elektryczne i magnetyczne materiałów.  
 PEU\_W07 Student zna podstawowe właściwości optyczne i termiczne materiałów.  
 PEU\_W08 Student zna wybrane metody otrzymywania materiałów.  
 PEU\_W09 Student rozumie pojęcie materiałów kompozytowych i zna ich przykładowe zastosowania.  
 PEU\_W10 Student zna pojęcie korozji, jej wpływ na degradację materiałów i sposoby jej zapobiegania.

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 Student potrafi wyjaśnić strukturę popularnych materiałów.  
 PEU\_U02 Student potrafi określić wpływ defektów oraz dyfuzji na właściwości materiałów.  
 PEU\_U03 Student umie powiązać skład stopu z diagramem fazowym.  
 PEU\_U04 Student umie określić wpływ domieszek na właściwości elektryczne materiałów.  
 PEU\_U05 Student umie poprawnie dobrać materiały, aby zminimalizować ryzyko korozji.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 Student jest gotów zastosować uzyskaną wiedzę do rozwiązania problemów badawczych.  
 PEU\_K02 Student rozumie potrzebę skorzystania z wiedzy eksperta.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

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

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

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

|  |                   |  |
|--|-------------------|--|
| F1   | PEU_W01 – PEU_W04 | Kolokwium – test z pytaniami zamkniętymi. Około 20 pytań, w tym możliwe jedno opisowe. |
| F2   | PEU_W05 – PEU_W10 | Kolokwium – test z pytaniami zamkniętymi. Około 20 pytań, w tym możliwe jedno opisowe. |
| <p>P – Ocena podsumowująca na którą składa się łączna ilość punktów zdobytych z obu testów, przy czym warunkiem koniecznym jest uzyskanie około połowy punktów z każdego kolokwium cząstkowego. Skala ocen wg poniższego schematu (%pkt. = ocena):</p> <p>46-55 = dst<br/> 56-65 = dst+<br/> 66-75 = db<br/> 76-85 = db+<br/> &gt;86 = bdb</p>   |                   |  |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |                   |  |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>   |                   |  |
| <p>[1] Ashby M.F., Materiały inżynierskie. 1. Właściwości i zastosowania, W N-T, Warszawa, 1997.<br/> [2] Ashby M.F., Materiały inżynierskie. 2. Kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów, WNT, Warszawa, 1998.<br/> [3] Ashby M.F., Shercliff H., Cebon D., Materials: engineering, science, processing and design, Elsevier: Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2007.<br/> [4] Askeland D.R., Phule P. P., The Science and Engineering of Materials, Thomas Brooks/Cole, 2003.<br/> [5] Callister W. D. Jr, Materials science and engineering, John Wiley &amp; Sons, New York, 1990.</p>                                  |                   |  |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  |                   |  |
| <p>[1] Blicharski M., Wstęp do inżynierii materiałowej, Wyd. N-T, Warszawa 2003 (i wcześniejsze).<br/> [2] Dobrzański L. A., Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, Wyd. N-T, Gliwice-Warszawa, 2002.<br/> [3] Wyatt O. H., Wprowadzenie do inżynierii materiałowej, Wyd. N-T, Warszawa, 1978.<br/> [4] Przybyłowicz K., Przybyłowicz J., Materiałoznawstwo w pytaniach i odpowiedziach, Wyd. N-T, Warszawa, 2004.<br/> [5] Ciszewski A., Radomski T., Szummer A, Materiałoznawstwo, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1998.<br/> [6] Blicharski M., Inżynieria materiałowa – stal, WNT, Warszawa, 2004.</p> |                   |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |                   |  |
| <p><b>Dr hab. inż. Juliusz Winiarski, <a href="mailto:juliusz.winiarski@pwr.edu.pl">juliusz.winiarski@pwr.edu.pl</a></b><br/> <b>Katedra Zaawansowanych Technologii Materiałowych</b></p>  |                   |  |



| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |   |                     |              |         |                      |
|--|---|---------------------|--------------|---------|----------------------|
| KARTA PRZEDMIOTU   |   |                     |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Wprowadzenie do statystyki  |                     |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Introductory statistics   |                     |              |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia  |                     |              |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Medicinal Chemistry   |                     |              |         |                      |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarna   |                     |              |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy   |                     |              |         |                      |
| Kod przedmiotu   |   |                     |              |         |                      |
| Grupa kursów   | NIE   |                     |              |         |                      |
|  | Wykład  | Ćwiczenia           | Laboratorium | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  |   | 15                  |              |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  |   | 60                  |              |         |                      |
| Forma zaliczenia   |   | zaliczenie na ocenę |              |         |                      |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |   |                     |              |         |                      |
| Liczba punktów ECTS  |   | 2                   |              |         |                      |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |   | 2                   |              |         |                      |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)                |   | 0,7                 |              |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |   |                     |              |         |                      |
| 1. Podstawowa wiedza z zakresu matematyki, algebry liniowej.   |   |                     |              |         |                      |
| 2. Podstawowa umiejętność obsługi arkusza kalkulacyjnego.  |   |                     |              |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |   |                     |              |         |                      |
| C1. Zapoznanie studenta z podstawami statystyki opisowej i możliwościami jej zastosowania w praktyce.  |   |                     |              |         |                      |
| C2. Zapoznanie studenta z możliwościami wykorzystania modeli matematycznych w analizie i interpretacji danych.   |   |                     |              |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |   |                     |              |         |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |   |                     |              |         |                      |
| PEU_W01 Student posiada podstawową wiedzę z zakresu statystyki opisowej.   |   |                     |              |         |                      |
| PEU_W02 Student posiada informacje o metodach analizy danych z wykorzystaniem statystyki.  |   |                     |              |         |                      |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>   |   |                     |              |         |                      |
| PEU_U01 Student potrafi rozwiązać podstawowe problemy z zakresu statystyki opisowej oraz prezentować we właściwy sposób zbiory danych eksperymentalnych. |   |                     |              |         |                      |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>  |   |                     |              |         |                      |
| PEU_K01 Student potrafi zaprezentować i wyjaśnić efekty zrealizowanego projektu.   |   |                     |              |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |   |                     |              |         |                      |
| <b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>   |   |                     |              |         | <b>Liczba godzin</b> |
| Ćw1  | Wprowadzenie do podstawowych zagadnień statystyki opisowej. Rodzaje danych. |                     |              |         | 2                    |

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

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

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

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |              |         |            |
|---|---|-----------|--------------|---------|------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |   |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w j. polskim:  | Katalityczne zastosowania związków koordynacyjnych w syntezie   |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w j. angielskim:   | Catalytical applications of coordination compounds in synthesis |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia  |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Chemia związków organicznych i polimerów.                       |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień , stacjonarna  |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu:   |   |           |              |         |            |
| Grupa kursów:   | NIE   |           |              |         |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 90  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 3   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3   |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |              |         |            |
| 1. Znajomość chemii organicznej, nieorganicznej i fizycznej na poziomie studiów I stopnia   |   |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |              |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z zakresem badawczym i podstawową terminologią obowiązującą w chemii koordynacyjnej ze szczególnym uwzględnieniem kompleksów wernerowskich, klastrów i związków metaloorganicznych. |   |           |              |         |            |
| C2 Poznanie rodzajów wiązań występujących w związkach koordynacyjnych i metaloorganicznych.   |   |           |              |         |            |
| C3. Zapoznanie z izomerią związków koordynacyjnych i metaloorganicznych.  |   |           |              |         |            |
| C4. Opis związków koordynacyjnych w aspekcie termodynamicznym i kinetycznym.  |   |           |              |         |            |
| C5. Zapoznanie z najważniejszymi metodami otrzymywania związków koordynacyjnych, w tym związków o działaniu katalitycznym.  |   |           |              |         |            |
| C6 Zapoznanie z podstawową wiedzą dotyczącą katalizy.   |   |           |              |         |            |
| C7 Poznanie podstawowych reakcji wchodzących w skład cykli katalitycznych   |   |           |              |         |            |
| C8 Poznanie klasycznych reakcji organicznych wykorzystujących katalityczne działanie związków koordynacyjnych metali przejściowych.   |   |           |              |         |            |

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

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

**Z zakresu umiejętności:**

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

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | właściwości fosfin trzeciorzędowych.  |   |
| Wy 8  | Podstawy chemii metaloorganicznej metali grup 1 i 2. Stechiometryczne reakcje związków metaloorganicznych   | 1   |
| Wy9   | Wstęp do katalizy. Kinetyka i mechanizmy reakcji. Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej. Wprowadzenie pojęcia obrotu katalitycznego (TON, TOF) do opisu aktywności i żywotności katalizatora. Ligandy organiczne i klasy metali przejściowych. | 2   |
| Wy10  | Elementarne reakcje w chemii metaloorganicznej pierwiastków bloku d: oksydacyjna addycja, redukcyjna eliminacja, migracyjna addycja, beta-eliminacja, reakcje związanych z metalem ligandów.  | 4   |
| Wy 11   | Klasyczne reakcje hydrogenacji: homogeniczne katalizatory reakcji uwodornienia wiązań C=C i C=O   | 2   |
| Wy12  | Klasyczne reakcje sprzęgania katalizowane przez płaskie związki koordynacyjne palladu (np. Suzuki-Miaura, Negishi, Stille, Hecka, Sonogashiry) i miedzi (Ullmana).  | 2   |
| Wy13  | Reakcje metatezy na przykładzie metatezy olefin z wykorzystaniem karbenowych kompleksów rutenu (Grubbs) i molibdenu (Schrock)   | 2   |
| Wy14  | Kolokwium końcowe   | 2   |
|   | Suma godzin   | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. Wykład problemowy<br>N3.                    |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład) = F  | PEU_W01 -<br>PEU_W09<br>PEU_U01 -<br>PEU_U06  | Kolokwium zaliczeniowe F = max 100 punktów  |
| P (wykład) = 3,0  | jeżeli F = 50-60 pkt  |   |
| P (wykład) = 3,5  | jeżeli F = 61-70 pkt  |   |
| P (wykład) = 4,0  | jeżeli F = 71-80 pkt  |   |
| P (wykład) = 4,5  | jeżeli F = 81-90 pkt  |   |
| P (wykład) = 5,0  | jeżeli F = 91-99 pkt  |   |
| P (wykład) = 5,5  | jeżeli F = 100 pkt  |   |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

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

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

|   | Wykład  | Ćwiczenia           | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30      | 15                  |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 90      | 60                  |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | Egzamin | zaliczenie na ocenę |              |         |            |
| Dla grupy kursówzaznaczyć kurs końcowy (X)  |         |                     |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 3       | 2                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |         | 2                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3     | 0,7                 |              |         |            |

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

1. Znajomość chemii organicznej i nieorganicznej na poziomie studiów I stopnia
2. Znajomość geometrii analitycznej i teorii grup na poziomie podstawowym

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studenta z krystalografią na poziomie podstawowym.
- C2 Zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych w kontekście organizacji cząsteczek w ciele stałym i w szczególności upakowania w kryształach.
- C3 Zapoznanie studenta z układami krystalograficznymi, elementami symetrii oraz z zasadami tworzenia krystalograficznych grup punktowych i przestrzennych.
- C4 Zapoznanie studenta z podstawowymi strukturami krystalicznymi.
- C5 Zapoznanie studenta z podstawami rentgenowskiej analizy strukturalnej.
- C6 Umiejętność przeszukiwania Bazy Danych Strukturalnych Cambridge (CSD) i prowadzenia badań strukturalnych za pomocą CSD Cambridge.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIASIĘ**

Z zakresu wiedzy:

- PEU\_W01 Student zna podstawowe pojęcia i koncepcję kryształu i sieci krystalicznej  
 PEU\_W02 Student zna podstawowe oddziaływania międzycząsteczkowe i rozumie ich charakter.  
 PEU\_W03 – Student zna mikroskopowe i makroskopowe elementy symetrii w kryształach i rozumie ich kombinacje.  
 PEU\_W04 – Student zna krystalograficzne grupy punktowe i rozumie krystalograficzne grupy przestrzenne.  
 PEU\_W05 – Student zna podstawowe struktury pierwiastków i prostych związków jonowych.  
 PEU\_W06 – Student zna teorię Bragga-Wulfa i poznał zasady krystalografii rentgenowskiej.  
 PEU\_W07 – Student rozumie co to jest czynnik struktury i zna zasady systematycznego wygaszania refleksów.  
 PEU\_W08 – Student zna podstawowe krystalograficzne bazy danych.

Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 Student umie się posługiwać zasobami Bazy Danych Strukturalnych Cambridge i podstawowymi programami krystalograficznymi.  
 PEU\_U02 Student potrafi określić indeksy Milera.  
 PEU\_U03 Student potrafi odczytać informacje zawarte w symbolu grupy przestrzennej.  
 PEU\_U04 Student potrafi odróżnić centro-symetryczne od nie centro-symetrycznych grup przestrzennych.  
 PEU\_U05 – Student potrafi posługiwać się Tablicami Krystalograficznymi (International Crystallographic Tables)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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



|      |   |           |
|------|---|-----------|
| Wy8  | <b>Krystalograficzne grupy przestrzenne.</b> Kombinacje elementów symetrii. Składanie osi i płaszczyzn z translacją. Jedno, dwu- i trójwymiarowe sieci. Pozycje ogólne i pozycje szczególne. Symbole międzynarodowe.  | 2         |
| Wy9  | <b>Trójwymiarowe grupy przestrzenne.</b> Symbole międzynarodowe (pełen i skrócony zapis). Pozycje ogólne i pozycje szczególne. Interpretacja informacji z Międzynarodowych Tablic Krystalograficznych.  | 2         |
| Wy10 | <b>Uogólniona teoria symetrii.</b> Symetria w układach biologicznych (kryształy białek i wirusów). Symetria pozorną. Harmonia kryształów. Symetria krzywoliniowa. Homologia kryształów. Symetria podobieństw.   | 2         |
| Wy11 | <b>Antysymetria i symetria wielobarwna.</b> Przekształcenia antysymetryczne. Grupy punktowe antysymetrii. Trójwymiarowe grupy przestrzenne antysymetrii. Antysymetria wielokrotna. Symetria wielobarwna.  | 2         |
| Wy12 | <b>Kryształ w kontekście organizacji i energii sieci.</b> Wiązanie chemiczne. Oddziaływanie międzycząsteczkowe.   | 2         |
| Wy13 | <b>Klasyfikacja ciał krystalicznych.</b> Zwarta warstwa heksagonalna, zwarte struktury przestrzenne. Pozycje międzywęzłowe i typy luk w gęsto opakowanych strukturach. Przegląd podstawowych struktur pierwiastków. Promienie atomowe. Struktury jonowe. Krystaliczne promienie jonowe. Przegląd przykładowych sieci dwu i trójskładnikowych. | 2         |
| Wy14 | <b>Metody otrzymywania monokryształów i defekty sieci krystalicznej.</b> Wzrost kryształów z roztworów. Wzrost kryształów z fazy gazowej. Krystalizacja ze stopów. Epitaksja i metody epitaksji. Defekty liniowe, punktowe, powierzchniowe, objętościowe i mieszane.  | 2         |
| Wy15 | <b>Krystalografia rentgenowska.</b> Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Teoria Lauego. Teoria Bragga-Wulfa. Wskaźniki refleksów. Natężenie rentgenowskich refleksów dyfrakcyjnych. Wygaszania systematyczne.   | 2         |
|      | Suma godzin   | <b>30</b> |

| Forma zajęć - ćwiczenia |  | Liczba godzin |
|-------------------------|--|---------------|
| Ćw1                     | Symbole kierunków i płaszczyzn krystalograficznych.  | 1             |
| Ćw2                     | Prawo pasowe metoda geometryczna i algebraiczna.   | 1             |
| Ćw3                     | Symbole kierunków i płaszczyzn w układzie heksagonalnym - czterowskaźnikowe symbole.   | 1             |
| Ćw4                     | Obliczenia geometryczne.   | 1             |
| Ćw5                     | Operacje symetrii. Macierzowe przedstawienie przekształceń symetrycznych.  | 1             |
| Ćw6                     | Działanie elementów symetrii i ich kombinacji.   | 1             |
| Ćw7                     | Składanie elementów symetrii.  | 1             |
| Ćw8                     | Projekcje stereograficzne elementów symetrii. Grupy punktowe. Rzuty stereograficzne postaci kryształów.                      | 1             |
| Ćw9                     | Proste i złożone sieci dwu- i trójwymiarowe. Symetria sieci płaskich. Dwuwymiarowe grupy przestrzenne.                       | 1             |
| Ćw10                    | Symetria sieci trójwymiarowych. Trójwymiarowe grupy przestrzenne. Korzystanie z Tablic Międzynarodowych Grup Przestrzennych. | 1             |
| Ćw11                    | Przekształcenia antysymetryczne.   | 1             |
| Ćw12                    | Gęste upakowanie kul. Struktury pierwiastków. Stopień wypełnienia przestrzeni i luki - obliczenia.                           | 1             |
| Ćw13                    | Równanie Bragga. Obliczenia  | 1             |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| Ćw14  | Krystalograficzne Bazy Danych. Korzystanie z krystalograficznych baz danych: związków organicznych (CSD), związków nieorganicznych (ICSD), związków biologicznych (PDB).                                 | 1         |
| Ćw15  | Programy wykorzystywane w badaniach i analizie struktur krystalicznych. Podstawowe programy wykorzystywane w badaniach strukturalnych monokryształów, wizualizacji i analizie parametrów geometrycznych. | 1         |
|   | Suma godzin  | <b>15</b> |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |           |
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Rozwiązywanie zadań<br>N3. Karty pracy<br>N4. Komputer / program komputerowy / modelowanie / projektowanie / programowanie |  |           |

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                         |           |              |         |            |
|---|-------------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                         |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Kwalifikacje menedżera  |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Manager Qualification   |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |                         |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |                         |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | wybieralny              |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |                         |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | NIE                     |           |              |         |            |
|   | Wykład                  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                      |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                      |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę     |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                         |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                       |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                         |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                    |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                         |           |              |         |            |
| 1. Brak   |                         |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                         |           |              |         |            |
| Celem zajęć jest zapoznanie uczestnika z umiejętnościami, jakie powinien posiadać menedżer.   |                         |           |              |         |            |
| C1. Zdobycie wiedzy z zakresu efektywnego kierowania oraz skutecznego podejmowania decyzji,   |                         |           |              |         |            |
| C2. Zdobycie wiedzy w zakresie skutecznej komunikacji z pracownikami,   |                         |           |              |         |            |
| C3. Umiejętność prowadzenia negocjacji  |                         |           |              |         |            |
| C4. Zdobycie wiedzy w zakresie mechanizmów wpływu reklamy na decyzje konsumenta   |                         |           |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |                         |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |                         |           |              |         |            |
| PEU_W01 Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie umiejętności interpersonalnych oraz marketingowych   |                         |           |              |         |            |
| PEU_W02 Ma wiedzę w zakresie podejmowania skutecznych decyzji oraz technik negocjacyjnych   |                         |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |                         |           |              |         |            |
| PEU_U01 potrafi kierować zespołem   |                         |           |              |         |            |
| PEU_U02 potrafi skutecznie negocjować   |                         |           |              |         |            |
| PEU_U03 potrafi opracowywać kampanie marketingowe   |                         |           |              |         |            |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Z zakresu kompetencji społecznych:<br>PEU_K01 Jest przygotowany do inicjowania zmian w organizacji i uczestnictwa w ich planowaniu i wdrażaniu.   |  |   |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |  |   |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| Wy1   | Skuteczna komunikacja                                  | 2   |
| Wy2   | Negocjacje- istota, proces, etapy                      | 2   |
| Wy3   | Techniki negocjacyjne                                  | 2   |
| Wy4   | Skuteczne zarządzanie- jak motywować ludzi             | 2   |
| Wy5   | Kierowanie zespołem                                    | 2   |
| Wy6   | Sztuka prowadzenia skutecznych kampanii marketingowych | 2   |
| Wy7   | Sztuka prowadzenia skutecznych kampanii marketingowych | 2   |
| Wy8   | kolokwium  | 1   |
|   |  |   |
|   | Suma godzin  | <b>15</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1.   |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się                               | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1  | PEU_U01  | Studium przypadku, aktywność w dyskusji     |
| F2  | PEU_U02  | Studium przypadku, aktywność w dyskusji     |
| F3  | PEU_U03  | Studium przypadku, aktywność w zespole      |
| P PEU_W01 , PEU_W02   |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Grzesiuk L., Doroszewicz K., Stojanowska E., Umiejętności Menedżera-psychologia stosowana dla menedżerów, WSHiP Warszawa 2001</li> <li>2. D. Doliński, Psychologiczne mechanizmy reklamy, GWP, Gdańsk 2003</li> </ol> |  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |  |   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A.Falkowski,T.Tyszka, Psychologia zachowań konsumenckich, GWP, Gdańsk 2002</li> <li>2. Heath Robert, Ukryta moc reklamy. Co tak naprawdę wpływa na wybór marki?, GWP, Gdańsk</li> </ol>                               |  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |  |   |
| <b>Dr hab. inż. Radosław Ryńca, radoslaw.rynca@pwr.edu.pl</b>   |  |   |

| WYDZIAŁ: CHEMICZNY   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
|--|---------------------|---|-------------------------|---------|------------|--|--------|-----------|--------------|---------|------------|---|----|--|--|--|--|---|----|--|--|--|--|------------------|---------------------|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---------------------|---|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|---|-----|--|--|--|--|
|  |                     |   | <b>KARTA PRZEDMIOTU</b> |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  |                     | Materiałoznawstwo   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   |                     | Materials science   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |                     | Technologia chemiczna, Inżynieria chemiczna i procesowa, Chemia, Chemia i inżynieria materiałów |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Poziom i forma studiów:  |                     | I stopień, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna                                      |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Rodzaj przedmiotu:   |                     | obowiązkowy   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Kod przedmiotu   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Grupa kursów   |                     | NIE   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;"></th> <th style="width: 12.5%;">Wykład</th> <th style="width: 12.5%;">Ćwiczenia</th> <th style="width: 12.5%;">Laboratorium</th> <th style="width: 12.5%;">Projekt</th> <th style="width: 12.5%;">Seminarium</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Forma zaliczenia</td> <td style="text-align: center;">zaliczenie na ocenę</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Liczba punktów ECTS</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)</td> <td style="text-align: center;">1,3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> |                     |   |                         |         |            |  | 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 (BU) | 1,3 |  |  |  |  |
|  | 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 (BU)  | 1,3                 |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| 1. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| C1 Zapoznanie studentów z podziałem materiałów inżynierskich.  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| C2 Poznanie zasad doboru materiału do konkretnego zastosowania.  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| C3 Uzyskanie informacji o właściwościach użytkowych materiałów inżynierskich.  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| C4 Zrozumienie zależności: właściwości materiału – struktura – metoda otrzymywania.  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| Z zakresu wiedzy:  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W01 – zna podstawowe rodzaje materiałów inżynierskich oraz ich słabe i silne strony,   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W02 – rozumie zasady doboru materiału do konkretnego zastosowania,   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W03 – zna definicję, znaczenie i sposoby wyznaczania głównych właściwości mechanicznych materiałów, które decydują o możliwości ich zastosowania,  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W04 – ma podstawowe informacje o zależności między właściwościami, strukturą i metodą otrzymywania materiałów,   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W05 – ma podstawową wiedzę o strukturze materiałów metalicznych, równowagach i przemianach fazowych,   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W06 – zna podstawy reologii w liniowej lepko sprężystości materiałów polimerowych,   |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |
| PEU_W07 – zna podstawy metod przetwarzania polimerów.  |                     |   |                         |         |            |  |        |           |              |         |            |   |    |  |  |  |  |   |    |  |  |  |  |                  |                     |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |                     |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |   |     |  |  |  |  |

| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |   |
|--|--|---|
| <b>Forma zajęć - wykład</b>  |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| Wy1  | Rodzaje materiałów inżynierskich – podstawowe zalety i wady metali, materiałów ceramicznych i tworzyw sztucznych. Kompozyty.   | 2   |
| Wy2  | Rodzaje materiałów krystalicznych na przestrzeni wieków. Ostatnie osiągnięcia i występujące trendy w obszarze wytwarzania nowych materiałów: nanomateriały, materiały z pamięcią kształtu itd.   | 2   |
| Wy3  | Budowa atomu w świetle obecnych badań. Rodzaje wiązań chemicznych i ich energia. Znaczenie energii wiązań dla właściwości materiałów. Wiązania chemiczne dominujące w poszczególnych rodzajach materiałów inżynierskich.               | 2   |
| Wy4  | Podstawowe informacje o strukturze krystalicznej materiałów. Struktura krystaliczna metali. Komórka elementarna. Zależność między procesem wytwarzania, strukturą i właściwościami materiałów. Materiały krystaliczne i bezpostaciowe. | 2   |
| Wy5  | Właściwości mechaniczne materiałów inżynierskich. Naprężenia i odkształcenia. Odkształcenia sprężyste i plastyczne. Statyczna próba rozciągania. Twardość. Udarowość. Odporność na pękanie. Zmęczenie. Pełzanie.                       | 2   |
| Wy6  | Defekty struktury krystalicznej. Roztwory stałe substytucyjne i międzywęzłowe. Struktura krystaliczna żelaza i stali. Metale i stopy. Stopy homogeniczne i heterogeniczne.   | 2   |
| Wy7  | Reguła faz Gibbsa. Wykresy fazowe dla układów dwuskładnikowych o całkowitej wzajemnej rozpuszczalności, częściowej rozpuszczalności i zupełnym braku wzajemnej rozpuszczalności.   | 2   |
| Wy8  | Stale stopowe i niestopowe – otrzymywanie, właściwości i zastosowanie. Sposoby znakowania stali. Stale konstrukcyjne i narzędziowe. Żeliwa. Układ żelazo-węgiel. Stopy metali nieżelaznych.  | 2   |
| Wy9  | Podstawowe informacje o korozji metali. Metody ochrony przed korozją.  | 1   |
| Wy10   | Kolokwium cząstkowe  | 1   |
| Wy11   | Syntetyczne materiały inżynierskie, rys historyczny, kamienie milowe w odkryciach.   | 2   |
| Wy12   | Koncepcja makrocząsteczki (metody syntezy, polimeryzacja rodnikowa, polikondensacja, stopień polimeryzacji).   | 2   |
| Wy13   | Polimery amorficzne i semikrystaliczne, polimery usieciowane (modele strukturalne, temperatura zeszklenia, temperatura topnienia).   | 2   |
| Wy14   | Modele reologiczne (model Maxwella, model Voigta-Kelvina, pełzanie, relaksacja naprężeń, powrót poodkształceniowy).  | 2   |
| Wy15   | Podstawowe urządzenia do przetwórstwa materiałów polimerowych, zasada działania wtryskarki, wylączarki, dwuwalcarki, kalandra, prasy hydraulicznej. Odlewanie (rotomoulding).  | 2   |
| Wy16   | Modyfikacja polimerów na przykładzie PCW (relacja między strukturą, składem kompozycji i właściwościami użytkowymi).   | 1   |
| Wy17   | Kolokwium cząstkowe  | 1   |
|  | Suma godzin  | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |  |   |
| N1. Wykład informacyjny z prezentacją multimedialną.<br>N2. Proste przykłady zadań |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                        |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w   | Numer efektu   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |

|  |   |                                |
|--|---|--------------------------------|
| trakcie semestru), P –<br>podsumowująca (na<br>koniec semestru)  | uczenia się                                 |                                |
| F1   | PEU_W01 –<br>PEU_W05                        | kolokwium cząstkowe (na ocenę) |
| F2   | PEU_W02,<br>PEU_W04,<br>PEU_W06,<br>PEU_W07 | kolokwium cząstkowe (na ocenę) |
| <p>P (wykład) = warunek zaliczenia: pozytywne oceny z obu kolokwiów cząstkowych</p> <p>3,0 jeżeli <math>(F1 + F2) = 6,0 - 6,5</math><br/> 3,5 jeżeli <math>(F1 + F2) = 7,0 - 7,5</math><br/> 4,0 jeżeli <math>(F1 + F2) = 8,0</math><br/> 4,5 jeżeli <math>(F1 + F2) = 8,5 - 9,0</math><br/> 5,0 jeżeli <math>(F1 + F2) = 9,5 - 10,0</math><br/> 5,5 jeżeli <math>(F1 + F2) = 10,5 - 11,0</math></p>   |   |                                |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |   |                                |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>   |   |                                |
| <p>[1] M. Blicharski, Wstęp do inżynierii materiałowej, WNT, Warszawa, 2003.<br/> [2] W.D. Callister Jr, Materials Science and Engineering, John Wiley &amp; Sons Inc., New York, 1991.<br/> [3] D. Żuchowska, Polimery konstrukcyjne, WNT, Warszawa, 1995.<br/> [4] W. Szlezyngier, Tworzywa sztuczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 1996.<br/> [5] M. Dziubiński, T. Kiljański, J. Sęk, Podstawy Teoretyczne i Metody Pomiarowe Reologii, Monografie PŁ, Łódź 2014.</p> |   |                                |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  |   |                                |
| <p>[1] L.A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo, WNT, Gliwice, Warszawa, 2002.<br/> [2] M. Blicharski, Inżynieria materiałowa. Stal, WNT, Warszawa, 2004.<br/> [3] W. Królikiewicz, Polimerowe materiały specjalne, Wydawnictwo Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 1998.</p>  |   |                                |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |   |                                |
| <p>Prof. dr hab. inż. Bogdan Szczygieł; <a href="mailto:bogdan.szczygiel@pwr.edu.pl">bogdan.szczygiel@pwr.edu.pl</a><br/> Dr inż. Konrad Szustakiewicz; <a href="mailto:konrad.szustakiewicz@pwr.edu.pl">konrad.szustakiewicz@pwr.edu.pl</a></p>   |   |                                |

|   |                     |           |              |         |            |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Wydział Chemiczny   |                     |           |              |         |            |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu</b>   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Mathematical methods in design and analysis of experiment</b>                                     |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień /stacjonarna   |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy  |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów NIE  |                     |           |              |         |            |
|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 1                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                     |           |              |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zaliczenie kursów Analiza I, Algebra I.</li> <li>2. Umiejętność obsługi komputera.</li> </ol>   |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |            |
| C1 Zrozumieć zastosowania modelowania statystycznego opisie eksperymentu chemicznego.   |                     |           |              |         |            |
| C2 Nauczyć się zastosowania numerycznych metod matematycznych do kontroli procesu chemicznego.  |                     |           |              |         |            |
| C3 Zrozumieć aparat matematyczny używany w obliczeniach związanych z projektowaniem i analizą eksperymentu.                               |                     |           |              |         |            |
| C4 Nauczyć się jak opracować wyniki eksperymentu metodami statystycznymi z użyciem pakietów numerycznych.                                 |                     |           |              |         |            |



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

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

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |                     |         |            |
|---|---|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:  | Pomiary w aparaturze procesowej   |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:   | Measurements in chemical equipment  |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Biotechnologia, Chemia, Inżynieria chemiczna i procesowa, Chemia i inżynieria materiałów, Technologia chemiczna |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II, semestr uzupełniający, stacjonarna  |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |   |           |                     |         |            |
| Grupa kursów  | NIE   |           |                     |         |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15  |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60  |           | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2   |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)   | 0,65  |           | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |                     |         |            |
| 1. Kompetencje w zakresie matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej.  |   |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą dotyczącą pojęć metrologii, teorii błędów i teorii niepewności pomiarów, przyrządów pomiarowych do pomiaru wartości średniej i skutecznej prądów i napięć. |   |           |                     |         |            |
| C2 Uświadomienie studentowi możliwości stosowania układów pomiarowych realizujących różne metody pomiarowe do pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.                        |   |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |                     |         |            |
| PEU_W01: Zna podstawowe pojęcia metrologii, system jednostek miar i organizację służby miar w Polsce.   |   |           |                     |         |            |
| PEU_W02: Ma wiedzę na temat stosowania i obliczania niepewności pomiarowej typu A, typu B, niepewności łącznej oraz rozszerzonej.   |   |           |                     |         |            |
| PEU_W03: Zna budowę, zasadę działania oraz charakterystyki przetwarzania najczęściej spotykanych przetworników pomiarowych. Zna zasady przetwarzania wielkości fizycznych na wielkości elektryczne.   |   |           |                     |         |            |
| PEU_W04: Ma podstawową wiedzę w zakresie właściwości dynamicznych czujników i przetworników pomiarowych. Zna modele matematyczne czujników i przetworników  |   |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |   |           |                     |         |            |
| PEU_U01: Potrafi wykonać pomiary wielkości mierzonych przyrządami analogowymi i cyfrowymi i umie opracować wynik pomiaru stosując teorię niepewności.   |   |           |                     |         |            |
| PEU_U02: Ma umiejętności obsługi oscyloskopu w pomiarach napięć sinusoidalnych i odkształconych dla wysokich częstotliwości. Potrafi obliczać niepewności pomiarów pośrednich zmierzonych wielkości.  |   |           |                     |         |            |
| PEU_U03: Potrafi prawidłowo dobrać narzędzie pomiarowe do pomiaru wielkości nieelektrycznych  |   |           |                     |         |            |

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| PEU_U04: Potrafi wykorzystać narzędzia do pomiaru temperatury, ciśnienia, naprężenia, drgań – wibracji, wilgotności, składu chemicznego, natężenia przepływu gazów i cieczy. |  |                      |
| PEU_U05: Posiada umiejętności pozwalające na ocenę wpływu czynników zewnętrznych na wynik pomiaru. Potrafi oszacować błąd metody pomiarowej i wprowadzić poprawkę            |  |                      |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>  |  |                      |
| PEU_K01: Rozumie potrzebę pracy w zespole, jest świadomy odpowiedzialności za wykonywaną pracę.  |  |                      |
| PEU_K02: Wyszukuje informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie.  |  |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |                      |
| <b>Forma zajęć – wykład za dużo 15 godzin wykładu</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1  | Podstawowe pojęcia metrologii. Rys historyczny ewolucji jednostek miar. Organizacja służby metrologicznej w Polsce.  | 1                    |
| Wy2  | Błędy pomiarów przyrządami analogowymi i cyfrowymi. Klasy i błędy narzędzi pomiarowych. Błędy systematyczne, przypadkowe i omyłki.   | 1                    |
| Wy3  | Niepewności pomiarów. Niepewności typu A, typu B. Niepewność łączna. Rozkłady statystyczne: normalny i Studenta.   | 1                    |
| Wy4  | Niepewności pomiarów bezpośrednich. Niepewności pomiarów pośrednich.   | 1                    |
| Wy5  | Przykłady obliczeniowe – wyznaczanie niepewności pomiarów.   | 1                    |
| Wy6  | Pomiary mocy   | 1                    |
| Wy7  | Przetwarzanie wielkości nieelektrycznych na sygnał elektryczny – zagadnienia ogólne. Analogowo-cyfrowe przetworniki wielkości nieelektrycznych   | 1                    |
| Wy8  | Przetworniki tensometryczne, pomiar momentu skręcającego, pomiary sił  | 1                    |
| Wy9  | Pomiary natężenia przepływu gazów i cieczy. Pomiary ciśnień  | 1                    |
| Wy10   | Pomiary pH-metryczne i konduktometryczne, Pomiary składu chemicznego   | 1                    |
| Wy11   | Pomiary wilgotności.   | 1                    |
| Wy12   | Pomiary przemieszczenia liniowego i kąтового, pomiary drgań  | 1                    |
| Wy13,<br>Wy14  | Pomiary temperatury, skala temperatur, metody pomiaru, Termometry rezystancyjne i termoelektryczne, Metody pomiaru temperatury ciał stałych, gazów i cieczy Pomiary temperatury w urządzeniach przemysłowych | 2                    |
| Wy15   | Podsumowanie i zaliczenie przedmiotu   | 1                    |
|  | Suma godzin  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| La1  | Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Nauka zapisu wyniku pomiaru.   | 2                    |
| La2  | Zastosowanie przyrządów analogowych do pomiaru napięć i prądów. Wyznaczanie błędów względnych i bezwzględnych pomiaru. Określanie niepewności wyniku pomiaru.  | 2                    |
| La3  | Zastosowanie przyrządów cyfrowych do pomiaru napięć i prądów. Wyznaczanie błędów względnych i bezwzględnych pomiaru. Określanie niepewności wyniku pomiaru.  | 2                    |
| La4  | Pomiary sygnałów sinusoidalnych i odkształconych za pomocą oscyloskopu.  | 2                    |
| La5  | Poznanie podstawowych pojęć z zakresu statystyki i rachunku prawdopodobieństwa stosowanych w ocenie dokładności pomiarów z błędami przypadkowymi.  | 2                    |
| La6  | Pomiary mocy w układzie jednofazowym.  | 2                    |
| La7  | Pomiary częstotliwości i przesunięcia fazowego.  | 2                    |
| La8  | Pomiary temperatur – wyznaczanie charakterystyk przetworników temperatury  | 2                    |
| La9  | Pomiary tensometryczne – właściwości przetworników, badanie przetworników siły   | 2                    |
| La10   | Pomiary ciśnień  | 2                    |

|   |   |  |
|---|---|--|
| La11  | Pomiary pH oraz konduktywności cieczy   | 2  |
| La12  | Pomiary przepływu gazu  | 2  |
| La13  | Pomiary wilgotności   | 2  |
| La14  | Wyznaczanie cech czujników zbliżeniowych (odległości) i przetworników przemieszczenia liniowego i kąтового. | 2  |
| La15  | Zaliczenie i uzupełnienie zaległości laboratoryjnych  | 2  |
|   | Suma godzin   | <b>30</b>  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |  |
| N1. Wykład tradycyjny, prezentacje multimedialne<br>N2. Laboratorium – sprawdzenie wiadomości w formie kartkówki i odpowiedzi ustnych, przygotowanie sprawozdania, konsultacje  |   |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |  |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                  |
| F1 (W)  | PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04  |  |
| P (W) = F1 (W)  |   |  |
| F1 (L)  | PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05   | Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych |
| F2 (L)  | PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05   | Aktywność na zajęciach laboratoryjnych                       |
| F3 (L)  | PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05   | Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń                        |
| P=0,2F1+0,2F2+0,6F3   |   |  |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |  |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |  |
| <p>[1] Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: Metrologia elektryczna., WNT Warszawa, 2003<br/> [2] Koczela Danuta (red.), Miernictwo elektryczne. Ćwiczenia laboratoryjne, (elektrotechnika) dydaktyka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2001<br/> [3] Marcyniuk A. , Podstawy Metrologii elektrycznej, WNT, Warszawa, 1994<br/> [4] Derlecki S., Metrologia elektryczna i elektroniczna, Podręczniki Akademickie- Pol. Łódzka, 2010<br/> [5] Kalus-Jęcek B., Wzorce wielkości elektrycznych i ocena niepewności pomiarów, Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź, 2000<br/> [6] <a href="http://www.imnipe.pwr.edu.pl">www.imnipe.pwr.edu.pl</a></p> |   |  |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |  |
| <p>[1] Piotrowski J., Podstawy miernictwa, WNT, Warszawa, 2002<br/> [2] Sydenham P.H., Podręcznik Metrologii, WKiŁ, Warszawa, 1990<br/> [3] Tumański S. Technika Pomiarowa, WNT, Warszawa, 2007<br/> [4] Lisowski M., Podstawy metrologii, Of. Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław, 2011<br/> [5] Czajewski J., Podstawy metrologii elektrycznej, OW Pol. Warszawskiej, Warszawa, 2008</p>  |   |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |  |
| <b>Daniel Dusza, <a href="mailto:daniel.dusza@pwr.edu.pl">daniel.dusza@pwr.edu.pl</a></b>   |   |  |

| <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>  |                                    |           |                     |         |            |
|---|------------------------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                                    |           |                     |         |            |
| Nazwa w języku polskim  | <b>Naturalne produkty medyczne</b> |           |                     |         |            |
| Nazwa w języku angielskim   | <b>Medicinal natural products</b>  |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia                             |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Medicinal chemistry                |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna            |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy                        |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |                                    |           |                     |         |            |
| Grupa kursów  | NIE                                |           |                     |         |            |
|   | Wykład                             | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                                 |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                                 |           | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | Egzamin                            |           | Zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                                    |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                                  |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                                    |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                               |           | 1,4                 |         |            |

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

**Z zakresu umiejętności:**

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

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

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



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

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                    |
|--|--------------------------|--|
| P (wykład)   | PEU_W01 – PEU_W09        | Egzamin  |
| F1 (laboratorium)  | PEU_U01 – PEU_U03        | Kolokwium cząstkowe I  |
| F2 (laboratorium)  | PEU_U03 – PEU_U05        | Kolokwium cząstkowe II   |
| F3 (laboratorium)  | PEU_U01 – U05            | Poprawność wykonania doświadczeń oraz przygotowanie sprawozdań |
| P (laboratorium) = F1 + F2 + F3  |                          |  |

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

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

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

##### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

#### OPIEKUN PRZEDMIOTU

(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |                     |         |            |
|--|--|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |  |           |                     |         |            |
| Nazwa w języku polskim   | Metody badań materiałów  |           |                     |         |            |
| Nazwa w języku angielskim  | Methods of Materials Testing   |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia i inżynieria materiałów*, Chemia, Technologia chemiczna, Inżynieria chemiczna i procesowa, Chemia i inżynieria materiałów |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |  |           |                     |         |            |
| Stopień studiów i forma:   | I stopień*, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna  |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy  |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu   |  |           |                     |         |            |
| Grupa kursów   | NIE  |           |                     |         |            |
|  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium<br>*   | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30   |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60   |           | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia   | Egzamin  |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |  |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 2  |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |  |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)  | 1,3  |           | 1                   |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>  |  |           |                     |         |            |
| <b>W ZAKRESIE WIEDZY</b>   |  |           |                     |         |            |
| 1. Znajomość matematyki wyższej na poziomie umożliwiającym zrozumienie zagadnień matematycznych w naukach o charakterze inżynierskim.  |  |           |                     |         |            |
| 2. Znajomość zasad i praw fizyki w zakresie elektrodynamiki klasycznej (elektrostatyka, prąd elektryczny, magnetostatyka, indukcja elektromagnetyczna, fale elektromagnetyczne, optyka), oraz wybranych zagadnień fizyki: kwantowej, ciała stałego, jądra atomowego. |  |           |                     |         |            |
| <b>W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI</b>   |  |           |                     |         |            |
| 1. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować wiedzę z matematyki wyższej do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień matematycznych związanych ze studiowaną dyscypliną inżynierską.   |  |           |                     |         |            |
| 2. Potrafi poprawnie i efektywnie zastosować poznane zasady i prawa fizyki do jakościowej i ilościowej analizy zagadnień fizycznych o charakterze inżynierskim.  |  |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |                     |         |            |
| C1. Nabycie podbudowanej teoretycznie wiedzy w zakresie podstaw fizycznych wybranych specjalistycznych metod diagnostycznych materiałów, jak: mikroskopia elektronowa, dyfrakcja rentgenowska, metody optyczne, spektroskopia ultradźwiękowa                         |  |           |                     |         |            |
| C2. Nabycie wiedzy w zakresie jakościowej i ilościowej analizy właściwości strukturalnych, optycznych i elektronowych ciał stałych   |  |           |                     |         |            |
| C3. Poznanie zaawansowanych metod pomiaru wielkości elektrycznych, w tym elektrostatycznych, oraz magnetycznych ciał stałych   |  |           |                     |         |            |
| C4. Nabycie umiejętności organizacji badań i diagnostyki materiałów za pomocą odpowiednio  |  |           |                     |         |            |

| dobranych metod                        |   |                      |
|--|---|----------------------|
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b> |   |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>               |   |                      |
| PEU_W01-                               | Posiada wiedzę na temat właściwości promieniowania rentgenowskiego oraz badania materiałów krystalicznych     |                      |
| PEU_W02-                               | Posiada wiedzę z zakresu oddziaływania wiązki świetlnej oraz elektronowej z materiałem                        |                      |
| PEU_W03-                               | Zna i rozumie metody badania struktury materiału  |                      |
| PEU_W04-                               | Posiada wiedzę na temat zastosowania spektroskopii do analizy składu materiałowego                            |                      |
| PEU_W05-                               | Zna zasadę pracy mikroskopów sił atomowych oraz mikroskopów tunelowych  |                      |
| PEU_W06-                               | Zna możliwości zastosowania spektrometrii fotoelektronów oraz mössbauerowskiej                                |                      |
| PEU_W07-                               | Posiada wiedzę z zakresu pomiaru rezystancji materiałów i jej zależności od czynników zewnętrznych            |                      |
| PEU_W08-                               | Posiada wiedzę na temat wytwarzania i właściwości elektretów  |                      |
| PEU_W09-                               | Rozumie rolę metod spektroskopii dielektrycznej w ocenie zjawisk starzeniowych                                |                      |
| PEU_W10-                               | Posiada ogólną wiedzę na temat właściwości magnetycznych ciał stałych   |                      |
| PEU_W11-                               | Zna i rozumie znaczenie ultradźwięków w diagnostyce materiałów  |                      |
| PEU_W12-                               | Posiada wiedzę z zakresu badań właściwości mechanicznych i cieplnych ciał                                     |                      |
| PEU_W13-                               | Zna metody badania cienkich warstw  |                      |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>         |   |                      |
| PEU_U01-                               | Potrafi samodzielnie wyznaczyć parametry wybranych materiałów   |                      |
| PEU_U02-                               | Potrafi interpretować zjawiska fizyczne, zachodzące podczas badania materiałów                                |                      |
| PEU_U03-                               | Potrafi wykorzystać poznane i właściwie dobrane metody do diagnostyki materiałów                              |                      |
| PEU_U04-                               | Potrafi dokonać krytycznej analizy uzyskanych wyników badań   |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>               |   |                      |
| <b>Forma zajęć – wykład</b>            |   | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy 1                                   | Zakres wykładu, literatura, warunki zaliczenia.<br>Rentgenografia strukturalna                                | 2                    |
| Wy 2                                   | Mikroskopia świetlna w badaniach materiałów   | 2                    |
| Wy 3                                   | Mikroskopia elektronowa. Preparatyka  | 2                    |
| Wy 4                                   | Analiza strukturalna za pomocą wiązki elektronów  | 2                    |
| Wy 5                                   | Analiza jakościowa i ilościowa składu powierzchni ciała stałego   | 2                    |
| Wy 6                                   | Mikroskopia sił atomowych   | 2                    |
| Wy 7                                   | Wyznaczanie struktury elektronowej ciała stałego. Spektrometria fotoelektronów. Spektrometria mössbauerowska. | 2                    |
| Wy 8, 9                                | Właściwości elektryczne ciał stałych  | 4                    |
| Wy 10                                  | Badanie właściwości elektrostatycznych ciał stałych   | 2                    |
| Wy 11                                  | Spektroskopia dielektryczna   | 2                    |
| Wy 12                                  | Właściwości magnetyczne ciał stałych  | 2                    |
| Wy 13                                  | Ultradźwięki w badaniach materiałów   | 2                    |
| Wy 14                                  | Właściwości mechaniczne ciał stałych i analiza cieplna materiałów   | 2                    |
| Wy 15                                  | Metodyka badania cienkich powłok i powłok   | 2                    |
|  | Suma godzin   | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć – laboratorium</b>      |   | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                                    | Analiza topografii i składu materiałowego na podstawie obrazów mikroskopowych SEM                             | 3                    |
| La2                                    | Analiza właściwości strukturalnych na podstawie dyfraktogramów XRD oraz TEM                                   | 3                    |
| La3                                    | Badanie powierzchni materiałów za pomocą AFM  | 3                    |
| La4                                    | Analiza właściwości optycznych materiałów na podstawie pomiaru  | 3                    |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | charakterystyk transmisji i odbicia                      |   |
| La5  | Pomiary rezystancji dielektryków stałych i ciekłych      | 3   |
| La6  | Wyznaczanie przenikalności elektrycznej                  | 3   |
| La7  | Pomiary współczynnika strat dielektrycznych              | 3   |
| La8  | Badanie właściwości mechanicznych i cieplnych materiałów | 3   |
| La9  | Badanie efektu Halla                                     | 3   |
| La10   | Podsumowanie efektów kształcenia. Laboratorium odrębne   | 3   |
|  | Suma godzin  | <b>30</b>   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |  |   |
| N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej i z dyskusją   |  |   |
| N2. Praca własna studenta  |  |   |
| N3. Konsultacje  |  |   |
| N4. Krótkie sprawdziany wiadomości przed rozpoczęciem laboratorium   |  |   |
| N5. Przygotowanie sprawozdania   |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się                                 | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                           |
| <b>Wykład</b><br>P1  | PEU_W01 ÷ PEU_W13  | Egzamin w formie pisemnej   |
| <b>Laboratorium</b><br>F1<br>F2  | PEU_U01 ÷ PEU_U04  | Kartkówka /odpowiedź usta<br>Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego |
| P2= $\alpha_1 F1 + \alpha_2 F2 = 0,5 F1 + 0,5 F2$  |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>   |  |   |
| [1] Newell J., Essentials of modern materials science and engineering, John Wiley and Sons, Inc. 2009  |  |   |
| [2] Celiński Z., Materiałoznawstwo elektrotechniczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2011   |  |   |
| [3] Szuber J. Powierzchniowe metody badawcze w nanotechnologii półprzewodnikowej, Wydawnictwo Polit. Śląskiej, Gliwice 2002  |  |   |
| [4] Briggs D., Seah M. P., Auger and X-ray photoelectron spectroscopy, Vol. I, II, John Willey and Sons Ltd. 1990  |  |   |
| [5] Lyman Ch. E., Goldstein J. I., Scanning electron microscopy, X-ray microanalysis and analytical electron microscopy. A laboratory workbook. Premium Press, New York and London, 1990 |  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  |  |   |
| [1] Hummel Rolf, Electronic properties of materials, Springer-Verlag, New York, 1985   |  |   |
| [2] Oleś A., Metody doświadczalne fizyki ciała stałego, WNT, Warszawa, 1998  |  |   |
| [3] Bieżące publikacje z zakresu metod badania materiałów  |  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |  |   |
| Bożena Łowkis <a href="mailto:bozena.lowkis@pwr.wroc.pl">bozena.lowkis@pwr.wroc.pl</a>   |  |   |



| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                                   |           |                     |         |            |
|--|-----------------------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                                   |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:   | Metody i techniki izotopowe       |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:  | Isotopic Methods and Technics     |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia                            |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Analityka Środowiskowa i Żywności |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień / stacjonarna          |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy                       |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu   |                                   |           |                     |         |            |
| Grupa kursów   | Nie                               |           |                     |         |            |
|  | Wykład                            | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 15                                |           | 15                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60                                |           | 30                  |         |            |
| Forma zaliczenia   | zaliczenie na ocenę               |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |                                   |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 2                                 |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                                   |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)                                      | 0,65                              |           | 0,7                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                                   |           |                     |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej i studiów I stopnia.</li> <li>2. Znajomość elementarnej matematyki.</li> </ol> |                                   |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                                   |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z terminologią w zakresie chemii radiacyjnej i ochrony radiologicznej  |                                   |           |                     |         |            |
| C2 Uzyskanie wiedzy na temat promieniowania jonizującego, jego oddziaływania na organizmy żywe i zastosowania w medycynie, nauce i przemyśle                                   |                                   |           |                     |         |            |
| C3 Uzyskanie wiedzy w zakresie doboru izotopów jako wskaźników promieniotwórczych  |                                   |           |                     |         |            |
| C4 Umiejętność zorganizowania pracy w pracowni radiochemicznej   |                                   |           |                     |         |            |
| C5 Umiejętność zastosowania odpowiednich izotopów promieniotwórczych w określonych procesach chemicznych   |                                   |           |                     |         |            |
| C6 Umiejętność wyszukiwania asPEUtów prawnych z zakresu prawa atomowego w Polsce i UE  |                                   |           |                     |         |            |

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Student, który zaliczył przedmiot:

PEU\_W01 – posiada wiedzę dot. promieniowania jonizującego i jego właściwości

PEU\_W02 – zna metody pomiaru promieniowania typu alfa, beta i gamma

PEU\_W03 – posiada wiedzę z zakresu wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe

PEU\_W04 - posiada wiedzę z zakresu zastosowania izotopów promieniotwórczych w technikach analitycznych

PEU\_W05 – posiada wiedzę z zakresu zastosowania jakościowej spektrometrii gamma

PEU\_W06 – zna zasady opracowywania wyników pomiarów radioaktywności próbek z uwzględnieniem metod statystycznych

PEU\_W07 – posiada wiedzę dot. organizacji i bezpieczeństwa pracy w laboratorium izotopowym

PEU\_W08 - posiada wiedzę z zakresu zastosowania promieniowania jonizującego w medycynie, nauce i przemyśle

Z zakresu umiejętności:

Na podstawie przeprowadzonych zajęć laboratoryjnych student powinien:

PEU\_U01 – znać zasady bezpieczeństwa i higieny pracy z substancjami promieniotwórczymi w pracowni izotopowej

PEU\_U02 – posługiwać się licznikiem Geigera-Müllera i sondą scyntylacyjną w celu wykonywania pomiarów promieniowania jonizującego

PEU\_U03 – wykonywać podstawowe obliczenia statystyczne dot. pomiarów oraz obliczenia dawek promieniowania jonizującego,

PEU\_U04 – posługiwać się spektrometrem promieniowania gamma oraz wykonywać podstawowe pomiary ilościowe i jakościowe próbek środowiskowych

PEU\_U05 – przygotowywać próbki wzorcowe o danej aktywności właściwej

PEU\_U06 – projektować osłony przed promieniowaniem jonizującym oraz wykonywać podstawowe obliczenia dotyczące grubości osłon przed promieniowaniem

PEU\_U07 – znać podstawowe przepisy prawa dotyczące radioaktywności atmosfery, wód i gleby

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

PEU\_K02 – ma świadomość z zakresu prawa atomowego

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

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>       |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| Wy1                               | Program wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Ustawa „Prawo atomowe”  | 1                    |
| Wy2                               | Fizyka jądra atomowego – energia wiązania, siły jądrowe, defekt masy. Szeregi promieniotwórcze. Promieniowanie X. Zjawisko fotoelektryczne, rozpraszanie Comptona i zjawisko tworzenia par | 2                    |
| Wy3                               | Radiobiologia - wpływ promieniowania jonizującego na organizmy żywe  | 2                    |
| Wy4                               | Organizacja, bezpieczeństwo pracy z promieniotwórczością oraz wyposażenie sprzętowe i aparaturowe w pracowniach izotopowych  | 2                    |
| Wy5                               | Klasyfikacja odpadów promieniotwórczych i ich transport, przetwarzanie i składowanie   | 2                    |
| Wy6                               | Zasady doboru izotopów jako wskaźników promieniotwórczych. Związki chemiczne znaczone izotopami promieniotwórczymi   | 2                    |
| Wy7                               | Zastosowanie promieniowania jonizującego w medycynie, nauce i przemyśle  | 2                    |
| Wy8                               | Kolokwium zaliczeniowe   | 2                    |
|                                   | Suma godzin  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy z substancjami promieniotwórczymi w pracowni izotopowej. Warunki zaliczenia kursu  | 3                    |
| La2                               | Wyznaczanie składu mieszaniny NaCl i KCl na podstawie pomiaru aktywności radioizotopu K-40 z zastosowaniem licznika Geigera-Müllera lub sondy  | 4                    |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | scyntylicyjnej  |  |
| La3   | Pomiar aktywności właściwej radioizotopu $^{89}\text{SrCl}_2$ , $^{133}\text{BaCl}_2$ lub $^{60}\text{CoCl}_2$ o nieznanym stężeniu promieniotwórczym. Przygotowanie roztworu radionuklidu o żądanej aktywności właściwej | 4  |
| La4   | Otrzymanie radioizotopu $^{56}\text{Mn}$ w reakcji jądrowej z udziałem neutronów  | 4  |
|   | Suma godzin   | <b>15</b>  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |  |
| N1 Wykład z prezentacją multimedialną<br>N2 Wykonywanie ćwiczeń laboratoryjnych w ramach zajęć w laboratorium radioizotopowym<br>N3 Rozwiązywanie zadań z zakresu promieniowania jonizującego i ochrony przed promieniowaniem jonizującym   |   |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - WYKŁAD</b>  |   |  |
| <b>Oceny</b><br>F – formująca<br>(w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca (na koniec semestru)  | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                          |
| F1  | PEU_W01 - PEU_W08   | Kolokwium pisemne, max. 70 pkt.                                      |
| P = 3,0 jeżeli (F1) = 35,0 – 42,5 pkt.<br>3,5 jeżeli (F1) = 43,0 – 50,5 pkt<br>4,0 jeżeli (F1) = 51,0 – 58,5 pkt<br>4,5 jeżeli (F1) = 59,0 – 66,5 pkt<br>5,0 jeżeli (F1) = 67,0 – 70 pkt  |   |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - LABORATORIUM</b>  |   |  |
| <b>Oceny</b><br>F – formująca<br>(w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca<br>(na koniec semestru)   | Numer efektu kształcenia  | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia                          |
| F1  | PEU_U01 -<br>PEU_U07  | Pisemne sprawozdania z La2 – La4. Ocena za sprawozdanie to 2.0 - 5.0 |
| P   | PEU_U01-<br>PEU_U07   | Średnia z ocen z trzech sprawozdań + aktywność na zajęciach          |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |  |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |  |
| [1] J. Sobkowski, M. Jelińska-Kazimierzczuk, Chemia jądrowa, Adamantan, Warszawa, 2006.<br>[2] J. Sobkowski, Chemia radiacyjna i ochrona radiologiczna, Adamantan, Warszawa, 2009.<br>[3] J. Sobkowski, Zastosowanie nuklidów promieniotwórczych w chemii, PWN, Warszawa 1989.<br>[4] W. Szymański, Chemia jądrowa, PWN, Warszawa, 2006.<br>[5] R.A. Faires, B.H. Parks, Technika laboratoriów izotopowych, PWN, Warszawa, 1990.  |   |  |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |  |
| [1] V. G. Draganic, Z. D. Draganic, J-P Alloff, Radiation and radioactivity on earth and beyond, CRC Press, Inc., Florida, 2005.<br>[2] Strona internetowa Państwowej Agencji Atomowej: <a href="https://paa.gov.pl">https://paa.gov.pl</a> .<br>[3] Portal dot. energetyki jądrowej w Polsce: <a href="https://nuclear.pl">https://nuclear.pl</a> .<br>[4] Tabele izotopów promieniotwórczych: <a href="http://nucleardata.nuclear.lu.se">http://nucleardata.nuclear.lu.se</a> |   |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |  |
| Dr inż. Magdalena Piłśniak-Rabiega, <a href="mailto:magdalena.pilsniak@pwr.edu.pl">magdalena.pilsniak@pwr.edu.pl</a>  |   |  |



|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>              |   |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>               |   |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:    | Metody instrumentalne w analizie chemicznej |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: | Instrumental methods in chemical analysis   |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):     | Chemia                                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):          | wszystkie specjalności na II st             |
| Poziom i forma studiów:               | II stopień,                                 |
| Rodzaj przedmiotu:                    | obowiązkowy                                 |
| Kod przedmiotu                        |   |
| Grupa kursów                          | NIE   |

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                  |           | 60                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30                  |           | 120                 |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           | 3                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           | 3                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                |           | 2,8                 |         |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – zna podstawowe pojęcia analityczne

PEU\_W02 – potrafi wybrać odpowiednią technikę analityczną

PEU\_W03 – umie ocenić zakres stosowalności metody pomiarowej

PEU\_W04 – ma podstawową wiedzę z optyki, spektroskopii i elektrochemii

PEU\_W05 – umie opisać jakościowo i ilościowo procesy fizykochemiczne

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – potrafi praktycznie posługiwać się przyrządami pomiarowymi

PEU\_U02 – umie sporządzić roztwory wzorcowe w wymaganym zakresie stężeń

PEU\_U03 – potrafi samodzielnie wykonać pomiar

PEU\_U04 – umie wykonać obliczenia, wykresy i dokonać analizy błędów

PEU\_U05 – potrafi sporządzać sprawozdania z wykonywanych doświadczeń

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 – potrafi pracować w grupie

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | <b>Wprowadzenie.</b> Wymagania dotyczące zaliczenia kursu. Sygnał i szum. Statystyczne metody w chemii analitycznej: błędy, przedziały ufności, rozstęp, regresja i korelacja.   | 2                    |
| Wy2                         | <b>Wstęp do pomiarów.</b> Aparatura pomiarowa. Opracowanie danych: zapis wyników, wykresy i tabele. Dokładność i przegląd metod pomiarowych: metoda krzywej wzorcowej, metoda dodawania wzorca, metoda wielokrotnych dodatków wzorca, metoda porównania z wzorcem, metoda wzorca wewnętrznego. Przegląd technik analitycznych. | 2                    |
| Wy3                         | <b>Podstawy optyki i podzespoły optyczne.</b> Podstawowe prawa optyczne. Optyka geometryczna i falowa. Przyrządy optyczne: źródła światła, detektory, polaryzatory, lustra, soczewki. Konstrukcja podstawowych przyrządów optycznych: interferometr, polarymetr, refraktometr  | 2                    |
| Wy4                         | <b>Metody optyczne.</b> Zasada pomiarów optycznych. Oddziaływanie światła z materiałem. Wpływ rodzaju materiału i stężenia substancji na stan fali świetlnej. Interpretacja wyników pomiarowych.   | 2                    |
| Wy5                         | <b>Absorpcjometria, luminescencja i fotometria płomieniowa.</b> Zastosowania spektroskopii. Typy i budowa spektrofotometrów. Metody absorpcyjne i emisyjne. <b>Wstęp do elektrochemii.</b> Model pasmowy. Przewodnictwo jonowe. Elektrolity.   | 2                    |
| Wy6                         | <b>Elektroanaliza (Polarografia, Potencjometria, Amperometria, Konduktometria).</b> Elektroliza. Prawa Faradaya. Ogniwa elektrochemiczne. Konstrukcja stanowisk elektrochemicznych. Opis technik pomiarowych. Interpretacja wyników. Wprowadzenie do wybranych, innych metod analitycznych.                                    | 2                    |
| Wy7                         | Powtórzenie materiału i I kolokwium  | 2                    |
| Wy8                         | Powtórzenie materiału i II kolokwium   | 1                    |
|                             | Suma godzin  | 15                   |

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

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

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

| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|---|--------------------------|---|
| F (wykład)  | PEU_W01 – PEU_W05        | Kolokwium końcowe                           |
| F2 (laboratorium)   | PEU_W01 – PEU_W05        | Kartkówka                                   |
| F2 (laboratorium)   | PEU_U01 – PEU_U05        | Sprawozdanie                                |
| P (laboratorium) = (F1+F2)/2  |                          |   |

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

Prof. Stanisław Bartkiewicz, [stanislaw.bartkiewicz@pwr.edu.pl](mailto:stanislaw.bartkiewicz@pwr.edu.pl)

|   |                     |           |              |         |            |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Wydział Chemiczny   |                     |           |              |         |            |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim <b>Metody matematyczne w planowaniu i analizie eksperymentu</b>     |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim <b>Mathematical methods in design and analysis of experiment</b> |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień /stacjonarna   |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy  |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów NIE  |                     |           |              |         |            |
|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 1                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)                             |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)             | 0,65                |           |              |         |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

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

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

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

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |                     |         |                      |
|---|---|-----------|---------------------|---------|----------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |                     |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Metody i techniki elektroanalityczne  |           |                     |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Electroanalytical methods and technics  |           |                     |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | CHEMIA  |           |                     |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Analityka środowiskowa i żywności   |           |                     |         |                      |
| Poziom i forma studiów:   | studia drugiego stopnia, stacjonarne  |           |                     |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |                     |         |                      |
| Kod przedmiotu  |   |           |                     |         |                      |
| Grupa kursów  | nie   |           |                     |         |                      |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15  |           | 15                  |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60  |           | 30                  |         |                      |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |           | zaliczenie na ocenę |         |                      |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |                     |         |                      |
| Liczba punktów ECTS   | 2   |           | 1                   |         |                      |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           | 1                   |         |                      |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 0,65  |           | 0,7                 |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |                     |         |                      |
| 1. Znajomość chemii fizycznej w zakresie elektrochemii  |   |           |                     |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |                      |
| C1 Pogłębienie wiedzy o procesach elektrochemicznych  |   |           |                     |         |                      |
| C2 Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami elektroanalitycznymi   |   |           |                     |         |                      |
| C3 Współpraca w grupie  |   |           |                     |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |                     |         |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |                     |         |                      |
| PEU_W01 Posiada rozszerzoną wiedzę na temat elektrochemicznych metod pomiarowych. Zna zasady działania odpowiednich urządzeń oraz zastosowania technik elektrochemicznych w różnych dziedzinach nauki i techniki. |   |           |                     |         |                      |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |   |           |                     |         |                      |
| PEU_U01 Student potrafi dobrać i wykorzystać odpowiednie metody i techniki elektroanalityczne konieczne do wyjaśnienia postawionego problemu.   |   |           |                     |         |                      |
| PEU_U02 Student umie oznaczać zawartości substancji w roztworach metodami elektrochemicznymi.   |   |           |                     |         |                      |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>   |   |           |                     |         |                      |
| PEU_K01 Student jest gotów odpowiedzialnie współdziałać w grupie przyjmując w niej różne role, w tym kierownicze.   |   |           |                     |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |           |                     |         |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |   |           |                     |         | <b>Liczba godzin</b> |
| Wyl   | <b>Przypomnienie podstawowych pojęć z zakresu elektrochemii. Metody konduktometryczne. Miareczkowanie konduktometryczne. Konduktometria</b> |           |                     |         | 2                    |



|   |   |   |
|---|---|---|
|   | bezpośrednia.   |   |
| Wy2   | <b>Potencjometria.</b> Miareczkowanie potencjometryczne i phmetryczne.  | 2   |
| Wy3   | <b>Elektrody jonoselektywne.</b> Budowa i zastosowanie elektrod jonoselektywnych. Czujniki chemiczne.                                       | 2   |
| Wy4   | <b>Polarografia i woltamperometria.</b> Metody polarograficzne stało i zmiennoprądowe. Metody inwersyjne. Elektrody modyfikowane chemicznie | 3   |
| Wy5   | <b>Zastosowania metod woltamperometrycznych w analityce.</b>  | 2   |
| Wy6   | <b>Amperometria.</b> Rodzaje miareczkowań amperometrycznych.  | 1   |
| Wy7   | <b>Kulometria.</b> Kulometria potencjostatyczna i amperostatyczna. Elektrogravimetria i elektrografia.                                      | 1   |
| Wy8   | Sprawdzian wiadomości   | 2   |
|   | Suma godzin   | <b>15</b>                                   |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>   |   | <b>Liczba godzin</b>                        |
| La1   | Miareczkowanie bipotencjometryczne  | 3   |
| La2   | Preparatyka elektrod jonoselektywnych   | 3   |
| La3   | Stripping potencjometryczny/Stripping woltamperometryczny   | 3   |
| La4   | Miareczkowanie kulometryczne  | 3   |
| La5   | Woltamperometria  | 3   |
|   | Suma godzin   | 15  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Prezentacja multimedialna   |   |   |
| N2. Wykonywanie zadań w laboratorium  |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01<br>PEU_U01  | Sprawdzian końcowy                          |
| F1-F5 (laboratorium)  | PEU_U02<br>PEU_K01  | Ocena sprawozdania                          |
| P (laboratorium)  |   | Średnia ocen ze sprawozdań                  |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t I, PWN, 2007.                               |   |   |
| [2] A. Cygański, Podstawy metod elektroanalizy, WNT 1999.                                 |   |   |
| [3] A. Kiswa, Elektrochemia. Jonika, WNT, 2000.   |   |   |
| [4] A. Kiswa, Elektrochemia. Elektrodyka, WNT, 2001.                                      |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1] Electroanalytical methods, Ed. F. Scholz, Springer 2002                               |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>                                  |   |   |
| dr inż. Tomasz Misiaszek, tomasz.misiaszek@pwr.edu.pl                                     |   |   |

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

|   | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |        |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |        |           | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia  |        |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |        |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   |        |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |        |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) |        |           | 1,4                 |         |            |

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

1. Znajomość teorii budowy atomu i cząsteczki
2. Znajomość analizy matematycznej
3. Znajomość technologii informatycznych
4. Znajomość chemii organicznej

**CELE PRZEDMIOTU**

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

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU\_W01 ma podstawową wiedzę o empirycznych modelach obliczeniowych wykorzystywanych do modelowania makrocząsteczek i agregatów molekularnych
- PEU\_W02 zna techniki modelowania oparte o pola siłowe
- PEU\_W03 zna możliwości wykorzystania eksperymentalnych baz danych struktur cząsteczkowych

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU\_U01 potrafi budować, modyfikować, wizualizować i analizować złożone struktury agregatów molekularnych
- PEU\_U02 potrafi przygotować układ makrocząsteczkowy do modelowania metodami pól siłowych stosownie do zadanych kryteriów
- PEU\_U03 potrafi modelować i analizować właściwości dynamiczne i oddziaływania międzycząsteczkowe metodami dynamiki molekularnej
- PEU\_U04 potrafi wyszukiwać struktury eksperymentalne w bazach danych wg zadanych kryteriów
- PEU\_U05 potrafi wykorzystać techniki dokowania do modelowania i ewaluacji oddziaływań międzycząsteczkowych

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

- PEU\_K01 potrafi komunikować wyniki modelowania i wnioski z nich płynące

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| La1                               | Wprowadzenie do tematyki zajęć, systemu oceny, organizacji pracy i oprogramowania                     | 2                    |
| La2                               | Korzystanie z bazy danych Protein Data Bank. Wizualizacja makrocząsteczek.                            | 2                    |
| La3                               | Wprowadzenie teoretyczne do symulacji z wykorzystaniem pól siłowych.                                  | 2                    |
| La4                               | Przygotowanie makrocząsteczek i ligandów do modelowania: topologia i                                  | 2                    |
| La5                               | parametryzacja układu.  | 2                    |
| La6                               | Przygotowanie symulacji dynamiki molekularnej: solwatacja, przeciwjony, optymalizacja i równoważenie. | 2                    |
| La7                               | Analiza trajektorii i oddziaływań podczas dynamiki molekularnej w stanie równowagi.                   | 2                    |
| La8                               | Indywidualne zadania zaliczeniowe nr 1.   | 2                    |
| La9                               | Budowanie i edycja makrocząsteczek organicznych, przygotowanie do modelowania.                        | 2                    |
| La10                              | Dynamika nierównowagowa interakcyjna i sterowana; przygotowanie i                                     | 2                    |
| La11                              | przeprowadzenie symulacji, ilościowa analiza wyników.   | 2                    |
| La12                              | Indywidualne zadania zaliczeniowe nr 2.   | 2                    |
| La13                              | Wyszukiwanie w bazie Cambridge Structural Database  | 2                    |

|      |   |    |
|------|---|----|
| La14 | Dokowanie cząsteczek i oszacowanie powinowactwa. Wirtualny screening. | 2  |
| La15 | Indywidualne zadania zaliczeniowe nr 3                                | 2  |
|      | Suma godzin   | 30 |

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. Hinchliffe, Molecular Modeling for Beginners, Wiley 2003

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

Paweł Kędzierski

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                                     |           |                     |         |                             |
|---|-------------------------------------|-----------|---------------------|---------|-----------------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                                     |           |                     |         |                             |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Modelowanie molekularne             |           |                     |         |                             |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Molecular modeling                  |           |                     |         |                             |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Biotechnologia, Chemia              |           |                     |         |                             |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Bioinformatics, Medicinal Chemistry |           |                     |         |                             |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna             |           |                     |         |                             |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy                         |           |                     |         |                             |
| Kod przedmiotu  |                                     |           |                     |         |                             |
| Grupa kursów  | NIE                                 |           |                     |         |                             |
|   | Wykład                              | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium<br>( spec. BII ) |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                                  |           | 30                  |         | 15                          |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                                  |           | 60                  |         | 30                          |
| Forma zaliczenia  | Egzamin                             |           | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę         |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                                     |           |                     |         |                             |
| Liczba punktów ECTS   | 2                                   |           | 2                   |         | 1                           |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                                     |           | 2                   |         | 1                           |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                                |           | 1,4                 |         | 0,7                         |

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

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

#### CELE PRZEDMIOTU

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

#### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

##### Z zakresu wiedzy:

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

##### Z zakresu umiejętności:

- PEU\_U01 – umiejętność konstruowania trójwymiarowych modeli cząsteczek na podstawie rozpoznanego typu hybrydyzacji  
 PEU\_U02 – umiejętność obliczeniowego przewidywania struktury i właściwości cząsteczek  
 PEU\_U03 – umiejętność przewidywania możliwych struktur agregatów cząsteczkowych

|  |
|--|
| PEU_U04 – umiejętność analizy oddziaływań w układach białko-ligand   |
| PEU_U05 – umiejętność modelowania właściwości dynamicznych agregatów cząsteczkowych  |
| Z zakresu kompetencji społecznych:   |
| PEU_K01 – umiejętność zrozumienia, krytycznej oceny i komunikacji informacji ze źródeł naukowych związanej z metodami modelowania układów biocząsteczek i ich właściwości. |

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

|     |   |           |
|-----|---|-----------|
| Se3 | Seminaria studenckie: Modelowanie receptorów, sensorów, przełączników i motorów molekularnych             | 2         |
| Se4 | Seminaria studenckie: Zastosowania algorytmów genetycznych i sieci neuronowych w modelowaniu molekularnym | 2         |
| Se5 | Seminaria studenckie: Techniki projektowania leków  | 2         |
| Se6 | Seminaria studenckie: Modelowanie sPEUtroscopii IR, Ramana, UV-Vis, NMR                                   | 2         |
| Se7 | Seminaria studenckie: Modelowanie reakcji i stanów przejściowych  | 2         |
| Se8 | Seminaria studenckie: Projektowanie biokatalizatorów  | 1         |
|     | Suma godzin   | <b>15</b> |

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

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

|       |         |                                 |
|-------|---------|---------------------------------|
| C_Sem | PEU_K01 | Ocena końcowa wg skali ocen PWr |
|-------|---------|---------------------------------|

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                                  |           |                     |         |            |
|---|----------------------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |                                  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Wieloetapowa Synteza Organiczna. |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Multistep Organic Synthesis      |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia                           |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Medicinal Chemistr               |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna          |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy                      |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |                                  |           |                     |         |            |
| Grupa kursów  | NIE                              |           |                     |         |            |
|   | Wykład                           | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |                                  |           | 60                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |                                  |           | 90                  |         |            |
| Forma zaliczenia  |                                  |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                                  |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   |                                  |           | 3                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                                  |           | 3                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   |                                  |           | 2,8                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                                  |           |                     |         |            |
| 1. Wiedza i umiejętności na poziomie ukończenia kursu „Podstawy chemii organicznej – laboratorium” lub równoważnego   |                                  |           |                     |         |            |
| 2. Podstawowa znajomość języka angielskiego   |                                  |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                                  |           |                     |         |            |
| C1 Nabycie przez studentów biegłości w pracy laboratoryjnej z wykorzystaniem zaawansowanych technik eksperymentalnych syntezy organicznej.  |                                  |           |                     |         |            |
| C2 Umiejętność praktycznego wykorzystania różnych metod transformacji w syntezie wieloetapowej.   |                                  |           |                     |         |            |
| C3 Zaplanowanie i przeprowadzenie złożonej sekwencji syntetycznej na podstawie danych literaturowych.   |                                  |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |                                  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |                                  |           |                     |         |            |
| PEU_U01 –potrafi przeprowadzić kilkuetapową syntezę związku organicznego, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę, wykonać identyfikację i charakterystykę otrzymanych produktów,  |                                  |           |                     |         |            |
| PEU_U02 – umie posługiwać się literaturą naukową i fachowymi bazami danych w celu planowania strategii i taktyki syntezy,   |                                  |           |                     |         |            |
| PEU_U03 – umie dobrać warunki różnych transformacji oraz zaplanować sposoby izolacji i oczyszczania produktów,  |                                  |           |                     |         |            |
| PEU_U04 – potrafi samodzielnie interpretować wyniki, ocenić czystość produktu wyznaczając podstawowe stałe fizykochemiczne, interpretować widma spektroskopowe związków organicznych oraz prowadzić dziennik laboratoryjny w języku angielskim. |                                  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |                                  |           |                     |         |            |
| PEU_U01 –potrafi przeprowadzić kilkuetapową syntezę związku organicznego, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę, wykonać identyfikację i charakterystykę otrzymanych produktów,  |                                  |           |                     |         |            |
| PEU_U02 – umie posługiwać się literaturą naukową i fachowymi bazami danych w celu planowania strategii i taktyki syntezy,   |                                  |           |                     |         |            |

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



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                     |           |              |         |            |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Fizyczna chemia organiczna   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Physical organic chemistry  |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemisty  |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal chemistry  |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna   |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy  |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu:   |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów: NIE   |                     |           |              |         |            |
|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                     |           |              |         |            |
| 1. Znajomość chemii organicznej w aspekcie teoretycznym i praktycznym   |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |            |
| C1 Poznanie rodzajów wiązań chemicznych oraz oddziaływań wewnątrz i międzycząsteczkowych  |                     |           |              |         |            |
| C2 Nauka podstaw kinetyki i termodynamiki zjawisk fizykochemicznych   |                     |           |              |         |            |
| C3 Nauka równowag kwasowo-zasadowych  |                     |           |              |         |            |
| C4 Poznanie podstaw mechanizmów reakcji w chemii organicznej  |                     |           |              |         |            |
| C5 Nauka symetrii cząsteczkowej oraz relacji symetrycznych  |                     |           |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |                     |           |              |         |            |
| Z zakresu wiedzy:   |                     |           |              |         |            |
| PEU_W01 – Student rozumie podstawy termodynamiki  |                     |           |              |         |            |
| PEU_W02 – Student umie przewidzieć i zapisać mechanizm reakcji  |                     |           |              |         |            |
| PEU_W03 – Student umie zdefiniować symetrię cząsteczki  |                     |           |              |         |            |
| PEU_W04 – Student umie zdefiniować rodzaje oddziaływań między- i wewnątrzcząsteczkowych   |                     |           |              |         |            |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |                     |           |              |         |            |

| Forma zajęć - wykład  |   | Liczba godzin                               |
|---|---|---|
| Wy1-2   | Wiązania chemiczne w związkach organicznych                             | 2   |
| Wy3-4   | Oddziaływania wewnątrzcząsteczkowe i międzycząsteczkowe                 | 2   |
| Wy5-6   | Równowagi kwasowo-zasadowe  | 2   |
| Wy7-8   | Wprowadzenie do mechanizmów reakcji. Reaktywne formy przejściowe        | 2   |
| Wy9-10  | Mechanizm reakcji: substytucji i addycji elektrofilowej oraz rodnikowej | 2   |
| Wy11-12   | Mechanizm reakcji: substytucji i addycji nukleofilowej oraz eliminacji  | 2   |
| Wy13-14   | Symetria cząsteczek   | 2   |
| Wy15  | Egzamin   | 1   |
|   | Suma godzin   | <b>15</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. Praca własna                                |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P   | PEU_W01,<br>PEU_W02,<br>PEU_W03,<br>PEU_W04                             | Egzamin pisemny                             |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] Bruckner Bernard Organic mechanisms, reactions, stereochemistry and synthesis         |   |   |
| [2] Jones Richard, Physical and mechanistic organic chemistry                             |   |   |
| [3] Carter Robert, Molecular symmetry and group theory                                    |   |   |
| [4] John McMurry, Organic Chemistry   |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1] Ilich, Predrag Peter, Selected problems in physical chemistry                         |   |   |
| [2] Deslongchamps, Stereoelectronic effects in organic chemistry                          |   |   |
| [3] Jaffe, Hans Symmetry in chemistry   |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>                                  |   |   |
| Justyna Ciejka, justyna.ciejka@pwr.edu.pl   |   |   |

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

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt             | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                  |           |              | 15                  |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30                  |           |              | 30                  |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              | zaliczenie na ocenę |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |                     |            |
| Liczba punktów ECTS   | 1                   |           |              | 1                   |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              | 1                   |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                |           |              | 0,75                |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – znać strategię planowania syntezy (retroanaliza, syntony i odpowiadające im reagenty, transformacje grup funkcyjnych, selektywność reakcji i ekonomia syntezy)

PEU\_W02 – rozumieć reaktywność związków chemicznych

PEU\_W03 – znać klasyczne, jak i nowsze metody tworzenia wiązań C-C

PEU\_W04 – rozumieć zjawisko stereochemii oraz znać sposoby otrzymywania związków chiralnych

PEU\_W05 – rozumieć celowość i znać sposoby ochrony grup funkcyjnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – wykorzystując poznane reakcje powinien być w stanie zaproponować racjonalną syntezę założonej cząsteczki docelowej o umiarkowanie skomplikowanej strukturze

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

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

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

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

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się        | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się  |
|--|---------------------------------|--|
| F1   | PEU_W01 –<br>PEU_W05<br>PEU_U01 | przedstawienie samodzielnie zaprojektowanej drogi syntezy wybranego przez wykładowcę związku |
| <b>P = F1</b>  |                                 |  |

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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



WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawowe procesy jednostkowe w technologii chemicznej  
 Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Basic unit processes in chemical technology  
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Technologia chemiczna\*, Chemia, Inżynieria chemiczna i procesowa, Chemia i inżynieria materiałów, Technologia chemiczna  
 Poziom i forma studiów: I stopień\*, II stopień-semester uzupełniający, stacjonarna  
 Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy  
 Kod przedmiotu:  
 Grupa kursów: NIE

|   | 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)                 |         |           |                     |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU) | 1,3     |           | 1,4                 |         |            |

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

1. Podstawy chemii fizycznej
2. Elementarna matematyka

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Przedstawić koncepcje procesów i operacji jednostkowych  
 C2 Nauczyć podstaw operacji zachodzących w aparatach/reaktorach by wykorzystać tę wiedzę w przy tworzeniu instalacji  
 C3 Wprowadzić podstawy umożliwiające prowadzenie procesów i operacji w układach ciągłych  
 C4 Przedstawić podstawy tworzenia ciągów technologicznych  
 C5 Przedstawić wybrane procesy i operacje, procesy niekatalityczna i katalityczne w złożu stałym  
 C6 Przedstawić specyfikę procesów biotechnologicznych  
 C7 Pokazać nowoczesne metody separacyjne stosowane w technologii chemicznej

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

- PEU\_W01 właściwie opisuje operacje i procesy w technologii chemicznej  
 PEU\_W02 może wykreślić schematy technologiczne, dobrać aparaturę oraz wskazać właściwe operacje i procesy,  
 PEU\_W03 wie jak opisać i zbilansować przepływy materiałowe w układach,  
 PEU\_W04 Zna podstawy procesów katalitycznych i niekatalitycznych oraz potrafi je opisać,  
 PEU\_W05 posiada wiedzę o metodach separacyjnych,  
 PEU\_W06 student zna podstawy produkcji biopaliw,  
 PEU\_W07 zna podstawy procesów polimeryzacji i charakterystykę otrzymanych materiałów,  
 PEU\_W08 posiada informacje z obszaru procesów biotechnologicznych

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 potrafi przygotować schemat technologiczny oraz wskazać w nim operacje i procesy jednostkowe  
 PEU\_U02 potrafi opisać podstawowe operacje i procesy jednostkowe technologii chemicznych w wielu obszarach chemii  
 PEU\_U03 potrafi przeprowadzić proste zadania laboratoryjne oraz przeprowadzić proste obliczenia z nimi związane  
 PEU\_U04 potrafi zaplanować i przeprowadzić separacje z wykorzystaniem technik membranowych  
 PEU\_U05 potrafi określić efektywność procesu,  
 PEU\_U06 potrafi określić właściwości otrzymanych produktów  
 PEU\_U07 potrafi zaplanować i zmodyfikować surowce

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | Informacje podstawowe, operacje I procesy jednostkowe, definicje I charakterystyki   | 2                    |
| Wy2                         | Diagramy procesów chemicznych, , operacje I procesy jednostkowe jako składowe procesu technologicznego, Surowce, produkty i produkty uboczne,  | 2                    |
| Wy3                         | Parametry procesów i operacji jednostkowych. Mieszanie oraz wymiana masy i ciepła. Równowaga w procesach chemicznych, wydajność i konwersja odczynników w procesie chemicznym  | 2                    |
| Wy4                         | Pojęcie siły napędowej reakcji w układach o różnych przepływach, metody zwiększania prędkości reakcji w procesach jednostkowych  | 2                    |
| Wy5                         | Przykłady rozwiązań aparaturowych dla procesów jednostkowych i operacji w układzie gaz-ciało stałe, gaz-ciecz, układ trójfazowy w układzie katalitycznym i niekatalitycznym, rozwiązania aparaturowe dla różnych postaci katalizatora w procesach jednostkowych. | 2                    |
| Wy6                         | Przykłady procesów technologicznych, procesy katalityczne w złożu fluidalnym, procesy katalityczne zachodzące w obecności stacjonarnego złoża katalizatora   | 2                    |
| Wy7                         | Procesy niekatalityczne, temperatura w układzie heterogenicznym, procesy elektrolityczne   | 2                    |
| Wy8                         | Procesy niekatalityczne, procesy enzymatyczne z enzymami natywnymi i unieruchomionymi. Stabilność układów  | 2                    |
| Wy9                         | Mikroorganizmy. Procesy mikrobiologiczne. Kinetyka. Dystrybucja produktów.   | 2                    |
| Wy10                        | Operacje separacji: ekstrakcja, destylacja, chromatografia, sedymentacja, flokulacja.  | 2                    |
| Wy11                        | Proste operacje membranowe: mikrofiltracja, ultrafiltracja, nanofiltracja, odwrócona osmoza, elektrodializa  | 2                    |

|  |  |   |
|--|--|---|
| Wy12   | Zaawansowane procesy membranowe: perwaporacja, destylacja membranowa , procesy hybrydowe.        | 2   |
| Wy13   | Polimeryzacja addycyjna: mechanizmy reakcji, inicjatory, inhibitory. Polimeryzacja kondensacyjna | 2   |
| Wy14   | Masy cząsteczkowe. Rozkłady masy cząsteczkowej. Roztwory polimerów. Skondensowane fazy           | 2   |
| Wy15   | Mieszanki polimerów. Krystaliczność. Temperatura przejścia fazowego                              | 2   |
|  | Suma godzin  | 30  |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>  |  | <b>Liczba godzin</b>  |
| La1  | Określenie aktywności katalitycznej  | 4   |
| La2  | Transestryfikacja oleju rzepakowego w układzie przepływowym                                      | 4   |
| La3  | Fotodegradacja substancji organicznych w wodzie  | 4   |
| La4  | Polimeryzacja blokowa metakrylanu metylu   | 4   |
| La5  | Separacja membranowa – wydzielanie produktów reakcji z mieszaniny -                              | 4   |
| La6  | Reakcja sulfonowania - - otrzymywanie naftalenosiarczanu sodu                                    | 4   |
| La7  | Reakcja alkilowania – otrzymywanie dietylododecylojabłczanu.                                     | 4   |
| La8  | Laboratorium końcowe   | 2   |
|  | Suma godzin  | 30  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |  |   |
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Ćwiczenie laboratoryjne<br>N3. Sprawozdania<br>N4. Konsultacje  |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca (na koniec semestru)  | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
| P (wykład)   | PEU_W01-PEU_W15  | Egzamin<br>2,0, gdy 0-50% pkt<br>3,0, gdy 51-60% pkt<br>3,5, gdy 61-70% pkt<br>4,0, gdy 71-80% pkt<br>4,5, gdy 81-90% pkt<br>5,0, gdy 91-98 % pkt<br>5,5, gdy >98 % pkt |
| F1(laboratory, introduction test)  | PEU_U01 –PEU_U07   |   |
| F2 F2 (laboratory, results report)   | PEU_U01 –PEU_U07   |   |
| P (laboratorium)<br>2,0, gdy (F1+F2) < 50% pkt<br>3,0, gdy (F1+F2) = 51-59% pkt<br>3,5, gdy (F1+F2) = 60-69% pkt<br>4,0, gdy (F1+F2) = 70-79% pkt<br>4,5, gdy (F1+F2) = 80-89% pkt<br>5,0, gdy (F1+F2) = 90-99% pkt<br>5,5, gdy (F1+F2) = 100% pkt s |  |   |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] I. Mukhlyonov et al. The Theoretical Foundations of Chemical Technology, Part 1 and Part 2. Mir Publishers, Moscow. 1977.
- [2] M. Bodzek, J. Bohodziewicz, K. Konieczny, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997
- [3] Praca zbiorowa pod red. Z. Florjańczyka, S. Penczka, Chemia polimerów t. III, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998
- [4] Szlachta Z., „Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi”, WKŁ Warszawa 2002.
- [5] Baczewski K., Kałdoński T. „Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym”, WKŁ Warszawa 2008
- [6] Morrison R.T., Boyd R.N. „Chemia organiczna T.1” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**

- [1] T. Winnicki, Polimery w ochronie środowiska, Arkady, Warszawa 1978

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

prof. dr hab. inż. Marek Bryjak, [marek.bryjak@pwr.edu.pl](mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl)  
laboratorium dr inż. Katarzyna Pstrowska, [katarzyna.pstrowska@pwr.edu.pl](mailto:katarzyna.pstrowska@pwr.edu.pl)  
dr inż. Joanna Wolska, [joanna.wolska@pwr.edu.pl](mailto:joanna.wolska@pwr.edu.pl)

|   |                         |           |              |         |            |
|---|-------------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| WYDZIAŁ Chemiczny   |                         |           |              |         |            |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                         |           |              |         |            |
| Nazwa w języku polskim  | Podstawy biznesu        |           |              |         |            |
| Nazwa w języku angielskim   | Principles of Bussiness |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |                         |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |                         |           |              |         |            |
| Stopień studiów i forma:  | II stopień, stacjonarna |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | wybieralny              |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |                         |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | NIE                     |           |              |         |            |
|   | Wykład                  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                      |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 90                      |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę     |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                         |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 3                       |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                         |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3                     |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>   |                         |           |              |         |            |
| brak  |                         |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                         |           |              |         |            |
| 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 UCZENIA SIĘ****Z zakresu wiedzy:**

PEU\_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.

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

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_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**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|---|----------------------|
| 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<br>-<br>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<br>-<br>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<br>-<br>Wy8             | Formułowanie biznesplanu (dochodzenie do koncepcji funkcjonowania i rozwoju przedsiębiorstwa z uwzględnieniem wyznaczników konkurencyjności przedsiębiorstwa (jakość, koszty, innowacyjność itd.)).   | 4                    |
| Wy9<br>-<br>Wy11            | Wybrane aspekty zarządzania przedsiębiorstwem (Strategia działalności przedsiębiorstwa. Marketingowa koncepcja rozwoju przedsiębiorstwa. Finanse przedsiębiorstwa - zasady i uwarunkowania myślenia biznesowego w kategorii zysków i strat ekonomicznych. Ocena działalności przedsiębiorstwa)  | 6                    |
| Wy12                        | Kolokwium zaliczeniowe  | 2                    |
| Wy13-<br>14                 | Case study – prezentacja biznes planów przygotowanych przez studentów w ramach projektu zbiorowego.   | 4                    |
| Wy15                        | Kolokwium poprawkowe  | 2                    |
|                             | Suma godzin   | <b>30</b>            |

**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.  |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1  | PEU_W01 – PEU_W02        | Kolokwium pisemne                           |
| F2  | PEU_K01                  | Udział w case study                         |
| <b>P=0,8 F1+ 0,2 F2</b>   |                          |   |
| UWAGA: zaliczenie studium przypadku (F2) jest warunkiem otrzymania oceny pozytywnej   |                          |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |                          |   |
| [1] <i>Podstawy nauki o przedsiębiorstwie</i> , red. J. Lichtarski, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 17 – 58.                                       |                          |   |
| [2] Sudoł S., <i>Przedsiębiorstwo. Podstawy nauki o przedsiębiorstwie. Teorie i praktyka zarządzania</i> , Dom Organizatora, Toruń 2002, s. 19 – 50.                                |                          |   |
| [3] <i>Nauka o przedsiębiorstwie. Wybrane zagadnienia</i> , red. Irena Lichniak, SGH w Warszawie, Warszawa 2009, s.13 – 68.   |                          |   |
| [4] <i>Zarządzanie małym i średnim przedsiębiorstwem</i> , pod red. K. Safina, Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2012,  |                          |   |
| [5] Markowski W., <i>ABC small business’u</i> , Wyd. MARCUS s.c., Łódź 2012.  |                          |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |                          |   |
| [6] Młodzikowska D., Lunden B., <i>Jednoosobowa firma. Jak założyć i samodzielnie prowadzić jednoosobową działalność gospodarczą</i> , Wyd. BL Info Polska Sp. z o.o., Gdańsk 2012. |                          |   |
| [7] Robbins S.P., DeCenzo D.A.: <i>Podstawy zarządzania</i> , PWE, Warszawa 2002.   |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |   |
| Dr inż. Anna Zabłocka-Kluczka, <a href="mailto:anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl">anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl</a>   |                          |   |





| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |              |         |            |
|--|--|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Podstawy inżynierii chemicznej                             |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Foundations of chemical engineering                        |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego                    |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |  |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | I stopień, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy  |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu   |  |           |              |         |            |
| Grupa kursów   | NIE  |           |              |         |            |
|  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30   |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 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 (BU)  | 1,3  |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |              |         |            |
| 1. Znajomość fizyki i matematyki na poziomie szkoły średniej.  |  |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |         |            |
| C1 Poznanie ilościowego opisu procesów przepływu płynów w aparaturze z uwzględnieniem oporów przepływu.  |  |           |              |         |            |
| C2 Wykorzystywanie prawa Bernoulliego w opisie urządzeń pomiarowych i aparatów do wymiany ciepła i masy.   |  |           |              |         |            |
| C3 Scharakteryzowanie sposobów wymiany ciepła.   |  |           |              |         |            |
| C4 Scharakteryzowanie sposobów międzyfazowego transportu masy.   |  |           |              |         |            |
| C5 Poznanie zasad budowy i działania wybranych urządzeń i aparatów przemysłowych.  |  |           |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |  |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |  |           |              |         |            |
| PEU_W01 – Zna różne rodzaje przepływu w urządzeniach i aparatach przepływowych, aparatach do wymiany ciepła oraz do wymiany masy.  |  |           |              |         |            |
| PEU_W02 – Zna prawo Bernoulliego i jego zastosowanie do opisu różnych rodzajów przepływu w urządzeniach i aparatach.   |  |           |              |         |            |
| PEU_W03 – Zna sposoby wymiany ciepła zachodzące w wymiennikach ciepła.   |  |           |              |         |            |
| PEU_W04 – Rozróżnia wnikanie i przenikanie masy i potrafi opisać szybkość transportu masy.   |  |           |              |         |            |
| PEU_W05 – Zna zasady budowy, działania i wpływu parametrów operacyjnych na procesy zachodzące w wybranych urządzeniach i aparatach jak: pompy, odstojniki, filtry, urządzenia odpylające, mieszalniki, reaktory chemiczne, aparaty destylacyjne, absorpcyjne, ekstrakcyjne, adsorpcyjne i suszarnicze. |  |           |              |         |            |

| TREŚCI PROGRAMOWE  |  |   |
|--|--|---|
| Forma zajęć – wykład   |  | Liczba godzin                               |
| Wy1  | Obszar zainteresowań inżynierii chemicznej i podstawowe wielkości wykorzystywane do opisu procesów.  | 2   |
| Wy2  | Zasady bilansowania strumieni i aparatów.  | 2   |
| Wy3  | Przepływy płynów w aparaturze, równanie Bernoulliego, opory przepływu w rurociągach i w wybranych aparatach.   | 2   |
| Wy4  | Pompy – charakterystyka pompy i sieci. Obliczanie punktu pracy pompy w wybranych konfiguracjach pompa – sieć.  | 2   |
| Wy5  | Ruch cząstek w płynach. Obliczanie średnicy cząstki, obliczanie prędkości przepływu, opadanie gromadne, fluidyzacja, transport pneumatyczny sedimentacja.                                      | 2   |
| Wy6  | Filtracja. Budowa filtrów, podział procesów filtracyjnych, wykorzystanie filtrów w wybranych technologiach.  | 2   |
| Wy7  | Mieszalniki, konstrukcja mieszadeł i mieszalników, zużycie mocy.   | 2   |
| Wy8  | Procesy wymiany ciepła i wymienniki.   | 2   |
| Wy9  | Metody opisu procesu wymiany masy, sposoby realizacji procesu.   | 2   |
| Wy10   | Procesy absorpcyjne. Aparaty absorpcyjne.  | 2   |
| Wy11   | Procesy destylacyjne. Destylacja równowagowa, kotłowa, z parą wodną, warstewkowa, molekularna. Zasady bilansowanie.  | 2   |
| Wy12   | Rektyfikacja układów dwuskładnikowych, Budowa kolumny rektyfikacyjnej, bilans masowy i cieplny procesu.  | 2   |
| Wy13   | Aparaty ekstrakcyjne Aparaty o działaniu okresowym i ciągłym. Sposoby obliczania z wykorzystaniem trójkąta skład. Obliczanie średnicy oraz wysokości kolumny ekstrakcyjnej wybranymi metodami. | 2   |
| Wy14   | Procesy suszarnicze. Medium suszące – wykres Moliera. Budowa suszarni, czas suszenia.  | 2   |
| Wy15   | Kolokwium zaliczeniowe.  | 2   |
| <b>Suma godzin</b>   |  | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |  |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną.  |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca (na koniec semestru))             | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P  | PEU_W01 – PEU_W05  | Zaliczenie na ocenę.                        |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>  |  |   |
| [1] R. Koch, A. Noworyta: <i>Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej</i> , Warszawa, WNT, 1992.      |  |   |
| [2] R. Koch, A. Koziół: <i>Dyfuzyjno–cieplny rozdział substancji</i> . Warszawa, WNT, 1994.              |  |   |
| [3] J. Ciborowski: <i>Podstawy inżynierii chemicznej</i> , WNT, Warszawa, 1982                           |  |   |
| [4] M. Serwiński: <i>Zasady inżynierii chemicznej i procesowej</i> , WNT, Warszawa, 1982                 |  |   |
| [5] A. Selecki, L. Gradoń: <i>Podstawowe procesy przemysłu chemicznego</i> , WNT, Warszawa, 1985.        |  |   |
| <b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>   |  |   |
| [1] Z. Kembłowski: <i>Podstawy teoretyczne inżynierii chemicznej i procesowej</i> , WNT, Warszawa, 1985. |  |   |
| [2] T. Hobler: <i>Ruch ciepła i wymienniki</i> , WNT, Warszawa, 1986.                                    |  |   |

| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b> |
|--|
|--|

|   |
|---|
| <b>prof. dr hab. inż. Andrzej Matynia (andrzej.matynia@pwr.edu.pl)</b><br><b>dr hab. inż. Izabela Polowczyk (izabela.polowczyk@pwr.edu.pl)</b><br><b>dr inż. Nina Hutnik (nina.hutnik@pwr.edu.pl)</b> |
|---|

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |              |         |                      |
|--|--|-----------|--------------|---------|----------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim Podstawy przedsiębiorczości i innowacyjności   |  |           |              |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim Principles of entrepreneurship and innovation   |  |           |              |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |  |           |              |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |  |           |              |         |                      |
| Poziom i forma studiów: II stopień/ stacjonarna  |  |           |              |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu: wybieralny  |  |           |              |         |                      |
| Kod przedmiotu   |  |           |              |         |                      |
| Grupa kursów NIE   |  |           |              |         |                      |
|  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30   |           |              |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 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)  | 1,3  |           |              |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |              |         |                      |
| W związku z podstawowym i poszerzającym charakterem przedmiotu nie są wymagane szczególne wymagania wstępne.   |  |           |              |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |         |                      |
| C1. Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami związanymi z problematyką przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem małych i średnich przedsiębiorstw. |  |           |              |         |                      |
| C2. Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami związanymi z problematyką innowacyjności, ze szczególnym uwzględnieniem przedsiębiorczości innowacyjnej.       |  |           |              |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |  |           |              |         |                      |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |  |           |              |         |                      |
| PEU_W01 posiada podstawową wiedzę w zakresie istoty i problematyki przedsiębiorczości oraz uwarunkowań jej rozwoju, w szczególności w odniesieniu do MŚP             |  |           |              |         |                      |
| PEU_W02 posiada podstawową wiedzę w zakresie istoty i problematyki innowacyjności oraz uwarunkowań jej rozwoju.  |  |           |              |         |                      |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>  |  |           |              |         |                      |
| PEU_K01 wykazuje gotowość do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy   |  |           |              |         |                      |
| PEU_K02 ma świadomość znaczenia przedsiębiorczości dla rozwoju innowacyjnych przedsięwzięć   |  |           |              |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |           |              |         |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>  |  |           |              |         | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1  | Wprowadzenie- znaczenie przedsiębiorczości i innowacyjności we współczesnym świecie  |           |              |         | 2                    |
| Wy2  | Przedsiębiorczość - cele i rodzaje przedsiębiorczości, kultura przedsiębiorczości. Przedsiębiorczość a innowacje. Przedsiębiorca i |           |              |         | 2                    |

|      |   |           |
|------|---|-----------|
|      | właściciel  |           |
| Wy3  | Małe i średnie przedsiębiorstwa w gospodarce narodowej. Definicje małej firmy. Klasyfikacja małych firm. Rola MŚP w gospodarce  | 2         |
| Wy4  | Liderzy nowych przedsięwzięć- cechy i umiejętności  | 2         |
| Wy5  | Od pomysłu do uruchomienia biznesu- pomysł a koncepcja, ujęcie systemowe, modele biznesu  | 2         |
| Wy6  | Źródła finansowania i formy prawne  | 2         |
| Wy7  | Zarządzanie małym przedsiębiorstwem i jego funkcje. Planowanie, organizacja i struktura organizacyjna   | 2         |
| Wy8  | Pojęcie innowacji i jej cechy. Rodzaje innowacji. Źródła powstawania innowacji  | 2         |
| Wy9  | Istota innowacyjności przedsiębiorstw. Czynniki determinujące innowacyjność przedsiębiorstw   | 2         |
| Wy10 | Wewnętrzne i zewnętrzne uwarunkowania innowacji w przedsiębiorstwie   | 2         |
| Wy11 | Organizacyjne uwarunkowania innowacyjności przedsiębiorstw. Cechy i elementy planowania i przygotowania organizacyjnego . Planowanie w odniesieniu do procesu innowacyjnego | 2         |
| Wy12 | Zarządzanie działalnością innowacyjną w przedsiębiorstwie   | 2         |
| Wy13 | Zarządzanie oparte na strategii innowacji, zarządzanie zmianą   | 2         |
| Wy14 | System wsparcia przedsiębiorczości i innowacyjności. Inkubatory przedsiębiorczości. Ośrodki innowacji. Perspektywy rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw                | 2         |
| Wy15 | Podsumowanie- test końcowy  | 2         |
|      | Suma godzin   | <b>30</b> |

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. techniki multimedialne (prezentacja)  
N2. dyskusja  
N3. studia przypadku

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się           | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|------------------------------------|---|
| F1=P   |                                    |   |
| P  | PEU_W01, PEU_W02, PEU_K01, PEU_K02 | Zaliczenie pisemne- test                    |

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Cieślak J.,: Przedsiębiorczość dla ambitnych. Jak uruchomić własny biznes, Wydawnictwa Akademickie i profesjonalne, Warszawa 2008.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Duraj, J., Papiernik-Wojdera, M, . *Przedsiębiorczość i innowacyjność*. Wydawnictwo Difin, Warszawa 2010  
[2] Drucker P.F.: *Natchnienie i fart czyli innowacja i przedsiębiorczość*. Wydawnictwo EMKA, 2004

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

Jagoda Mrzyglocka- Chojnacka, [jagoda.mrzyglocka-chojnacka@pwr.edu.pl](mailto:jagoda.mrzyglocka-chojnacka@pwr.edu.pl)

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 - zna podstawowe zasady technologiczne

PEU\_W02 - zna zasady sporządzania bilansu materiałowego i energetycznego

PEU\_W03 - zna sposoby przewidywania właściwości fizykochemicznych substancji

PEU\_W04 - zna podstawy obliczania składu i temperatury układu reagującego

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 - potrafi sięgać do źródeł danych o właściwościach substancji

PEU\_U02 – potrafi sporządzać proste bilanse materiałowe i energetyczne oraz przeprowadzać ich analizę

PEU\_U03 – potrafi wykonywać proste obliczenia inżynierskie

PEU\_U04 - potrafi posługiwać się profesjonalnym oprogramowaniem komputerowym służącym do prostych obliczeń inżynierskich oraz symulowania wybranych procesów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć – wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | Pojęcia podstawowe: Proces technologiczny, koncepcja chemiczna metody, koncepcja technologiczna metody. Omówienie zasad technologicznych: zasada najlepszego wykorzystania różnic potencjałów, zasada najlepszego wykorzystania surowców, zasada najlepszego wykorzystania energii, zasada najlepszego wykorzystania aparatury, zasada umiaru technologicznego. Operacje jednostkowe.  | 2                    |
| Wy2                         | Bilans materiałowy procesu chemicznego: zasada zachowania masy, zasada zachowania atomów, zasada zachowania energii. Analiza bilansu materiałowego procesów w stanie ustalonym. Bilans materiałowy układów z reakcją chemiczną. Stopień przemiany w stechiometrycznej i nie stechiometrycznej mieszaninie reagentów. Wydajność procesu. Schemat procesu, symulacja diagramów strumieniowych. Programy komputerowe służące do symulacji procesów chemicznych. | 2                    |
| Wy3                         | Bilans energetyczny. Podstawowe pojęcia: układ, zmienne stanu układu, stan układu. Zasada zachowania energii, składowe energii układów: energia wewnętrzna, praca, ciepło, entalpia. Obliczanie zmian entalpii. Entalpia reakcji. Wpływ temperatury i ciśnienia na entalpię reakcji.   | 2                    |
| Wy4                         | Gaz doskonały: równanie stanu gazu doskonałego, właściwości. Współczynnik ściśliwości. Praca sprężania i ekspansji gazów. Przemiana politropowa. Bilanse w stanie nieustalonym. Klasyfikacja procesów chemicznych, typy bilansów.  | 2                    |
| Wy5                         | Właściwości substancji chemicznych. Źródła informacji technologicznych – bazy danych. Fazy skondensowane. Przewidywanie właściwości fizykochemicznych: gęstość, lepkość, parametry krytyczne. Właściwości termodynamiczne. Metoda inkrementów grupowych lub atomowych, metoda stanów odpowiadających sobie. Stan krytyczny materii.  | 2                    |
| Wy6                         | Gaz rzeczywisty. Odchylenia od stanu doskonałego. Współczynnik ściśliwości dla gazów rzeczywistych. Równania stanu gazu rzeczywistego. Współczynnik acentryczny. Mieszanki gazów rzeczywistych.  | 2                    |
| Wy7                         | Lotność i współczynnik lotności gazów. Definicja lotności i współczynnika lotności. Równania do obliczeń współczynnika lotności. Współczynnik lotności składnika mieszaniny gazów. Reguła Lewisa-Randalla. Wyznaczanie współczynników aktywności metodami udziałów grupowych. Równowagi fazowe. Funkcje odchylenia od stanu idealnego.   | 2                    |
| Wy8                         | Reakcja chemiczna. Stechiometria; stężenie, stopień przereagowania odniesiony do stężenia oraz do strumienia molowego (zmiana objętości). Kierunek reakcji;  | 2                    |

|                              |  |                      |
|------------------------------|--|----------------------|
|                              | eliminowanie reakcji składowych w ramach chemicznej koncepcji procesu. Obliczenia składu (bieg reakcji do końca).  |                      |
| Wy9                          | Skład w stanie równowagi. Stała równowagi. Zależność temperaturowa stałej równowagi. Reakcje ze zmianą liczby moli; wpływ ciśnienia; zabiegi technologiczne (nadmiar reagenta, zmniejszanie stężenia – przykłady). Obliczenia składu równowagowego na wybranych przykładach.   | 2                    |
| Wy10                         | Równanie kinetyczne. Szybkość reakcji elementarnej; zależność od stężenia. Reakcje elementarne nieodwracalne i odwracalne; rozwiązywanie odpowiednich równań różniczkowych. Stała szybkości. Zmienność składu w czasie. Szybkość reakcji realnej; pełny model kinetyczny, opisy uproszczone. Przybliżenie stanu równowagi i przybliżenie stanu stacjonarnego. Przykłady reakcji złożonych. Wykorzystanie danych eksperymentalnych. | 2                    |
| Wy11                         | Reaktor zbiornikowy. Układ o pracy okresowej; doskonałe mieszanie, warunki nieustalone, związek objętości ze stopniem przereagowania i czasem reakcji. Układ przepływowy; równanie ciągłości składnika, doskonałe mieszanie, stan ustalony, równanie projektowe reaktora zbiornikowego przelewowego, umowy czas reakcji.   | 2                    |
| Wy12                         | Reaktor rurowy. Równanie projektowe układu typu tłokowego w stanie ustalonym. Porównanie objętości i stopnia przereagowania w reaktorach o pracy ciągłej: zbiornikowym i rurowym.  | 2                    |
| Wy13                         | Oszacowanie składu i temperatury badanego układu. Bilans ciepła. Przykłady. Założenie adiabatyczności.   | 2                    |
| Wy14                         | Kolokwium zaliczeniowe I   | 2                    |
| Wy15                         | Kolokwium zaliczeniowe II  | 2                    |
|                              | Suma godzin  | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć – projekt</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Pr1                          | Zajęcia wprowadzające, zapoznanie z wykorzystywanym oprogramowaniem komputerowym. Zasady tworzenia bilansu materiałowego bez reakcji chemicznej.   | 2                    |
| Pr2                          | Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy bez reakcji chemicznej, ograniczenia procesu.  | 2                    |
| Pr3                          | Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy, zawracanie strumieni. Projekt I.  | 2                    |
| Pr4                          | Zasady tworzenia bilansu materiałowego procesów z reakcjami chemicznymi.   | 2                    |
| Pr5                          | Symulacja wybranych procesów - bilans materiałowy z reakcjami równoległymi. Projekt II.  | 2                    |
| Pr6                          | Powtórzenie materiału. Omówienie projektów.  | 2                    |
| Pr7                          | Kolokwium I.   | 2                    |
| Pr8                          | Analiza procesu chemicznego z uwzględnieniem kinetyki - reakcje elementarne, obliczenia stężeń wybranych reagentów, czas niezbędny do osiągnięcia stanu równowagi w badanych układach.   | 2                    |
| Pr9                          | Analiza procesu chemicznego z uwzględnieniem kinetyki - reakcje złożone, szacowanie rzędu reakcji oraz parametrów kinetycznych na podstawie danych eksperymentalnych.  | 2                    |
| Pr10                         | Objętościowe właściwości gazów wyznaczane z równań stanu gazu rzeczywistego trzeciego stopnia. Projekt III.  | 2                    |
| Pr11                         | Objętościowe właściwości gazów wyznaczane z równania stanu gazu rzeczywistego Lee-Keslera.   | 2                    |
| Pr12                         | Funkcje odchylenia od stanu doskonałego: energia swobodna, entalpia, entalpia swobodna, entropia, lotność. Projekt IV.   | 2                    |
| Pr13                         | Wpływ ciśnienia i temperatury na przebieg procesu równowagowego.   | 2                    |



|  |                                    |   |
|--|------------------------------------|---|
| Pr14   | Omówienie projektów. Kolokwium II. | 2   |
| Pr15   | Kolokwium poprawkowe.              | 2   |
|  | Suma godzin                        | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |                                    |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. Arkusz kalkulacyjny Excel<br>N3. Program komputerowy Polymath<br>N4. Oprogramowanie komputerowe służące do symulacji procesów chemicznych (ChemCAD lub Aspen Plus)   |                                    |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |                                    |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się           | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)   | PEU_W01 –<br>PEU_W03               | Kolokwia zaliczeniowe I i II, egzamin       |
| F1 (projekt)   | PEU_U01 –<br>PEU_U04               | Kolokwium I                                 |
| F2 (projekt)   | PEU_U01 –<br>PEU_U04               | Kolokwium II                                |
| P (projekt) = (F1 + F2) / 2  |                                    |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |                                    |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b><br>[1] S. Kucharski, J. Głowiński, Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, 3 wyd., Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 2010<br>[2] J. Szarawara, J. Piotrowski, Podstawy teoretyczne technologii chemicznej, WNT, Warszawa 2010  |                                    |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b><br>[1] R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling, The properties of gases and Liquids, 4th ed., McGraw-Hill, New York 1987<br>[2] Praca zbiorowa, Przykłady i zadania do przedmiotu Podstawy technologii chemicznej, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 1991<br>[3] W. Ufnalski, Wprowadzenie do termodynamiki chemicznej, Oficyna Wyd. PW, Warszawa 2004<br>[4] H.S. Fogler, Elements of Chemical Reaction Engineering, Fourth Ed., Prentice Hall PTR, New Jersey, 2005.<br>[5] D. M. Himmelblau, J. B. Riggs, Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering, Seventh Ed., Prentice Hall PTR, New Jersey, 2004. |                                    |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |                                    |   |
| <b>Prof. dr hab. inż. Józef Hoffmann, jozef.hoffmann@pwr.edu.pl</b><br><b>Dr inż. Ewelina Ortyl, ewelina.ortyl@pwr.wroc.pl</b>   |                                    |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |              |               |            |
|---|---|-----------|--------------|---------------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |              |               |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Polimery w medycynie  |           |              |               |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Polymers in Medicine  |           |              |               |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia  |           |              |               |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Medicinal chemistry   |           |              |               |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna   |           |              |               |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |              |               |            |
| Kod przedmiotu  |   |           |              |               |            |
| Grupa kursów  | NIE   |           |              |               |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt       | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15  |           |              |               |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60  |           |              |               |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |           |              |               |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |              |               |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2   |           |              |               |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           |              |               |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65  |           |              |               |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |              |               |            |
| 1. Kurs chemii organicznej  |   |           |              |               |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |              |               |            |
| C1 – omówić polimery stosowane w medycynie  |   |           |              |               |            |
| C2 opisać specyfikę polimerów   |   |           |              |               |            |
| C3 pokazać jak można projektować nowe elementy w medycynie z polimerów  |   |           |              |               |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |              |               |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |              |               |            |
| PEU_W04 poznać metody analizy chemicznej, fiz-chem oraz biochemicznej produktów stosowanych w medycynie                                   |   |           |              |               |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |   |           |              |               |            |
| PEU_U03 potrafić dobrać narzędzia do praktycznej analizy wyrobów polimerowych   |   |           |              |               |            |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>   |   |           |              |               |            |
| PEU_K01 – współpraca w grupie   |   |           |              |               |            |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |           |              |               |            |
| Forma zajęć - wykład  |   |           |              | Liczba godzin |            |
| Wy1   | Historia polimerów, definicje, otrzymywanie, właściwości  |           |              | 2             |            |
| Wy2   | Polimery i kopolimery w fazie skondensowanej, mieszaniny, przejścia fazowe, temperatury, powierzchnie |           |              | 2             |            |
| Wy3   | Zjawisko transportu w polimerach, dyfuzja fickowska i anormalna, pęcznienie                           |           |              | 2             |            |
| Wy4   | Sztuczne organy: nerka, wątroba, skóra, płuca   |           |              | 2             |            |

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |                     |         |            |
|---|--|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:  | Pomiary w aparaturze procesowej  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:   | Measurement in chemical equipment  |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia, Inżynieria chemiczna i procesowa*, Chemia i inżynieria materiałów, Technologia chemiczna |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |  |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | I stopień*, II stopień - semestr uzupełniający, stacjonarna                                      |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |  |           |                     |         |            |
| Grupa kursów  | NIE  |           |                     |         |            |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30   |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60   |           | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę  |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2  |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)   | 1,3  |           | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |  |           |                     |         |            |
| 1. Kompetencje w zakresie matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej.  |  |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą dotyczącą pojęć metrologii, teorii błędów i teorii niepewności pomiarów, przyrządów pomiarowych do pomiaru wartości średniej i skutecznej prądów i napięć. |  |           |                     |         |            |
| C2 Uświadomienie studentowi możliwości stosowania układów pomiarowych realizujących różne metody pomiarowe do pomiaru podstawowych wielkości elektrycznych i nieelektrycznych.                        |  |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W01: Zna podstawowe pojęcia metrologii, system jednostek miar i organizację służby miar w Polsce.   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W02: Ma wiedzę na temat stosowania i obliczania niepewności pomiarowej typu A, typu B, niepewności łącznej oraz rozszerzonej.   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W03: Zna budowę, zasadę działania oraz charakterystyki przetwarzania najczęściej spotykanych przetworników pomiarowych. Zna zasady przetwarzania wielkości fizycznych na wielkości elektryczne.   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W04: Ma podstawową wiedzę w zakresie właściwości dynamicznych czujników i przetworników pomiarowych. Zna modele matematyczne czujników i przetworników  |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |  |           |                     |         |            |
| PEU_U01: Potrafi wykonać pomiary wielkości mierzonych przyrządami analogowymi i cyfrowymi i umie opracować wynik pomiaru stosując teorię niepewności.   |  |           |                     |         |            |
| PEU_U02: Ma umiejętności obsługi oscyloskopu w pomiarach napięć sinusoidalnych i odkształconych dla wysokich częstotliwości. Potrafi obliczać niepewności pomiarów pośrednich                         |  |           |                     |         |            |

| zmierzonych wielkości.   |  |                      |
|--|--|----------------------|
| PEU_U03: Potrafi prawidłowo dobrać narzędzie pomiarowe do pomiaru wielkości nieelektrycznych   |  |                      |
| PEU_U04: Potrafi wykorzystać narzędzia do pomiaru temperatury, ciśnienia, naprężenia, drgań – wibracji, wilgotności, składu chemicznego, natężenia przepływu gazów i cieczy. |  |                      |
| PEU_U05: Posiada umiejętności pozwalające na ocenę wpływu czynników zewnętrznych na wynik pomiaru. Potrafi oszacować błąd metody pomiarowej i wprowadzić poprawkę            |  |                      |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>  |  |                      |
| PEU_K01: Rozumie potrzebę pracy w zespole, jest świadomy odpowiedzialności za wykonywaną pracę.  |  |                      |
| PEU_K02: Wyszukuje informacje oraz potrafi podać je krytycznej analizie.   |  |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |                      |
| <b>Wykład</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1  | Podstawowe pojęcia metrologii. Rys historyczny ewolucji jednostek miar. Organizacja służby metrologicznej w Polsce.  | 2                    |
| Wy2  | Błędy pomiarów przyrządami analogowymi i cyfrowymi. Klasy i błędy narzędzi pomiarowych. Błędy systematyczne, przypadkowe i omyłki.   | 2                    |
| Wy3  | Niepewności pomiarów. Niepewności typu A, typu B. Niepewność łączna. Rozkłady statystyczne: normalny i Studenta.   | 2                    |
| Wy4  | Niepewności pomiarów bezpośrednich. Niepewności pomiarów pośrednich.   | 2                    |
| Wy5  | Przykłady obliczeniowe – wyznaczanie niepewności pomiarów.   | 2                    |
| Wy6  | Pomiary mocy   | 2                    |
| Wy7  | Przetwarzanie wielkości nieelektrycznych na sygnał elektryczny – zagadnienia ogólne. Analogowo-cyfrowe przetworniki wielkości nieelektrycznych   | 2                    |
| Wy8  | Przetworniki tensometryczne, pomiar momentu skręcającego, pomiary sił  | 2                    |
| Wy9  | Pomiary natężenia przepływu gazów i cieczy. Pomiary ciśnień  | 2                    |
| Wy10   | Pomiary pH-metryczne i konduktometryczne, Pomiary składu chemicznego   | 2                    |
| Wy11   | Pomiary wilgotności.   | 2                    |
| Wy12   | Pomiary przemieszczenia liniowego i kątownego, pomiary drgań   | 2                    |
| Wy13Wy14   | Pomiary temperatury, skala temperatur, metody pomiaru, Termometry rezystancyjne i termoelektryczne, Metody pomiaru temperatury ciał stałych, gazów i cieczy Pomiary temperatury w urządzeniach przemysłowych | 4                    |
| Wy15   | Podsumowanie i zaliczenie przedmiotu   | 2                    |
|  | Suma godzin  | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| La1  | Prezentacja regulaminu BHP i regulaminu wewnętrznego laboratorium. Ustalenie zasad zaliczenia przedmiotu. Nauka zapisu wyniku pomiaru.   | 2                    |
| La2  | Zastosowanie przyrządów analogowych do pomiaru napięć i prądów. Wyznaczanie błędów względnych i bezwzględnych pomiaru. Określanie niepewności wyniku pomiaru.  | 2                    |
| La3  | Zastosowanie przyrządów cyfrowych do pomiaru napięć i prądów. Wyznaczanie błędów względnych i bezwzględnych pomiaru. Określanie niepewności wyniku pomiaru.  | 2                    |
| La4  | Pomiary sygnałów sinusoidalnych i odkształconych za pomocą oscyloskopu.  | 2                    |
| La5  | Poznanie podstawowych pojęć z zakresu statystyki i rachunku prawdopodobieństwa stosowanych w ocenie dokładności pomiarów z błędami przypadkowymi.  | 2                    |
| La6  | Pomiary mocy w układzie jednofazowym.  | 2                    |
| La7  | Pomiary częstotliwości i przesunięcia fazowego.  | 2                    |
| La8  | Pomiary temperatur – wyznaczanie charakterystyk przetworników temperatury  | 2                    |

|  |   |  |
|--|---|--|
| La9  | Pomiary tensometryczne – właściwości przetworników, badanie przetworników siły                              | 2  |
| La10   | Pomiary ciśnień   | 2  |
| La11   | Pomiary pH oraz konduktywności cieczy   | 2  |
| La12   | Pomiary przepływu gazu  | 2  |
| La13   | Pomiary wilgotności   | 2  |
| La14   | Wyznaczanie cech czujników zbliżeniowych (odległości) i przetworników przemieszczenia liniowego i kąтового. | 2  |
| La15   | Zaliczenie i uzupełnienie zaległości laboratoryjnych  | 2  |
|  | Suma godzin   | <b>30</b>  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |   |  |
| N1. Wykład tradycyjny, prezentacje multimedialne<br>N2. Laboratorium – sprawdzenie wiadomości w formie kartkówek i odpowiedzi ustnych, przygotowanie sprawozdania, konsultacje |   |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |   |  |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                  |
| F1 (W)   | PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_W04  |  |
| P (W) = F1 (W)   |   |  |
| F1 (L)   | PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05   | Sprawdzenie i ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych |
| F2 (L)   | PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05   | Aktywność na zajęciach laboratoryjnych                       |
| F3 (L)   | PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05   | Ocena sprawozdań z wykonanych ćwiczeń                        |
| P=0,2F1+0,2F2+0,6F3  |   |  |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |   |  |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>   |   |  |
| [1] Chwaleba A., Poniński M., Siedlecki A.: Metrologia elektryczna., WNT Warszawa, 2003  |   |  |
| [2] Koczela Danuta (red.), Miernictwo elektryczne. Ćwiczenia laboratoryjne, (elektrotechnika) dydaktyka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2001                    |   |  |
| [3] Marcyniuk A. , Podstawy Metrologii elektrycznej, WNT, Warszawa, 1994   |   |  |
| [4] Derlecki S., Metrologia elektryczna i elektroniczna, Podręczniki Akademickie- Pol. Łódźka, 2010  |   |  |
| [5] Kalus-Jęcek B., Wzorce wielkości elektrycznych i ocena niepewności pomiarów, Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź, 2000  |   |  |
| [6] <a href="http://www.imnipe.pwr.edu.pl">www.imnipe.pwr.edu.pl</a>   |   |  |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  |   |  |
| [1] Piotrowski J., Podstawy miernictwa, WNT, Warszawa, 2002  |   |  |
| [2] Sydenham P.H., Podręcznik Metrologii, WKiŁ, Warszawa, 1990   |   |  |
| [3] Tumański S. Technika Pomiarowa, WNT, Warszawa, 2007  |   |  |
| [4] Lisowski M., Podstawy metrologii, Of. Wyd. Pol. Wrocławskiej, Wrocław, 2011  |   |  |
| [5] Czajewski J., Podstawy metrologii elektrycznej, OW Pol. Warszawskiej, Warszawa, 2008   |   |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |   |  |
| <b>Daniel Dusza, <a href="mailto:daniel.dusza@pwr.edu.pl">daniel.dusza@pwr.edu.pl</a></b>  |   |  |

|   |        |   |                     |         |            |
|---|--------|---|---------------------|---------|------------|
| Politechnika Wroclawska<br>WYDZIAŁ CHEMICZNY  |        |   |                     |         |            |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |        |   |                     |         |            |
| Nazwa w języku polskim  |        | Praca dyplomowa I                       |                     |         |            |
| Nazwa w języku angielskim   |        | Graduate laboratory I                   |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |        | wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |        |   |                     |         |            |
| Stopień studiów i forma:  |        | II stopień, stacjonarna                 |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  |        | obowiązkowy                             |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |        |   |                     |         |            |
| Grupa kursów  |        | NIE                                     |                     |         |            |
|   | Wykład | Ćwiczenia                               | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |        |   | 60                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |        |   | 120                 |         |            |
| Forma zaliczenia  |        |   | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |        |   |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   |        |   | 4                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |        |   | 4                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) |        |   | 3                   |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>   |        |   |                     |         |            |
| 1. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów  |        |   |                     |         |            |
| Potrafi przeprowadzić rozeznanie literaturowe z zakresie konkretnego problemu naukowo-badawczego.   |        |   |                     |         |            |
| Zna podstawy planowania i przeprowadzania badań naukowych.  |        |   |                     |         |            |

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

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

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

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

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

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

**TREŚCI PROGRAMOWE****Forma zajęć - laboratorium****Liczba godzin**

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| La<br>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 UCZENIA SIĘ**

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się                     | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
|--|--|---|
| P  | PEU_W01 –<br>PEU_W02<br>PEU_U01 –<br>PEU_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: Dr hab inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni

piotr.rutkowski@pwr.wroc.pl



|   |   |   |                     |         |            |
|---|---|---|---------------------|---------|------------|
| Politechnika Wroclawska<br>WYDZIAŁ CHEMICZNY  |   |   |                     |         |            |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |   |                     |         |            |
| Nazwa w języku polskim  |   | Praca dyplomowa II                      |                     |         |            |
| Nazwa w języku angielskim   |   | Graduate laboratory II                  |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |   | wszystkie kierunki Wydziału Chemicznego |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |   |                     |         |            |
| Stopień studiów i forma:  |   | II stopień, stacjonarna                 |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  |   | obowiązkowy                             |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |   |   |                     |         |            |
| Grupa kursów  |   | NIE                                     |                     |         |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia                               | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |   |   | 210                 |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |   |   | 300                 |         |            |
| Forma zaliczenia  |   |   | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |   |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   |   |   | 10                  |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |   |   | 10                  |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) |   |   | 8,5                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>   |   |   |                     |         |            |
| 1. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów  |   |   |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |   |                     |         |            |
| C1  | Zapoznanie z podstawową metodologią pracy naukowej  |   |                     |         |            |
| C2  | Zdobycie umiejętności planowania, przeprowadzania i opracowywania wyników eksperymentów naukowych   |   |                     |         |            |
| C3  | Poszerzenie wiedzy w specjalistycznym zakresie w ramach studiowanego kierunku   |   |                     |         |            |
| C4  | Zainspirowanie studenta do wytyczania kierunków swojego dalszego rozwoju i stałego samokształcenia się.   |   |                     |         |            |
| C5  | Pogłębienie umiejętności tworzenia pisemnego opracowania prezentującego dotychczasowy stan wiedzy oraz własne osiągnięcia w zakresie tematu pracy dyplomowej. |   |                     |         |            |

| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |  |  |
|--|--|--|
| <b>Z zakresu wiedzy:</b><br>Osoba, która zaliczyła przedmiot:<br>PEU_W01 – zna rodzaje źródeł wiedzy naukowej i fachowej,<br>PEU_W02 – ma wiedzę teoretyczną i praktyczną niezbędną do wykonania pracy dyplomowej,   |  |  |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b><br>Osoba, która zaliczyła przedmiot:<br>PEU_U01 – potrafi przeprowadzić eksperymenty / wykonać projekt /stworzyć oprogramowanie oraz opracować wyniki i wyciągnąć wnioski ze swoich dokonań,<br>PEU_U02 – potrafi przygotować pisemne opracowanie na temat wybranego zagadnienia naukowego i własnego wkładu do tego zagadnienia,<br>PEU_U03 – potrafi wyszukiwać nowe i rozwijać swoje dotychczasowe zainteresowania i umiejętności. |  |  |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |  |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>  |  | <b>Liczba godzin</b>   |
| La<br>1-15   | Indywidualna praca studenta według harmonogramu uzgodnionego z Opiekunem pracy dyplomowej. | 60   |
| Suma godzin  |  | 60   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |  |  |
| N1   | konsultacje  |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |  |  |
| <b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>  | <b>Numer efektu uczenia się</b>  | <b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>   |
| P  | PEU_W01 –<br>PEU_W02<br>PEU_U01 –<br>PEU_U03   | ocena ilości i jakości wyników pracy studenta po przedłożeniu opiekunowi końcowej, pisemnej wersji opracowania pt: Praca dyplomowa |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |  |  |
| Literatura naukowa i fachowa wskazana przez Opiekuna przedmiotu i/lub znaleziona przez studenta.   |  |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b><br>(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)   |  |  |
| <b>Opiekunowie poszczególnych kursów Praca dyplomowa II</b><br>Przygotowanie karty: Dr hab inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni<br>piotr.rutkowski@pwr.wroc.pl  |  |  |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |              |                     |            |
|--|--|-----------|--------------|---------------------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |                     |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:   | Kontrola produkcji i zarządzanie jakością          |           |              |                     |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:  | Production control and quality management          |           |              |                     |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Technologia chemiczna*, Chemia                     |           |              |                     |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Technology of fine chemicals*, Medicinal chemistry |           |              |                     |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarna                            |           |              |                     |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy  |           |              |                     |            |
| Kod przedmiotu   |  |           |              |                     |            |
| Grupa kursów   | TAK  |           |              |                     |            |
|  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt*            | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 15   |           |              | 15                  |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 30   |           |              | 60                  |            |
| Forma zaliczenia   | zaliczenie na ocenę                                |           |              | zaliczenie na ocenę |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |  |           |              |                     |            |
| Liczba punktów ECTS  | 1  |           |              | 2                   |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |  |           |              | 2                   |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 0,65   |           |              | 0,75                |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |              |                     |            |
| Brak   |  |           |              |                     |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |                     |            |
| C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią, pojęciami i definicjami z zakresu zarządzania jakością i narzędziami jej doskonalenia   |  |           |              |                     |            |
| C2 Przedstawienie zagadnień dotyczących Koncepcji Zrównoważonego Rozwoju, Zielonej Chemii, Programów Ekologicznych i oddziaływania produktu/technologii/procesu na środowisko naturalne. |  |           |              |                     |            |
| C3 Zdobycie wiedzy z zakresu organizacji i zarządzania procesem produkcyjnym   |  |           |              |                     |            |
| C4 Zrozumienie istoty i roli kształtowania i zarządzania jakością w procesie produkcyjnym oraz metod i procesów jej doskonalenia.  |  |           |              |                     |            |
| C5 Uzyskanie podstawowej wiedzy dotyczącej produktu, jego cyklu życia i efektywnego systemu zarządzania produkcją - od surowców po produkt końcowy.                                      |  |           |              |                     |            |
| C6 Wiedza na temat znaczenia jakości produktów i rola marki w marketingu   |  |           |              |                     |            |
| C7 Prezentacja zagadnień dotyczących rozwoju zrównoważonych technologii i stosowania w praktyce systemów zarządzania jakością.   |  |           |              |                     |            |
| C8 Zrozumienie istoty i roli zarządzania jakością w procesie produkcyjnym oraz opracowanie podstawowej dokumentacji z tego zakresu.  |  |           |              |                     |            |

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

- PEU\_W01 – zna kluczowe pojęcia, terminologię i definicje jakości, posiada wiedzę z zakresu podstawowych zasad zarządzania przedsiębiorstwem chemicznym
- PEU\_W02 – posiada wiedzę i potrafi opisać Systemy Zarządzania jakością zgodne z ISO serii 9000, zna podstawową dokumentację z tego zakresu oraz potrafi posługiwać się narzędziami doskonalenia jakości
- PEU\_W03 – posiada wiedzę na temat Zrównoważonego Rozwoju, Zielonej Chemii oraz dokumentów dotyczących globalnej polityki zrównoważonego rozwoju, zna Programy Ekologiczne
- PEU\_W04 – zna kluczowe pojęcia i zagadnienia z zakresu organizacji systemu produkcyjnego i zarządzania produkcją
- PEU\_W05 – posiada wiedzę dotyczącą produktu, jego cyklu życia, zna zakres odpowiedzialności producenta za produkt i posiada wiadomości dotyczące stałego polepszania jego jakości
- PEU\_W06 – ma wiadomości na temat doskonalenia procesów technologicznych i auditu zarządzania technologią oraz stałego polepszania produktów i produktywności procesów wytwarzania w myśl nowoczesnego systemu zarządzania produkcją
- PEU\_W07 - ma wiedzę na temat marketingowych aspektów jakości produktów

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 – potrafi wykorzystać w praktyce wiedzę z zakresu zarządzania jakością produkcji i organizacji systemu produkcyjnego
- PEU\_U02 – posiada wiedzę i umiejętności w zakresie stosowania wybranych narzędzi jakości oraz oceny zdolności procesu produkcyjnego
- PEU\_U03 – posiada wiedzę i potrafi wykorzystać ją w zakresie wdrażania systemów zarządzania jakością oraz zna podstawową dokumentację z tego zakresu.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

- PEU\_K01 - jest gotów do samodzielnego opracowania księgi jakości i procedur systemowych zgodnych z ISO 9001
- PEU\_K02 - ma świadomość korzyści płynących z wdrożenia systemu zarządzania jakością w przedsiębiorstwie

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
|------------------------------|--|----------------------|
| Wy1                          | Jakość, geneza, podstawowe pojęcia, definicje  | 1                    |
| Wy2                          | Systemy zarządzania jakością - ISO serii 9000  | 2                    |
| Wy3                          | Zasady Zrównoważonego Rozwoju, System EMAS, Programy ekologiczne, „Responsible and Care”, Czystsza Produkcja, Czystsza Technologia, Zielona Chemia | 2                    |
| Wy4                          | Narzędzia i techniki doskonalenia jakości  | 2                    |
| Wy5                          | Organizacja i zarządzanie procesem produkcyjnym  | 2                    |
| Wy6                          | Produkt – cykl życia produktu  | 2                    |
| Wy7                          | Lean Manufacturing, Benchmarking, Controlling, Kaizen  | 2                    |
| Wy8                          | Marketingowe aspekty jakości produktu, marka i jej pozycja na rynku  | 2                    |
| Suma godzin                  |  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - projekt</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Proj1                        | Wprowadzenie, organizacja, omówienie zakresu zajęć   | 2                    |
| Proj2                        | Struktura Księgi Jakości zgodnie z zasadami normy ISO 9001 dotyczącymi nadzoru nad dokumentacją  | 2                    |
| Proj3                        | Wymagana dokumentacja zgodnie z ISO 9001. Porównanie normy ISO 9001:2008 i 9001:2015   | 2                    |
| Proj4                        | Procedury jakości i wymagania dotyczące dokumentowanych informacji zgodnie z normą ISO 9001  | 2                    |
| Proj 5                       | Narzędzia i metody doskonalenia jakości – praktyczne zastosowanie  | 2                    |
| Proj6                        | Narzędzia i metody doskonalenia jakości – praktyczne zastosowanie  | 2                    |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Proj7  | Narzędzia i metody doskonalenia jakości – praktyczne zastosowanie                          | 2  |
| Proj8  | Przedłożenie projektu w formie opracowanej wymaganej dokumentacji zgodnie z normą ISO 9001 | 1  |
|  | Total hours  | <b>15</b>  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |  |  |
| N1. wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. samodzielne przygotowanie i przedstawienie prezentacji multimedialnej  |  |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |  |  |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się  |
| C (wykład)   | PEU_W01 – PEU_W07<br>PEU_K01-PEU_K02   | Egzamin  |
| F (projekt)  | PEU_U01-PEU_U03<br>PEU_K01-PEU_K02   | Przedłożenie projektu w formie opracowanej wymaganej dokumentacji zgodnie z normą ISO 9001 |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |  |  |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>   |  |  |
| [1] Sujak-Cyruł B., Quality management systems: an introduction to the project of documenting and audit of quality management systems, Wrocław University of Technology, Łódź: PRINTPAP, 2011. |  |  |
| [2] Oakland J.S., Total Quality Management. Text with cases. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2003.  |  |  |
| [3] Kloppenborg T.J., Petrick J.A., Managing project quality, Vienna, Va.: Management Concepts, 2002.  |  |  |
| [4] Windsor S.E., An introduction to green process management, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, cop. 2011.  |  |  |
| [5] Tague N. R., The quality toolbox, Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press, 2005.  |  |  |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>  |  |  |
| [1] Łańcucki J., Podstawy Kompleksowego Zarządzania Jakością TQM, Poznań: Wyd. AE, 2006.   |  |  |
| [2] Hamrol A., Mantura W., Zarządzania jakością, teoria i praktyka, Poznań: PWN, 1999.   |  |  |
| [3] Nowosielski S., Zarządzanie produkcją, Wrocław: Wyd. AE, 2001.   |  |  |
| [4] Sosnowska A., Zarządzanie nowym produktem, Warszawa: SGH, 2000.  |  |  |
| [5] Żuchowski J., Łagowski E., Narzędzia i metody doskonalenia jakości, Radom: Wyd. Pol. Radomskiej, 2004.   |  |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |  |  |
| <b>dr inż. Marta Huculak-Mączka (marta.huculak@pwr.edu.pl)<br/>i zespół pracowników i doktorantów Z-14</b>   |  |  |

|   |                                       |           |              |         |            |
|---|---------------------------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Wydział Chemiczny   |                                       |           |              |         |            |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                                       |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | <b>Racjonalne projektowanie leków</b> |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | <b>Rational drug design</b>           |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Biotechnologia i Chemia               |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Bioinformatics, Medicinal Chemistry   |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna               |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy                           |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |                                       |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | NIE                                   |           |              |         |            |
|   | Wykład                                | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                                    |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 90                                    |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę                   |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                                       |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 3                                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                                       |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                                   |           |              |         |            |

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

1. Znajomość podstaw chemii organicznej
2. Znajomość podstaw biochemii

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z podstawami projektowania leków.  
C2 Poznanie ekonomicznych aspektów projektowania leków.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 – zna podstawowe zasady projektowania leków,  
PEU\_W02 – potrafi dobrać odpowiednią technikę projektowania leku w zależności od poziomu wiedzy na temat procesu fizjologicznego,  
PEU\_W03 – ma podstawową wiedzę o kosztach i horyzoncie czasowym projektowania leków,  
PEU\_W04 – rozumie fizjologiczne i ekonomiczne skutki stosowania leków.

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 – potrafi zaproponować sposób zaprojektowania leku na wybraną chorobę.

| TREŚCI PROGRAMOWE |   |               |
|-------------------|---|---------------|
|                   | Forma zajęć - wykład  | Liczba godzin |
| Wy1               | <b>Economics of drug design and development.</b> Cost and time required to introduce new drug to the market. Generic drugs. Globalization.  | 2             |
| Wy2               | <b>Randomized screening.</b> Historical perspective. Illustration of the opinion of L. Pasteur „Fortune favors prepared minds”. Case studies.   | 2             |
| Wy3               | <b>Natural products as a source of drugs.</b> History of the discovery of aspirin, morphine, artemisinin, quinine, penicillin and taxol. Current trends in natural drug research.   | 2             |
| Wy4               | <b>Choice of the target.</b> HIV as an example for choice of the target for drug design.  | 2             |
| Wy5               | <b>Theory of structural analogy.</b> Historical perspective (sulfonamides). Direct similarity versus topological one with analogs of morphine and anti-influenza drugs as examples.   | 2             |
| Wy6               | <b>Theory of structural analogy.</b> Chemical outlook, tricks and “magic methods”. Peptidomimetics.   | 2             |
| Wy7               | <b>Covalent drugs.</b> Overview of functional groups able for irreversible bonding with proteins. Techniques of design of covalent drugs. Case studies.   | 2             |
| Wy8               | <b>Transition-state analogues.</b> Techniques used for the identification of transition state. Pauling's theory of the course of enzymatic reaction. Construction of transition-state analogues. Computer-aided techniques. | 2             |
| Wy9               | <b>Topological conformity.</b> Antagonists and agonists. Natural peptides as scaffolds.   | 2             |
| Wy10              | <b>QSAR models.</b> Analysis of inhibitory activity using Hansh and Wilson models.  | 2             |
| Wy11              | <b>Three-dimensional structure of receptors as a basis for drug design.</b> Construction of pharmacophore. Computer-aided methods for drug design – QSAR and molecular modeling. Receptor flexibility.                      | 2             |
| Wy12              | <b>Selective complexation enzyme inhibitors.</b> The analysis of forces governing the ligand-protein binding.   | 2             |
| Wy13              | <b>Structure-based drug design.</b> The use of protein crystal structure and molecular modelling tools for drug design.   | 2             |
| Wy14              | <b>Drug targeting and delivery.</b> Prodrugs. Engineered metabolic activation. Targeted enzyme prodrug therapy.   | 2             |
| Wy15              | Kolokwium zaliczeniowe.   | 2             |
|                   | Suma godzin   | <b>30</b>     |

| STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| N1. wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. Praca własna                                |                                  |   |
| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ                                      |                                  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się         | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P   | PEU_W01 do<br>PEU_W04<br>PEU_U01 | Kolokwium zaliczeniowe                      |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] K. M. Merz, Drug Design, structure and Ligand-Based Approaches, Cambridge University Press, 2010
- [2] Medicinal Chemistry and Drug Design, Intech (open access), 2012

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] Design of Drugs: Basic Principles and applications, ed. J. H. Poupaert, Marcel Dekker, 2002
- [4] The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action, Academic Press, 2004
- [5] Virtual Screening, ed. M. O. Taha, Intech (open access), 2012
- [6] Drug Development – A Case study Based Insight intor Modern Startegies, Intech (open access), 2011

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

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



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |              |         |            |
|---|---|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Recykling materiałów                                |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Recycling of materials                              |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia i inżynieria materiałów*                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | I / II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  | Grupa kursów  |           |              |         | TAK        |
|   | 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)   | 1,3   |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |              |         |            |
| 1. Chemia Ogólna  |   |           |              |         |            |
| \C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią dotyczącą zagospodarowania odpadów.<br>C2 Zapoznanie studentów ze strukturą odpadów i systemach ich zbierania.<br>C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami zagospodarowania odpadów.<br>C4 Wzbudzenie świadomości ekologicznej. |   |           |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |              |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:   |   |           |              |         |            |
| PEU_W01 – Zna podstawową terminologię dotyczącą zagospodarowania odpadów.   |   |           |              |         |            |
| PEU_W02 – Ma podstawowe wiadomości o symbolach i oznaczeniach stosowanych do znakowania materiałów pod kątem recyklingu.  |   |           |              |         |            |
| PEU_W03 – Ma podstawową wiedzę o systemach zbiórki oraz rozdziału materiałów odpadowych.  |   |           |              |         |            |
| PEU_W04 – Zna podstawowe uwarunkowania prawne dotyczące recyklingu materiałów.  |   |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>   |   |           |              |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:   |   |           |              |         |            |
| PEU_K01 – Jest świadoma zagrożeń wynikających ze złej gospodarki odpadami.  |   |           |              |         |            |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |           |              |         |            |

| Forma zajęć - wykład |   | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1                  | <b>Selektywne systemy zbiórki odpadów.</b> Podział, definicja i źródła odpadów komunalnych i niebezpiecznych. Zasady gospodarki odpadami, podstawowe definicje związane z gospodarką odpadami. Logistyka powtórnego zagospodarowania odpadów, jej wady i zalety, problemy. Przykłady.                                       | 2             |
| Wy2                  | <b>Klasyfikacja, oznakowanie materiałów.</b> Ogólny podział znaków i symboli graficznych używanych do oznaczenia opakowań, znaki przydatności do recyklingu, znaki systemu organizacyjno-prawnego, znaki wskazujące na prawidłowe postępowanie z odpadami.  | 2             |
| Wy3                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 1.</b> Recykling materiałowy – definicja, elementy systemu recyklingu materiałowego, bariery w procesie recyklingu, kryteria przydatności do recyklingu materiałowego.  | 2             |
| Wy4                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 2.</b> Recykling materiałowy – normy europejskie (obowiązujące w Polsce), metale ciężkie w surowcach z recyklingu, recykling opakowań z papieru i tektury, recykling opakowań szklanych, recykling opakowań metalowych, recykling opakowań z drewna, recykling opakowań wielomateriałowych. | 2             |
| Wy5                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 3.</b> Recykling materiałowy recykling opakowań z tworzyw sztucznych.   | 2             |
| Wy6                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 4.</b> Recykling surowcowy – definicja, kryteria przydatności do recyklingu surowcowego, wady, zalety. Procesy termiczne i solwalityczne wykorzystywane w recyklingu surowcowym, przykłady.   | 2             |
| Wy7                  | <b>Biologiczne przetwarzanie odpadów 1. Kompostowanie.</b> Podstawy prawne, wady i zalety, kryteria decydujące o zastosowaniu kompostowania, ograniczenia metody, warunki kompostowania, omówienie przebiegu i parametrów procesu (pH, temperatura, drobnoustroje).   | 2             |
| Wy8                  | <b>Biologiczne przetwarzanie odpadów 2. Fermentacja metanowa.</b> Definicja, podział, zalety, wady, różnice między kompostowaniem a fermentacją, etapy fermentacji, najistotniejsze parametry i drobnoustroje biorące udział w fermentacji. Metody fermentacji jedno- i dwustopniowe, zalety, wady. Substraty i produkty.   | 2             |
| Wy9                  | <b>Spalarnie odpadów.</b> Podstawowe problemy spalarni odpadów, bezpieczeństwo, wady i zalety.  | 1             |
| Wy10                 | <b>Odpady niebezpieczne 1.</b> Definicja, podział, pochodzenie. Metody postępowania z farmaceutykami, bateriami, lampami fluorescencyjnymi, odpadami zawierającymi rtęć, urządzeniami zawierającymi freon, elektroniką.   | 2             |
| Wy11                 | <b>Odpady niebezpieczne 2.</b> Akty prawne. Postępowanie z olejami przepracowanymi. Postępowanie z pojazdami użytkowymi.  | 2             |
| Wy12                 | <b>Analiza cyklu życia materiałów użytkowych.</b> Na wybranych przykładach – produkcja, eksploatacja, regeneracja (sprzęt AGD).   | 2             |
| Wy13                 | <b>Gospodarka odpadami na przykładach wybranych krajów.</b>   | 2             |
| Wy14                 | <b>Działania zmierzające do poprawy sytuacji w zakresie gospodarki odpadami.</b> Akcje informacyjno-edukacyjne, ramy prawne, zbieranie i transport, odzysk, unieszkodliwianie.  | 2             |
| Wy15                 | <b>Problemy etyczne związane z produkcją i konsumpcją</b>   | 2             |
| Wy16                 | <b>Zaliczenie</b>   | 1             |
|                      | Suma godzin   | <b>30</b>     |

| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Wykład Problemowy  |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P1 (wykład)   | PEU_W01-<br>PEU_W04      | kolokwium                                   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |   |
| <p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Systemy recyklingu odpadów opakowaniowych w aspekcie wymagań ochrony środowiska / Hanna Żakowska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 2008</p> <p>[2] Odpady komunalne: zbiórka, recykling, unieszkodliwianie odpadów komunalnych i komunalnopodobnych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2005</p> <p>[3] Procesy logistyczne w gospodarce odpadami / Józef Bendkowski, Maria Wengierek, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2002</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[4] Odzysk ciepła w procesie termicznej utylizacji odpadów medycznych / Janusz Wojciech Bujak, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 2010</p> <p>[5] Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów, Jerzy Osiński, Piotr Żach, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2006</p> |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |   |
| Dr inż. Konrad Szustakiewicz, konrad.szustakiewicz@pwr.edu.pl   |                          |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |              |         |            |
|---|---|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Recykling materiałów                                |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Recycling of materials                              |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia i inżynieria materiałów*                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | I / II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |   |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | TAK   |           |              |         |            |
|   | 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 (BU)   | 1,3   |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |              |         |            |
| 1. Chemia Ogólna  |   |           |              |         |            |
| \C1 Zapoznanie studentów z podstawową terminologią dotyczącą zagospodarowania odpadów.<br>C2 Zapoznanie studentów ze strukturą odpadów i systemach ich zbierania.<br>C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi metodami zagospodarowania odpadów.<br>C4 Wzbudzenie świadomości ekologicznej. |   |           |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |              |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:   |   |           |              |         |            |
| PEU_W01 – Zna podstawową terminologię dotyczącą zagospodarowania odpadów.   |   |           |              |         |            |
| PEU_W02 – Ma podstawowe wiadomości o symbolach i oznaczeniach stosowanych do znakowania materiałów pod kątem recyklingu.  |   |           |              |         |            |
| PEU_W03 – Ma podstawową wiedzę o systemach zbiórki oraz rozdziału materiałów odpadowych.  |   |           |              |         |            |
| PEU_W04 – Zna podstawowe uwarunkowania prawne dotyczące recyklingu materiałów.  |   |           |              |         |            |
| <b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b>   |   |           |              |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:   |   |           |              |         |            |
| PEU_K01 – Jest świadoma zagrożeń wynikających ze złej gospodarki odpadami.  |   |           |              |         |            |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |           |              |         |            |

| Forma zajęć - wykład |   | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1                  | <b>Selektywne systemy zbiórki odpadów.</b> Podział, definicja i źródła odpadów komunalnych i niebezpiecznych. Zasady gospodarki odpadami, podstawowe definicje związane z gospodarką odpadami. Logistyka powtórnego zagospodarowania odpadów, jej wady i zalety, problemy. Przykłady.                                       | 2             |
| Wy2                  | <b>Klasyfikacja, oznakowanie materiałów.</b> Ogólny podział znaków i symboli graficznych używanych do oznaczenia opakowań, znaki przydatności do recyklingu, znaki systemu organizacyjno-prawnego, znaki wskazujące na prawidłowe postępowanie z odpadami.  | 2             |
| Wy3                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 1.</b> Recykling materiałowy – definicja, elementy systemu recyklingu materiałowego, bariery w procesie recyklingu, kryteria przydatności do recyklingu materiałowego.  | 2             |
| Wy4                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 2.</b> Recykling materiałowy – normy europejskie (obowiązujące w Polsce), metale ciężkie w surowcach z recyklingu, recykling opakowań z papieru i tektury, recykling opakowań szklanych, recykling opakowań metalowych, recykling opakowań z drewna, recykling opakowań wielomateriałowych. | 2             |
| Wy5                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 3.</b> Recykling materiałowy recykling opakowań z tworzyw sztucznych.   | 2             |
| Wy6                  | <b>Gospodarka odpadami w Polsce 4.</b> Recykling surowcowy – definicja, kryteria przydatności do recyklingu surowcowego, wady, zalety. Procesy termiczne i solwalityczne wykorzystywane w recyklingu surowcowym, przykłady.   | 2             |
| Wy7                  | <b>Biologiczne przetwarzanie odpadów 1. Kompostowanie.</b> Podstawy prawne, wady i zalety, kryteria decydujące o zastosowaniu kompostowania, ograniczenia metody, warunki kompostowania, omówienie przebiegu i parametrów procesu (pH, temperatura, drobnoustroje).   | 2             |
| Wy8                  | <b>Biologiczne przetwarzanie odpadów 2. Fermentacja metanowa.</b> Definicja, podział, zalety, wady, różnice między kompostowaniem a fermentacją, etapy fermentacji, najistotniejsze parametry i drobnoustroje biorące udział w fermentacji. Metody fermentacji jedno- i dwustopniowe, zalety, wady. Substraty i produkty.   | 2             |
| Wy9                  | <b>Spalarnie odpadów.</b> Podstawowe problemy spalarni odpadów, bezpieczeństwo, wady i zalety.  | 1             |
| Wy10                 | <b>Odpady niebezpieczne 1.</b> Definicja, podział, pochodzenie. Metody postępowania z farmaceutykami, bateriami, lampami fluorescencyjnymi, odpadami zawierającymi rtęć, urządzeniami zawierającymi freon, elektroniką.   | 2             |
| Wy11                 | <b>Odpady niebezpieczne 2.</b> Akty prawne. Postępowanie z olejami przepracowanymi. Postępowanie z pojazdami użytkowymi.  | 2             |
| Wy12                 | <b>Analiza cyklu życia materiałów użytkowych.</b> Na wybranych przykładach – produkcja, eksploatacja, regeneracja (sprzęt AGD).   | 2             |
| Wy13                 | <b>Gospodarka odpadami na przykładach wybranych krajów.</b>   | 2             |
| Wy14                 | <b>Działania zmierzające do poprawy sytuacji w zakresie gospodarki odpadami.</b> Akcje informacyjno-edukacyjne, ramy prawne, zbieranie i transport, odzysk, unieszkodliwianie.  | 2             |
| Wy15                 | <b>Problemy etyczne związane z produkcją i konsumpcją</b>   | 2             |
| Wy16                 | <b>Zaliczenie</b>   | 1             |
|                      | Suma godzin   | <b>30</b>     |

| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Wykład Problemowy  |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P1 (wykład)   | PEU_W01-<br>PEU_W04      | kolokwium                                   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |   |
| <p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Systemy recyklingu odpadów opakowaniowych w aspekcie wymagań ochrony środowiska / Hanna Żakowska, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, 2008</p> <p>[2] Odpady komunalne: zbiórka, recykling, unieszkodliwianie odpadów komunalnych i komunalnopodobnych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2005</p> <p>[3] Procesy logistyczne w gospodarce odpadami / Józef Bendkowski, Maria Wengierek, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2002</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[4] Odzysk ciepła w procesie termicznej utylizacji odpadów medycznych / Janusz Wojciech Bujak, Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, 2010</p> <p>[5] Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów, Jerzy Osiński, Piotr Żach, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 2006</p> |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |   |
| Dr inż. Konrad Szustakiewicz, konrad.szustakiewicz@pwr.edu.pl   |                          |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |                  |                     |                |                   |
|---|--|------------------|---------------------|----------------|-------------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |  |                  |                     |                |                   |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | <b>Informacja naukowa i techniczna</b>                   |                  |                     |                |                   |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | <b>Retrieval of scientific and technical information</b> |                  |                     |                |                   |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Biotechnologia, Chemia                                   |                  |                     |                |                   |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Bioinformatics, Medicinal Chemistry                      |                  |                     |                |                   |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień / stacjonarna                                 |                  |                     |                |                   |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |                  |                     |                |                   |
| Kod przedmiotu  |  |                  |                     |                |                   |
| Grupa kursów  | NIE  |                  |                     |                |                   |
|   | <b>Wykład</b>  | <b>Ćwiczenia</b> | <b>Laboratorium</b> | <b>Projekt</b> | <b>Seminarium</b> |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |  |                  | 15                  |                |                   |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |  |                  | 30                  |                |                   |
| Forma zaliczenia  |  |                  | zaliczenie na ocenę |                |                   |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |                  |                     |                |                   |
| Liczba punktów ECTS   |  |                  | 1                   |                |                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |                  | 1                   |                |                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) |  |                  | 0,7                 |                |                   |

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

1. Znajomość technologii informatycznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z elementami literatury naukowej  
 C2 Zapoznanie studentów z literaturowymi bazami danych  
 C3 Zapoznanie studentów z chemicznymi i biotechnologicznymi faktograficznymi bazami danych  
 C4 Zapoznanie studentów z systemem finansowania badań naukowych  
 C5 Zapoznanie studentów z etycznymi problemami w nauce

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

**Z zakresu wiedzy:**

- PEU\_W01 Student ma podstawowe wiadomości o strukturze i sposobie przygotowywania publikacji naukowych oraz najważniejszych literaturowych bazach danych  
 PEU\_W02 Student zna najważniejsze faktograficzne bazy danych w chemii i biotechnologii  
 PEU\_W03 Student zna najważniejsze agencje finansujące badania naukowe i rozwojowe  
 PEU\_W04 Student posiada orientację w zakresie etycznych problemów w nauce i technice

**Z zakresu umiejętności:**

- PEU\_U01 Student potrafi konstruować złożone pytania w literaturowych bazach danych  
 PEU\_U02 Student potrafi konstruować złożone pytania w faktograficznych bazach danych  
 PEU\_U03 Student potrafi znajdować oferty pracy, staży naukowych  
 PEU\_U04 Student potrafi znaleźć aktualnie realizowane granty na dany temat  
 PEU\_U05 Student potrafi sprawdzić czy dany tekst nie jest plagiatem

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student rozumie potrzebę krytycznej oceny jakości i wiarygodności informacji naukowej

PEU\_K02 Student jest gotów do przestrzegania zasad etyki naukowej i poszanowania praw autorskich

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| La1                               | Struktura i pisanie publikacji naukowych                       | 2                    |
| La2                               | Literaturowa baza Current Contents, konstrukcja zapytań        | 2                    |
| La3                               | Literaturowa baza Web of Science, Journal Citation Reports     | 2                    |
| La4                               | Granty naukowe, oferty pracy i staży, patentowe bazy danych    | 2                    |
| La5                               | Analiza danych strukturalnych z Cambridge Structural Database  | 2                    |
| La6                               | Bazy danych Beilstein-Reaxys oraz Chemical Abstracts-Scifinder | 2                    |
| La7                               | Poszukiwanie ofert pracy i pisanie życiorysów naukowych        | 2                    |
| La8                               | Etyczne problemy w nauce                                       | 1                    |
|                                   | Suma godzin  | 15                   |

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Wykład z prezentacją multimedialną

N2. Rozwiązywanie zadań

N3. Wykorzystywanie oprogramowania do rozwiązywania zadań

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

| <b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>   | <b>Numer efektu uczenia się</b>     | <b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b> |
|---|-------------------------------------|--|
| F   | PEU_U01-PEU_U05<br>PEU_K01, PEU_K02 | Sprawozdanie końcowe (max 100 punktów)             |
| P = 3,0 (F=50-60 punktów)<br>3,5 (F=61-70 punktów)<br>4,0 (F=71-80 punktów)<br>4,5 (F=81-90 punktów)<br>5,0 (F=91-95 punktów)<br>5,5 (F=96-100 punktów) |                                     |  |

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

[1] D. Ridley, Finding scientific information – information retrieval, Wiley, 2002

[2] D. Lindsay, Scientific writing = thinking in words, CSIRO Publishing, 2011

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA**[1] On Being a Scientist: A Guide to Responsible Conduct in Research: Third Edition, 2009, The National Academies Press  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK214568/pdf/Bookshelf\\_NBK214568.pdf](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK214568/pdf/Bookshelf_NBK214568.pdf)**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

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



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |              |         |                     |
|---|--|-----------|--------------|---------|---------------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |  |           |              |         |                     |
| Nazwa w języku polskim  | Seminarium dyplomowe + praca dyplomowa + przygotowanie do egzaminu dyplomowego     |           |              |         |                     |
| Nazwa w języku angielskim   | Graduation seminar and thesis preparation  |           |              |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Wszystkie kierunki   |           |              |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |  |           |              |         |                     |
| Stopień studiów i forma:  | II stopień, stacjonarna  |           |              |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |           |              |         |                     |
| Kod przedmiotu  |  |           |              |         |                     |
| Grupa kursów  | NIE  |           |              |         |                     |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   |  |           |              |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   |  |           |              |         | 300                 |
| Forma zaliczenia  |  |           |              |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |           |              |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   |  |           |              |         | 10                  |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |  |           |              |         | 10                  |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) |  |           |              |         | 5                   |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>   |  |           |              |         |                     |
| 1. Wiedza teoretyczna i praktyczna niezbędna dla studiowanego kierunku studiów  |  |           |              |         |                     |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |         |                     |
| C1  | 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 UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

#### Z zakresu umiejętności:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

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

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

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Z zakresu kompetencji:</b><br>PEU_K01 – jest gotów do przekazywania informacji i opinii dotyczących osiągnięć badawczych i technicznych w zakresie realizowanej pracy dyplomowej. |   |  |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |   |  |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b>  |   | <b>Liczba godzin</b>                                       |
| Se1<br>- Se15  | Przedstawienie prezentacji multimedialnej i udział w dyskusji | 15   |
| Suma godzin  |   | 15   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |   |  |
| N1   | konsultacje   |  |
| N2   | prezentacja multimedialna                                     |  |
| N3   | wygłoszenie referatu  |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |   |  |
| <b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>  | <b>Numer efektu uczenia się</b>                               | <b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>         |
| P  | PEU_W01<br>PEU_U01 –PEU_U03<br>PEU_K01                        | ocena przedstawionej prezentacji i aktywności w dyskusjach |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |   |  |
| (brak)   |   |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b><br>(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail)   |   |  |
| <b>Prowadzący poszczególne kursy Seminarium dyplomowe</b><br>Przygotowanie karty:<br>Dr hab inż. Piotr Rutkowski, prof. uczelni<br>piotr.rutkowski@pwr.wroc.pl                       |   |  |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |         |  |                     |         |            |
|---|---------|--|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |         |  |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   |         | Spectroskopowe metody w chemii medycznej     |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  |         | Spectroscopic methods in medicinal chemistry |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |         | Chemistry                                    |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |         | Medicinal Chemistry                          |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   |         | II stopień / stacjonarna                     |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  |         | obowiązkowy                                  |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |         |  |                     |         |            |
| Grupa kursów  |         | NIE  |                     |         |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia                                    | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30      |  | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60      |  | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | Egzamin |  | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |         |  |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2       |  | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |         |  | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3     |  | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |         |  |                     |         |            |
| 1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.<br>2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.<br>3. Podstawowa wiedza z zakresu chemii organicznej.<br>4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych i matematycznych.<br>5. Podstawowa wiedza z zakresu stosowanych technik spektroskopowych w analizie strukturalnej.   |         |  |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |         |  |                     |         |            |
| C1 Nabycie wiedzy o spektroskopowych metodach analizy<br>C2 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji jednowymiarowych widm rezonansu magnetycznego.<br>C3 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego.<br>C4 Nabycie wiedzy o sposobach interpretacji widm FT-IR oraz widm spektroskopii mas.<br>C5 Praktyczne poznanie wybranych zastosowań spektroskopii mas oraz rezonansu magnetycznego. |         |  |                     |         |            |

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

PEU\_W01 Posiada wiedza o metodach spektroskopowych analizy

PEU\_W02 Posiada wiedze o zastosowaniu spektroskopii w analizie

PEU\_W03 Posiada wiedzę o zastosowaniu metod spektroskopowych a diagnostyce medycznej

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Potrafi przygotować materiał do analizy

PEU\_U02 Potrafi ocenić jakimi metodami rozwiązać aktualny problem

PEU\_U03 Potrafi analizować dane spektroskopowe

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>       |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| Wy1                               | Wprowadzenie do analizy spektroskopowej, IR, NMR, UV, MS                               | 2                    |
| Wy2                               | Interpretacja danych spektroskopowych w analizie związków organicznych                 | 2                    |
| Wy3                               | Jednowymiarowe widma NMR   | 2                    |
| Wy4                               | Oznaczanie systemu spinowego   | 2                    |
| Wy5                               | Efekty specjalne w NMR   | 2                    |
| Wy6                               | Dwuwymiarowy NMR, podstawy teoretyczne   | 2                    |
| Wy7                               | Interpretacja widm dwuwymiarowych NMR  | 2                    |
| Wy8                               | Zaawansowane techniki IR   | 2                    |
| Wy9                               | Interpretacja widm IR  | 2                    |
| Wy10                              | Zaawansowane techniki NMR, podstawy teoretyczne  | 2                    |
| Wy11                              | Zaawansowane techniki NMR, zastosowanie  | 2                    |
| Wy12                              | Analiza spektroskopowa układów dynamicznych  | 2                    |
| Wy13                              | Zaawansowane techniki MS w analizie  | 2                    |
| Wy14                              | Zastosowanie metod spektroskopowych w diagnostyce medycznej.                           | 2                    |
| Wy15                              | Przegląd programów do symulacji widm   | 2                    |
|                                   | Suma godzin  | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | Wprowadzenie do strategii analizy strukturalnej.                                       | 2                    |
| La2                               | Analiza i interpretacja jednowymiarowych widm proton NMR ( $^1\text{H}$ NMR).          | 2                    |
| La3                               | Analiza i interpretacja jednowymiarowych widm proton NMR ( $^1\text{H}$ NMR).          | 2                    |
| La4                               | Analiza i interpretacja jednowymiarowych widm węgla NMR ( $^{13}\text{C}$ NMR).        | 2                    |
| La5                               | Analiza i interpretacja przykładowych widm $^1\text{H}$ NMR oraz $^{13}\text{C}$ NMR.  | 2                    |
| La6                               | Rozwiązywanie praktycznych przykładów jednowymiarowych widm NMR.                       | 2                    |
| La7                               | Analiza i interpretacja dwuwymiarowych widm NMR.                                       | 2                    |
| La8                               | Rozwiązywanie praktycznych przykładów dwuwymiarowych widm NMR.                         | 2                    |
| La9                               | Spektroskopia w podczerwieni. Zasady analizy i interpretacji widm.                     | 2                    |
| La10                              | Analiza i interpretacja widm FT-IR określająca nieznane struktury.                     | 2                    |
| La11                              | Spektroskopia mas. Obliczanie mas cząsteczkowych. Potwierdzanie wzorów cząsteczkowych. | 2                    |
| La12                              | Wzorce i reguły fragmentacji cząsteczek/jonów. Rozwiązywanie zadań praktycznych.       | 2                    |
| La13                              | Rozwiązywanie praktycznych przykładów analizy strukturalnej metodami spektroskopowymi. | 2                    |
| La14                              | Określanie struktury związków organicznych na podstawie widm spektroskopowych.         | 2                    |
| La15                              | Aparatura pomiarowa NMR oraz spektroskopii mas.  | 2                    |
|                                   | <b>Suma godzin</b>   | <b>30</b>            |

| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| N1. Wykłady problemowe – prezentacje multimedialne<br>N2. Laboratorium – zagadnienia problemowe (prezentacje multimedialne)<br>N3. Laboratorium- rozwiązywanie praktycznych przykładów, rysowanie struktur i widm oraz wykonywanie obliczeń na tablicy multimedialnej<br>N4. Praca własna – przygotowanie do testów cząstkowych<br>N5. Praca własna – konsultacje z prowadzącym   |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |   |
| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01-W03              | egzamin                                     |
| F1 (laboratorium)   | L1-5                     | test cząstkowy I                            |
| F2 (laboratorium)   | L5-10                    | test cząstkowy II                           |
| F3 (laboratorium)   | L10-15                   | test cząstkowy III                          |
| P (laboratorium) = średnia arytmetyczna ocen z testów cząstkowych   |                          |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |                          |   |
| [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2 Fizykochemia molekularna, Wyd. PWN, Warszawa 2007<br>[2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001<br>[3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych PWN, Warszawa 2007.<br>[4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, PWN, Warszawa 2007.<br>[5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992. |                          |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |                          |   |
| [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej. WNT Warszawa, 2009<br>[2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t 3, Obliczenia fizykochemiczne, PWN, Warszawa 2010<br>[3] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN, Warszawa 2009.<br>[4] P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.<br>[5] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, WNT, Warszawa 2000               |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |   |
| prof. dr hab. inż. Roman Gancarz + zespół, roman.gancarz@pwr.edu.pl   |                          |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |                     |              |         |            |
|---|--|---------------------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |                     |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Spektrometria mas i jej zastosowania   |                     |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Mass spektrometry and its applications |                     |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | CHEMIA                                 |                     |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Analityka środowiskowa i żywności      |                     |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarna                |                     |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy                            |                     |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |  |                     |              |         |            |
| Grupa kursów  | NIE                                    |                     |              |         |            |
|   | Wykład                                 | Ćwiczenia           | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                                     | 15                  |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                                     | 30                  |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę                    | zaliczenie na ocenę |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |                     |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                                      | 1                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  | 1                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                                   | 0,7                 |              |         |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

|    |  |
|----|--|
| C1 | Zapoznanie studenta z podstawami teoretycznymi metody spektrometrii mas.       |
| C2 | Poznanie różnych technik analitycznych wykorzystujących spektrometrię mas.     |
| C3 | Zapoznanie studenta z podstawami interpretacji różnych rodzajów widm masowych. |

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Student zna rodzaje i zasadę działania spektrometrów mas.

PEU\_W02 – Student zna metody jonizacji materii.

PEU\_W03 – Student zna rodzaje próżni i pomp do wytwarzania próżni w zadanym zakresie ciśnień.

PEU\_W04 – Student potrafi porównać zasady działania analizatorów oraz sposoby pomiarów małych prądów.

PEU\_W05 – Student potrafi wyjaśnić i opisać powstawanie widm masowych.

PEU\_W06 – Student potrafi omówić i porównać w zakresie podstawowym metody pomiarowe wykorzystujące spektrometrię mas.

PEU\_W07 – Student potrafi opisać zastosowania spektrometrii mas.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – Student potrafi obliczyć skład izotopowy jonu prostego i złożonego.

PEU\_U02 – Student umie przeprowadzić analizę prostego widma masowego i zidentyfikować na jego podstawie substancję chemiczną.

PEU\_U03 – Student potrafi wskazać praktyczne zastosowanie spektrometrii mas w analizie substancji organicznych.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

| <b>Forma zajęć – ćwiczenia</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|--------------------------------|---|----------------------|
| La1                            | Określanie składu izotopowego jonu prostego i złożonego.                      | 3                    |
| La2                            | Identyfikacja substancji na podstawie widma masowego.                         | 4                    |
| La3                            | Praktyczne zastosowania spektrometrii mas w analizie substancji organicznych. | 8                    |
| Suma godzin                    |   | 15                   |

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

| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |  |
|---|--------------------------|--|
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                |
| P (wykład)  | PEU_W01-PEU_W07          | pisemne kolokwium (ocena na podstawie sumy liczby punktów) |
| P (wykład): 3.0 jeżeli (P) = 50% pkt.<br>3.5 jeżeli (P) = 60% pkt.<br>4.0 jeżeli (P) = 70% pkt.<br>4.5 jeżeli (P) = 80% pkt.<br>5.0 jeżeli (P) = 90% pkt. |                          |  |
| F1(ćwiczenia)   | PEU_U01                  | sprawozdanie (ocena)                                       |
| F1(ćwiczenia)   | PEU_U02                  | sprawozdanie (ocena)                                       |
| F1(ćwiczenia)   | PEU_U03                  | sprawozdanie (ocena)                                       |
| P (ćwiczenia) = ocena(F1+F2+F3)/3   |                          |  |

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

| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU</b><br>(Tytuł, Imię, Nazwisko, adres e-mail) |
|--|
| <b>dr inż. Iwona Rutkowska      iwona.rutkowska@pwr.edu.pl</b>     |



| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |   |           |                     |         |                     |
|--|---|-----------|---------------------|---------|---------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Spektrometria optyczna i rentgenowska w analityce |           |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Optical and X-ray spectrometry in analytics       |           |                     |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia  |           |                     |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Analityka środowiska i żywności                   |           |                     |         |                     |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarny                           |           |                     |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy                                       |           |                     |         |                     |
| Kod przedmiotu   | Grupa kursów                                      |           |                     |         | nie                 |
|  | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 15  |           | 30                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60  |           | 60                  |         | 30                  |
| Forma zaliczenia   | zaliczenie na ocenę                               |           | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |   |           |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS  | 2   |           | 2                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |   |           | 2                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 0,65  |           | 1,4                 |         | 0,7                 |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |   |           |                     |         |                     |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza dotycząca budowy atomu i cząsteczki.</li> <li>2. Znajomość podstaw spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> <li>3. Znajomość chemii fizycznej i analizy instrumentalnej.</li> <li>4. Wiedza dotycząca metod chemii analitycznej i podstaw analizy śladowej.</li> </ol>   |   |           |                     |         |                     |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |   |           |                     |         |                     |
| <p>C1 Zapoznanie studentów z teoretycznymi podstawami metod spektrometrii atomowej i rentgenowskiej</p> <p>C2 Poznanie specyfiki wybranych metod analitycznej spektrometrii optycznej i rentgenowskiej</p> <p>C3 Zapoznanie studentów z zasadami działania nowoczesnej aparatury pomiarowej stosowanej w spektrometrii optycznej i rentgenowskiej.</p> <p>C4 Poznanie metod przygotowania próbek do analiz pierwiastkowych metodami spektroskopowymi</p> <p>C5 Zapoznanie studentów z możliwościami praktycznego wykorzystania metod spektrometrii atomowej i rentgenowskiej w analizie pierwiastkowej materiałów</p> <p>C6 Nauczenie studentów wykorzystywania literatury naukowej związanej z analityczną spektrometrią optyczną i rentgenowską do zaplanowania procedury analitycznej</p> |   |           |                     |         |                     |

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

PEU\_W01 – zna podstawy metod analitycznej spektrometrii absorpcyjnej, emisyjnej i rentgenowskiej

PEU\_W02 – zna metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich

PEU\_W03 – ma wiedzę dotyczącą możliwości przeprowadzenia bezpośredniej analizy pierwiastkowej próbek stałych metodami spektroskopowymi

PEU\_W04 – zna zasady analizy pierwiastkowej próbek ciekłych metodami optycznej spektrometrii atomowej

PEU\_W05 – zna podstawowe parametry plazmy

PEU\_W06 – ma wiadomości dotyczące wykorzystania źródeł plazmowych w analityce

PEU\_W07 – zna sposoby redukcji interferencji występujących podczas analiz pierwiastkowych złożonych próbek

PEU\_W08 – ma wiedzę na temat nowoczesnej aparatury pomiarowej stosowanej w atomowej spektrometrii optycznej i rentgenowskiej

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 – potrafi przygotować próbki do analiz pierwiastkowych metodami spektrometrii optycznej i rentgenowskiej

PEU\_U02 – potrafi wyznaczyć parametry charakteryzujące metodę analityczną (czułość, granica wykrywalności, itp.)

PEU\_U03 – potrafi wykonać analizę próbki metodą dyfrakcji rentgenowskiej

PEU\_U04 – potrafi wykonać analizę wielopierwiastkową próbki metodą spektrometrii emisyjnej indukcyjnie sprzężonej plazmy

PEU\_U05 – potrafi wykorzystać metodę atomowej spektrometrii absorpcyjnej w analizie pierwiastkowej materiałów

PEU\_U06 – potrafi dokonać analizy i oceny interferencji spektralnych i efektów matrycowych występujących w danej technice analitycznej

PEU\_U07 – umie zaplanować i przedstawić proces analizy pierwiastkowej próbki z wykorzystaniem wybranej metody spektrometrii optycznej lub rentgenowskiej

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>       |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Wy1                               | Idea oznaczeń ilościowych metodami spektrometrii atomowej – zasada oznaczenia, kalibracja, granica wykrywalności, granica oznaczalności, walidacja. Metody rejestracji widm optycznych i rentgenowskich | 2                    |
| Wy2                               | Wybrane zagadnienia fizykochemii plazmy, charakterystyka analitycznych plazmowych źródeł wzbudzenia. Emisyjna spektrometria atomowa – bezpośrednia analiza próbek stałych                               | 2                    |
| Wy3                               | Spektrometria plazmy indukowanej laserowo i ablacja laserowa. Wyładowanie jarzeniowe – analiza składu pierwiastkowego i analiza warstwowa   | 2                    |
| Wy4                               | Analiza próbek ciekłych metodami spektrometrii atomowej. Atomowa spektrometria emisyjna indukcyjnie sprzężonej plazmy   | 2                    |
| Wy5                               | Atomowa spektrometria absorpcyjna Atomowa spektrometria fluorescencyjna   | 2                    |
| Wy6                               | Interferencje w metodach spektrometrii atomowej. Techniki sprzężone. Spektrometria optyczna a inne współczesne instrumentalne metody analityczne.   | 2                    |
| Wy7                               | Widma rentgenowskie – charakterystyka i generowanie. Emisyjne i absorpcyjne widma rentgenowskie   | 2                    |
| Wy8                               | Fluorescencja rentgenowska i dyfrakcja rentgenowska – zastosowania analityczne  | 1                    |
|                                   | Suma godzin:  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym i pracowniach instrumentalnych. Sposób prowadzenia i zaliczenia zajęć.   | 2                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
| La2   | Wielopierwiastkowa analiza próbek biologicznych metodą optycznej spektrometrii emisyjnej indukcyjnie sprzężonej plazmy (ICP OES) – mineralizacja próbek. Przygotowanie wielopierwiastkowych roztworów wzorcowych.                  | 4   |
| La3   | Przygotowanie próbek analitycznych do oznaczeń pierwiastkowych, badania odzysku i kalibracji metodą dodatków Oznaczanie pierwiastków głównych i śladowych metodą ICP OES z nebulizacją pneumatyczną - pomiary intensywności emisji | 4   |
| La4   | Oznaczenie arsenu metodą generowania wodorków w połączeniu z ICP OES. Wyznaczenie zawartości pierwiastków w próbkach oraz granic wykrywalności i oznaczalności   | 4   |
| La5   | Analiza próbek biologicznych i żywności metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją płomieniową (FAAS) – mineralizacja próbek. Przygotowanie próbek analitycznych i roztworów wzorcowych                               | 4   |
| La6   | Oznaczanie pierwiastków metodą FAAS – pomiar absorpcji. Wyznaczenie zawartości pierwiastków w próbkach oraz parametrów charakteryzujących metodę analityczną   | 4   |
| La7   | Analiza substancji stałych (preparaty farmaceutyczne, próbki środowiskowe) z wykorzystaniem dyfrakcji rentgenowskiej – pomiar i analiza widm   | 4   |
| La8   | Statystyczna ocena wyników pomiarów.   | 4   |
|   | Suma godzin  | 30  |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b>   |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| Se1   | Przygotowanie próbek do analizy z wykorzystaniem spektrometrii optycznej i rentgenowskiej.   | 2   |
| Se2   | Oznaczanie metali i niemetali metodami spektrometrii atomowej – koncentracje całkowite i analiza specjacyjna   | 2   |
| Se3   | Rola materiałów odniesienia w analizie pierwiastkowej i specjacyjnej. Nowoczesne spektrometry emisyjne, absorpcyjne i rentgenowskie. Źródła plazmowe w spektrometrii mas i w chromatografii.                                       | 2   |
| Se4   | Interferencje spektralne w spektrometrii emisyjnej, absorpcyjnej i Rentgenowskiej. Efekty matrycowe w atomowej spektrometrii emisyjnej i Absorpcyjnej  | 2   |
| Se5   | Analiza pierwiastkowa biopaliw, ropy i produktów naftowych metodami spektrometrii atomowej. Wykorzystanie widm cząsteczek dwuatomowych w analizie pierwiastkowej materiałów  | 2   |
| Se6   | Chemiczne generowanie par w analizie pierwiastkowej metodami spektrometrii atomowej. Ablacja laserowa w metodach spektrometrii atomowej  | 2   |
| Se7   | Zastosowanie dyfrakcji rentgenowskiej w analityce. Zastosowanie XRF w analizie próbek geologicznych, środowiskowych i w przemyśle metalurgicznym.  | 2   |
| Se8   | Badania spektroskopowe obiektów astrofizycznych. Diagnostyka plazmy  | 1   |
|   | Suma godzin  | 15  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2 Przygotowanie prezentacji multimedialnej (seminarium)<br>N3 Przygotowanie planu eksperymentów<br>N4 Wykonanie pomiarów instrumentalnych z wykorzystaniem oprogramowania właściwego dla danego urządzenia<br>N5 Opracowanie sprawozdania |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01<br>PEU_W02   | ocena z egzaminu pisemnego                  |

|   |  |                          |
|---|--|--------------------------|
|   | PEU_W03<br>PEU_W04<br>PEU_W05<br>PEU_W06<br>PEU_W07<br>PEU_W08                       |                          |
| F (laboratorium)  | PEU_U01<br>PEU_U02<br>PEU_U03<br>PEU_U04<br>PEU_U05<br>PEU_U06<br>PEU_U07<br>PEU_U08 | Sprawozdanie z ćwiczenia |
| P(laborarium) = średnia arytmetyczna ocen z ćwiczeń wymaganych programem  |  |                          |
| F (seminarium)  | PEU_07<br>PEU_08   | Dwie prezentacje         |
| F(seminarium) = średnia arytmetyczna z 2 prezentacji  |  |                          |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |                          |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |                          |
| <p>[1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2009</p> <p>[2] Warszawa 2009</p> <p>[3] Metody analitycznej spektrometrii atomowej. Teoria i praktyka. Praca zbiorowa. Wyd. Malamut, Warszawa 2010</p> <p>[4] Spektrometria atomowa – możliwości analityczne – opracowanie pod red. E. Bulskiej i K. Pyrzyńskiej, Wyd. Malamut, Warszawa 2007</p> |  |                          |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |  |                          |
| <p>[1] M. Cullen, „Atomic spectroscopy in elemental analysis”. Blackwell Pub. Ltd 2004</p> <p>[2] J.A.C. Broekaert „Analytical Atomic Spectrometry with Flames and Plasmas”. WileyVCH, Weinheim 2002</p> <p>[3] Problemy jakości analizy śladowej w badaniach środowiska przyrodniczego” pod red. A. Kabaty-Pendias i B. Szteke. Wydawnictwo Edukacyjne Zofii Dobkowskiej, Warszawa 1998</p>  |  |                          |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |  |                          |
| dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)   |  |                          |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |              |         |            |
|---|--|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Spektroskopia IR, UV/VIS, fotochemia i ich zastosowania        |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | IR, UV/VIS Spectroscopy, Photochemistry and their applications |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia   |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Analityka środowiska i żywności                                |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień, stacjonarny  |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |  |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | nie  |           |              |         |            |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15   |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60   |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę  |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2  |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 0,65   |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |  |           |              |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.</li> <li>3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej.</li> <li>4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych.</li> <li>5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> </ol>   |  |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |         |            |
| <p>C1. Zapoznanie studenta z zasadą działania laserów stosowanych w spektroskopii atomowej i molekularnej.</p> <p>C2. Zapoznanie studenta ze sposobami określania symetrii drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana oraz z metodami interpretacji widm oscylacyjnych.</p> <p>C3. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.</p> <p>C4. Zapoznanie studenta z podstawowymi regułami rządzącymi procesami fotochemicznymi.</p> <p>C5. Zapoznanie studenta z technikami pomiarów fotochemicznych: fotoliza błyskowa, wydajności kwantowej procesu fotochemicznego, czasami życia stanów wzbudzonych, przekazywania energii elektronowej i sensybilizowanych reakcji fotochemicznych.</p> |  |           |              |         |            |

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

PEU\_W01 Student zna zasady działania różnego typu laserów (warunki powstania akcji laserowej, rodzaje laserów i ich zastosowanie).

PEU\_W02 Student zna zasady pozwalające określić symetrię drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana.

PEU\_W03 Student zna zasady sPEUtrometrii molekularnej, ze szczególnym uwzględnieniem spektroskopii elektronowo-oscylacyjnej cząsteczek dwu- i wieloatomowych oraz technik, które pozwalają otrzymać dwuwymiarowe widma elektronowo-oscylacyjnej o wysokiej rozdzielczości.

PEU\_W04 Student zna zasady rządzące procesami fotochemicznymi.

PEU\_W05 Student zna zasady pomiarów fotochemicznych: fotolizę błyskową, pomiary wydajności kwantowej procesu fotochemicznego.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Student potrafi określić warunki powstawania akcji laserowej w różnego typu laserów i długości fali promieniowania laserowego.

PEU\_U02 Student umie powiązać symetrię drgań cząsteczek obserwowanych w widmach IR i Ramana z jego strukturą.

PEU\_U03 Student potrafi zinterpretować dwuwymiarowe widmo elektronowe.

PEU\_U04 Student potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu fotochemii do zaproponowania odpowiedniej techniki pomiaru.

PEU\_U05 Student potrafi przeprowadzić analizę danych eksperymentalnych i wyznaczyć na tej podstawie np. naturalny, średni czas życia i wydajność kwantową fluorescencji.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student ma świadomość zasad spektroskopii oscylacyjnej i elektronowej w zakresie, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Prezentacja multimedialna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

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

|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
| P   | PEU_W01<br>PEU_W02<br>PEU_W03<br>PEU_W04<br>PEU_W05 | ocena z kolokwium pisemnego |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |                             |
| <p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b><br/> [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2, Fizykochemia molekularna, PWN, Warszawa 2007<br/> [2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, PWN 2001<br/> [3] S. Paszyc, Podstawy fotochemii, PWN, Warszawa 1981.<br/> [4] J. A. Barltrop, J. D. Coyle, Fotochemia-podstawy, PWN, Warszawa 1987</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b><br/> [1] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, PWN, Warszawa, 2009.<br/> [2] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.<br/> [3] A. Kawski, Fotoluminescencja roztworów, PWN, Warszawa 1992.<br/> [4] W. Demtröder, Spektroskopia laserowa, PWN, Warszawa 1993.<br/> [5] P. Suppan, Chemia i światło, PWN, Warszawa 1997.</p> |   |                             |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |                             |
| Prof. dr hab. inż. Marek Samoć      marek.samoc@pwr.edu.pl  |   |                             |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                         |           |                     |         |            |
|--|-------------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                         |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Spektroskopia           |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Spectroscopy            |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia                  |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                         |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarny |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy             |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu   |                         |           |                     |         |            |
| Grupa kursów   | nie                     |           |                     |         |            |
|  | Wykład                  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 15                      |           | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60                      |           | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia   | Egzamin                 |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |                         |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 2                       |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                         |           | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 0,65                    |           | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                         |           |                     |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza z zakresu chemii ogólnej.</li> <li>2. Podstawowa wiedza z zakresu chemii fizycznej.</li> <li>3. Umiejętność posługiwania się aparatem analizy matematycznej.</li> <li>4. Podstawowe umiejętności z zakresu obliczeń fizykochemicznych.</li> <li>5. Podstawowa wiedza z zakresu spektroskopii atomowej i molekularnej.</li> </ol>  |                         |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                         |           |                     |         |            |
| <p>C1. Zapoznanie studenta z wybranymi eksperymentalnymi metodami pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz elementami aparatury pomiarowej.</p> <p>C2. Zapoznanie studenta z wiedzą i aspektami eksperymentalnymi spektroskopii elektronowej cząsteczek wieloatomowych w tym z zastosowaniem teorii grup w chemii.</p> <p>C3. Zapoznanie studenta z wybranymi nowoczesnymi technikami spektroskopowymi, w tym z metodami wykorzystującymi zjawiska z zakresu optyki nieliniowej.</p> <p>C4. Zapoznanie studenta z metodami rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych oraz elektronowo-oscyłacyjnych widm luminescencji wysoko-rozdzielonych.</p> <p>C5. Zapoznanie studenta ze sposobami interpretacji dwuwymiarowych widm rezonansu magnetycznego (COSY).</p> <p>C6. Zapoznanie studenta z wybranymi praktycznymi zastosowaniami spektroskopii atomowej i molekularnej.</p> |                         |           |                     |         |            |



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

PEU\_W01 Student zna zasady wybranych laboratoryjnych metod pomiaru widm rotacyjnych, oscylacyjnych i elektronowych oraz zasady działania aparatury pomiarowej wykorzystywanej do tych pomiarów.

PEU\_W02 Student rozumie podstawy spektroskopii fotoelektronów (PES), elektronów Augera i fluorescencji rentgenowskiej.

PEU\_W03 Student rozumie procesy absorpcji i luminescencji cząsteczek wieloatomowych.

PEU\_W04 Student rozumie zasady działania nowoczesnych technik spektroskopowych, w tym wykorzystujących procesy z zakresu optyki nieliniowej.

PEU\_W05 Student zna zasady metod rejestracji widm dwuwymiarowych cząsteczek wieloatomowych i widm luminescencji elektronowo-oscyłacyjnych.

PEU\_W06 Student zna zasady zastosowania teorii grup w chemii i klasyfikację cząsteczek ze względu na ich symetrię.

PEU\_W07 Student zna zasady interpretacji dwuwymiarowych widm magnetycznego rezonansu magnetycznego.

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 Student potrafi przygotować próbki i wykonać pomiary metodami spektroskopii oscylacyjnej oraz zinterpretować zmierzone widma.

PEU\_U02 Student potrafi przeprowadzić analizę widm otrzymywanych technikami NMR oraz umie na ich podstawie określić strukturę badanego związku organicznego.

PEU\_U03 Student potrafi wykorzystać spektroskopię absorpcyjną UV-VIS do wyznaczania parametrów kinetycznych reakcji fotochemicznych.

PEU\_U04 Student potrafi zastosować spektroskopię emisyjną do wyznaczenia fundamentalnych stałych struktury atomowej.

PEU\_U05 Student potrafi zinterpretować subtelną strukturę rotacyjną pasm wibronowych w widmie cząsteczek dwuatomowych.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 Student ma świadomość zastosowania różnych technik spektroskopii atomowej i molekularnej zakresie analizy chemicznej, który umożliwia studiowanie literatury naukowej oraz poznawanie, rozwijanie i zreferowanie innych pokrewnych zagadnień.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>       |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Wy1                               | Spektroskopia rotacyjna, oscylacyjna i elektronowa (w tym wykorzystanie teorii grup do analizy widm) – podstawy oraz podstawowe zastosowania.   | 2                    |
| Wy2                               | Nowoczesne metody spektroskopowe – podstawy i zastosowania (metody pozwalające na pomiar zależności czasowych, spektroskopia powierzchniowo wzmacniana, spektroskopia osłabionego całkowitego odbicia, spektroskopia terahercowa, nieliniowe optyczne techniki spektroskopowe). | 5                    |
| Wy3                               | Spektroskopia fotoelektronów (PES), elektrony Augera i fluorescencja rentgenowska. Metody eksperymentalne w spektroskopii rotacyjnej, oscylacyjnej i elektronowej: źródła światła, techniki fourierowskie, detektory.   | 4                    |
| Wy4                               | Jądrowy rezonans magnetyczny (NMR) i widma wielowymiarowe (COSY)  | 4                    |
|                                   | Suma godzin:  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | Harmonogram zajęć. Zasady zaliczenia. Zasady bezpiecznej pracy w pracowni chemicznej.   | 2                    |
| La2                               | Spektroskopia w podczerwieni – preparatyka próbek, pomiary widm i ich interpretacja.  | 4                    |
| La3                               | Spektroskopia ramanowska – preparatyka próbek, porównanie widm IR i ramanowskich  | 4                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| La4   | Wprowadzenie do jedno- i dwuwymiarowych technik NMR – rejestracja widm  | 4   |
| La5   | Analiza i interpretacja widm NMR 1D i 2D  | 4   |
| La6   | Fotochromia - wyznaczenie stałej szybkości reakcji fotochromowej.   | 4   |
| La7   | Wyznaczenie stałych atomowych metodą spektroskopii emisyjnej.   | 4   |
| La8   | Analiza struktury rotacyjnej widma $N_2^+$ - wyznaczenie stałych rotacyjnych i odległości między atomami azotu. | 4   |
|   | Suma godzin   | 30  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Prezentacja multimedialna   |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01<br>PEU_W02<br>PEU_W03<br>PEU_W04<br>PEU_W05<br>PEU_W06<br>PEU_W07                                       | ocena z egzaminu pisemnego                  |
| F (ćwiczenia)   | PEU_U01<br>PEU_U02<br>PEU_U03<br>PEU_U04<br>PEU_U05   | Sprawozdanie z ćwiczenia                    |
| P(ćwiczenia) = średnia arytmetyczna ocen z ćwiczeń wymaganych programem   |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t 2 Fizykochemia molekularna, Wyd. PWN, Warszawa 2007.                                      |   |   |
| [2] P.W. Atkins, Chemia fizyczna, Wyd. PWN Warszawa 2001.   |   |   |
| [3] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wyd. PWN, Warszawa 2007. |   |   |
| [4] D. A. Skoog, D. M. West, F. J. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej 2, Wyd. PWN, Warszawa 2007.                       |   |   |
| [5] Z. Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, Wyd. PWN, Warszawa 1992.   |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1] A. Cygański, Metody spektroskopowe w chemii analitycznej, Wyd. WNT Warszawa, 2009.  |   |   |
| [2] J. Demichowicz-Pigoniowa, Chemia fizyczna t3, Obliczenia fizykochemiczne, Wyd. PWN, Warszawa 2010.                                  |   |   |
| [3] W. Zieliński, A. Rajca, Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych, Wyd. WNT, Warszawa 2000.   |   |   |
| [4] J. Najbar, A. Turek, Fotochemia i spektroskopia optyczna, Wyd. PWN, Warszawa 2009.  |   |   |
| [5] P. Suppan, Chemia i światło, Wyd. PWN, Warszawa 1997.   |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| dr hab. inż. Piotr Jamróz (piotr.jamroz@pwr.edu.pl)<br>dr hab. inż. Dominika Wawrzyńczyk (dominika.wawrzynczyk@pwr.edu.pl)              |   |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                     |                             |                     |         |                     |
|--|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------|---------------------|
| KARTA PRZEDMIOTU   |                     |                             |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:   |                     | Syntetyczne leki organiczne |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:  |                     | Synthetic Organic Drugs     |                     |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |                     | Chemia                      |                     |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                     | Medicinal Chemistry         |                     |         |                     |
| Poziom i forma studiów:  |                     | II stopień / stacjonarna    |                     |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu:   |                     | obowiązkowy                 |                     |         |                     |
| Kod przedmiotu:  |                     |                             |                     |         |                     |
| Grupa kursów:  |                     | TAK                         |                     |         |                     |
|  | Wykład              | Ćwiczenia                   | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 15                  |                             | 60                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60                  |                             | 120                 |         | 30                  |
| Forma zaliczenia   | zaliczenie na ocenę |                             | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |                     |                             |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS  | 2                   |                             | 4                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                     |                             | 4                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 0,65                |                             | 2,8                 |         | 0.7                 |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                     |                             |                     |         |                     |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii organicznej, teoretyczna oraz umiejętności praktyczne.</li> <li>2. Wiedza podstawowa z zakresu biochemii.</li> <li>3. Zalecana wiedza z zakresu podstaw metod analitycznych.</li> </ol> |                     |                             |                     |         |                     |

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Wprowadzenie do rodzaju i typów leków  
 C2 Podstawowe miejsca działania leków  
 C3 Strategia działania leków  
 C4 Zapoznanie studenta z teoretycznymi i praktycznymi aspektami dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) w kontekście analizy jakościowej i ilościowej składników biologicznie aktywnych (API) w formułacjach farmaceutycznych.  
 C5 Zapoznanie studenta z różnymi koncepcjami wyodrębniania API z poszczególnych postaci leków i metod ich analizy jakościowej i ilościowej.  
 C6 Poszerzanie wiedzy z zakresu zastosowania metod spektroskopowych w analizie jakościowej API.

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 - ma wiedzę na temat głównych klas leków

PEU\_W02 - ma wiedzę na temat miejsca działania poszczególnych klas leków

PEU\_W03 – ma wiedzę na temat mechanizmu działania leków

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 - ma umiejętności wykrywania związków biologicznie czynnych w formułacji farmaceutycznej z wykorzystaniem reakcji charakterystycznych,

PEU\_U02 - ma umiejętności wykonywania analiz związków biologicznie czynnych metodami prostymi analitycznymi, interpretowania wyników i sporządzania raportu zgodnie z GLP,

PEU\_U03 - ma umiejętności wykorzystania technik separacyjnych do wyodrębniania API z formułacji farmaceutycznej, ich oznaczania, interpretacji wyników i przygotowania raportu zgodnie z GLP.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

PEU\_K01 - ma kompetencje do współpracy w zespole.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>       |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|--|----------------------|
| Wy1                               | Krótką historią leków.   | 2                    |
| Wy2                               | Cel działania leków, węglowodany, lipidy.  | 2                    |
| Wy3                               | Cel działania leków, białka, enzymy, DNA, RNA.   | 2                    |
| Wy4                               | Strategia walki z wirusem.   | 2                    |
| Wy5                               | Strategia walki z bakteriami.  | 2                    |
| Wy6                               | Strategia walki z nowotworem.  | 2                    |
| Wy7                               | Strategia walki z chorobami układu nerwowego.  | 2                    |
| Wy8                               | Strategia walki z pasożytami.  | 1                    |
|                                   | Suma godzin  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | Zasady bezpiecznej pracy w laboratorium chemii organicznej, zasady dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP), formy przygotowywania raportów. Wprowadzenie do technik separacji i identyfikacji substancji w laboratorium chemii organicznej. | 4                    |
| La2                               | Analiza ilościowa i jakościowa składnika biologicznie aktywnego (API) leku w postaci tabletki.   | 4                    |
| La3                               | Analiza farmakopealna składnika biologicznie aktywnego w leku w postaci  | 4                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | tabletki.   |   |
| La4   | Wyodrębnianie, analiza ilościowa i jakościowa API z tabletki.   | 4   |
| La5   | Lek dwuskładnikowy - oddzielenie API od tabletki.   | 4   |
| La6   | Lek dwuskładnikowy – analiza chemiczna wyodrębnionych składników.   | 4   |
| La7   | Lek trójskładnikowy w postaci tabletki – sposoby wyodrębniania składników biologicznie czynnych.                    | 4   |
| La8   | Lek trójskładnikowy w postaci tabletki – analiza jakościowa i ilościowa API.  | 4   |
| La9   | Analiza składnika biologicznie aktywnego w płynnej postaci leku.  | 4   |
| La10  | Izolowanie biologicznie aktywnych składników z półstałej postaci leku - maść.                                       | 4   |
| La11  | Metody analizy składników biologicznie aktywnych maści.   | 4   |
| La12  | Półpłynna forma leku – zawiesina dla dzieci – metody wyodrębniania i oczyszczania API. Analiza składnika aktywnego. | 4   |
| La13  | Synteza składnika biologicznie aktywnego leku – reakcja Wiliamsona. Oczyszczanie produktu końcowego.                | 4   |
| La14  | Porównanie API wyodrębnionej z postaci tabletki z produktem syntezy.  | 4   |
| La15  | Analizy wyników eksperymentów. Podsumowanie.  | 4   |
|   | Suma godzin   | 60  |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b>   |   | <b>Liczba godzin</b>  |
| Se1   | Przykłady wybrane z historii leków.   | 2   |
| Se2   | Przykłady działania leków, węglowodany, lipidy.   | 2   |
| Se3   | Przykłady działania leków, białka, enzymy, DNA, RNA.  | 2   |
| Se4   | Przykłady leków antywirusowych.   | 2   |
| Se5   | Przykłady leków przeciwbakteryjnych.  | 2   |
| Se6   | Przykłady leków przeciwnowotworowych.   | 2   |
| Se7   | Przykłady leków do walki z chorobami układu nerwowego.  | 2   |
| Se8   | Przykłady leków do walki z pasożytami.  | 1   |
|   | Suma godzin   | <b>15</b>   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1  | Wykład w formie prezentacji multimedialnej  |   |
| N2  | Przeprowadzenie doświadczeń z wykorzystaniem różnorodnego sprzętu oraz aparatury laboratoryjnej.                    |   |
| N3  | Przygotowanie sprawozdań zawierających analizę i interpretację otrzymanych wyników doświadczeń.                     |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się                                   |
| <b>F1</b>   | PEU_W01-W03   | egzamin   |
| <b>F2</b>   | PEU_U01 – PEU_U03<br>PEU_K01  | oceny ze sprawozdań z zajęć laboratoryjnych                                   |
| <b>P1 (wykład)</b>  | PEU_W01-W03   | egzamin   |
| <b>P2 (laboratorium)</b>  | PEU_U01 – PEU_U03<br>PEU_K01  | średnia arytmetyczna ocen ze sprawozdań z przeprowadzonych eksperymentów (F2) |
| <b>P3 (seminarium)</b>  | PEU_W02   | Ocena prezentacji   |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Partick, Graham, An introduction to medicinal chemistry
- [2] Farrell Susan, Principles of Pharmacology
- [3] Moynihan, Humphrey A. The physicochemical basic of pharmaceuticals.
- [4] R. Gancarz, Synthetic organic drug. Script for Medicinal Chemistry – Politechnika Wrocławska, 2011.
- [5] I. Pawlaczyk, R. Gancarz, Synthetic organic drugs. Labotaroty. Drugs analysis. Script for Medicinal Chemistry – Politechnika Wrocławska, 2011.
- [6] A.C. Moffat, M.D. Osselton, B. Widdop, Clarke's analysis of drugs and poisons. Pharmaceutical Press, 2005.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Donald J. Abraham, Burgers Medicinal Chemistry and Drug Discovery vol 1-6
- [2] R Kasprzykowska, AS Kołodziejczyk, Chemiczna analiza środków leczniczych (leki proste). Skrypt z chemii leków. Uniwersytet Gdański, Gdańsk, 2010.

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |   |  |                     |         |                      |
|--|---|--|---------------------|---------|----------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |   |  |                     |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  |   | Grafika inżynierska                                    |                     |         |                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   |   | Technical drawing                                      |                     |         |                      |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |   | wszystkie kierunki                                     |                     |         |                      |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |   |  |                     |         |                      |
| Poziom i forma studiów:  |   | I stopień, II stopień – semestr uzupełniający, dzienna |                     |         |                      |
| Rodzaj przedmiotu:   |   | obowiązkowy  |                     |         |                      |
| Kod przedmiotu   |   |  |                     |         |                      |
| Grupa kursów   |   | nie  |                     |         |                      |
|  | Wykład  | Ćwiczenia  | Laboratorium        | Projekt | Seminarium           |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  |   |  | 30                  |         |                      |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  |   |  | 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 (BU)  |   |  | 1,4                 |         |                      |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |   |  |                     |         |                      |
| 1. Podstawowa znajomość obsługi komputera  |   |  |                     |         |                      |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |   |  |                     |         |                      |
| C1 Zapoznanie z zasadami rysunku technicznego.   |   |  |                     |         |                      |
| C2 Nauczenie poprawnego czytania i wykonania rysunków projektowych.  |   |  |                     |         |                      |
| C3 Umiejętność wykorzystania komputerowego wspomaganie w tworzeniu i modyfikacji dokumentacji technicznej.                                     |   |  |                     |         |                      |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |   |  |                     |         |                      |
| Z zakresu umiejętności:  |   |  |                     |         |                      |
| PEU_U01 – Rozumie zasady rysunku technicznego i rolę normalizacji w rysunku technicznym.   |   |  |                     |         |                      |
| PEU_U02 – Potrafi odwzorować elementy płaskie i przestrzenne w rzutach.  |   |  |                     |         |                      |
| PEU_U03 – Posiada umiejętność przedstawiania i wymiarowania przedmiotów istniejących i projektowanych zgodnie z zasadami rysunku technicznego. |   |  |                     |         |                      |
| PEU_U04 – Ma wiedzę wystarczającą do czytania rysunków projektowych i schematów instalacji chemicznej.   |   |  |                     |         |                      |
| PEU_U05 – Zna zasady obsługi aplikacji systemu CAD w zakresie wystarczającym do tworzenia dokumentacji technicznej w programach tego typu.     |   |  |                     |         |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |   |  |                     |         |                      |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>  |   |  |                     |         | <b>Liczba godzin</b> |
| La1  | Zajęcia organizacyjne. Zapoznanie z zasadami bhp w sali komputerowej. Sposób prowadzenia zajęć i warunki zaliczenia. Wstęp do obsługi aplikacji systemu CAD - |  |                     |         | 2                    |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | przestrzeń robocza, modus rysowania, modus edycji w programie AutoCAD.  |   |
| La2  | Zasady rysunku technicznego (rodzaje rysunków, formaty arkuszy, tabliczki rysunkowe, rodzaje i grubości linii rysunkowych, pismo techniczne). Ustawienie żądanych parametrów pracy programu AutoCAD (zarządzanie warstwami, ustawianie atrybutów, układy współrzędnych).  | 2   |
| La3  | Normalizacja w rysunku technicznym. PKN i jego działalność normalizacyjna. Ćwiczenia w wyszukiwaniu norm. Elementy rysunku w aplikacji AutoCAD: linie, łuki, okrąg, elipsa, prostokąt, wielobok.  | 2   |
| La4  | Odwzorowanie obiektów płaskich i przestrzennych w rzutach (rzutowanie aksonometryczne, prostokątne i środkowe). Modyfikacje elementów rysunku w aplikacji AutoCAD: kopiowanie, obracanie, odbicie lustrzane, skalowanie, przycinanie, wydłużanie, przerywanie, fazowanie, zaokrąglanie, rozbijanie elementów złożonych. | 2   |
| La5  | Przedstawianie na rysunkach wewnętrznych zarysów przedmiotu. Rodzaje przekrojów: proste, łamane, stopniowe, cząstkowe. Zasady wykonywania przekrojów. Zasady rzutowania i wymiarowania brył obrotowych. Urwania i przerwania przedmiotów.   | 2   |
| La6  | Wymiarowanie przedmiotów na rysunkach projektowych (znaki wymiarowe, zasady wymiarowania). Drukowanie dokumentacji technicznej w aplikacji CAD.   | 2   |
| La7  | Powtórzenie materiału i kolokwium I.  | 2   |
| La8  | Zapis graficzny obiektów przestrzennych przenikających się. Przekroje brył płaszczyznami i linie przenikania brył.  | 2   |
| La9  | Oznaczanie i wymiarowanie zbieżności i pochylenia.  | 2   |
| La10   | Rodzaje połączeń elementów konstrukcji. Rysowanie, oznaczanie oraz wymiarowanie połączeń gwintowych oraz wybranych połączeń nierozłącznych. Uproszczenia rysunkowe.   | 2   |
| La11   | Tolerancje wymiarów i pasowanie elementów konstrukcji, odchyłki kształtu, położenia. Oznaczenia struktury geometrycznej powierzchni.  | 2   |
| La12   | Zasady wykonywania rysunków wykonawczych i złożeniowych.  | 2   |
| La13   | Symbole graficzne i schematy w rysunku technicznym. Aparatura chemiczna. Schematy instalacji chemicznej.  | 2   |
| La14   | Kolokwium II  | 2   |
| La15   | Kolokwium poprawkowe. Zaliczenie zajęć  | 2   |
|  | Suma godzin   | 30  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |   |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną.  |   |   |
| N2. Wykorzystanie oprogramowania AutoCAD.  |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1   | PEU_U01-PEU_U02   | kolokwium I                                 |
| F2   | PEU_U03-PEU_U05   | kolokwium II                                |
| F3-F8  | PEU_U02-PEU_U05   | rysunki wykonane w programie AutoCAD        |
| $P = [(F1+F2)/2 + (F3+F4+...+F8)/6] / 2$ <p>3,0 jeżeli <math>3,00 \leq P &lt; 3,25</math><br/> 3,5 jeżeli <math>3,25 \leq P &lt; 3,75</math><br/> 4,0 jeżeli <math>3,75 \leq P &lt; 4,25</math><br/> 4,5 jeżeli <math>4,25 \leq P &lt; 4,75</math><br/> 5,0 jeżeli <math>4,75 \leq P &lt; 5,00</math><br/> 5,5 jeżeli <math>5,00 \leq P</math></p> |   |   |



**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Dobrzański T.: Rysunek techniczny maszynowy, WNT, Warszawa 2017.
- [2] Pikoń A.: AutoCAD 2018 PL. Pierwsze kroki, Helion, 2018.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Burcan J.: Podstawy rysunku technicznego, WNT, 2016.
- [2] Jaskulski A.: AutoCAD 2018/LT2018/360+ kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D: wersja polska i angielska, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017.

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

**dr hab. inż. Izabela Polowczyk, [izabela.polowczyk@pwr.edu.pl](mailto:izabela.polowczyk@pwr.edu.pl)**

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |                     |         |            |
|---|--|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Bezpieczeństwo techniczne  |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Technical safety   |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Technologia chemiczna*, Inżynieria chemiczna i procesowa*,<br>Chemia, Chemia i inżynieria materiałów, Biotechnologia |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | I stopień*, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna  |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy  |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |  |           |                     |         |            |
| Grupa kursów  | NO   |           |                     |         |            |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium*       | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15   |           | 15                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 30   |           | 30                  |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę  |           | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |  |           |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 1  |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |           | 1                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)   | 0,65   |           | 0,75                |         |            |
| <b>*WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |                     |         |            |
| 1. Znajomość chemii na poziomie szkoły średniej<br>2. Znajomość podstaw bezpieczeństwa chemicznego<br>3. Znajomość obsługi podstawowych funkcji komputera   |  |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |           |                     |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z podstawami bezpieczeństwa technicznego<br>C2 Poznanie krajowych i europejskich przepisów prawnych dotyczących bezpieczeństwa technicznego<br>C3 Poznanie algorytmów analizy instalacji przemysłowej pod względem hazardów<br>C4 Nauczenie studentów analizy zagrożeń zdrowotnych w związanych z awariami przemysłowymi<br>C5 Zapoznanie studentów z przykładami rozprzestrzeniania się skażeń chemicznych i metodyką obliczeń rozprzestrzeniania się skażeń |  |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W01 - zna podstawowe pojęcia i definicje z zakresu bezpieczeństwa technicznego  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W02 - potrafi wymienić podstawowe akty prawne regulujące krajowe i europejskie zasady bezpieczeństwa technicznego   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W03 – zna typowe elementy przemysłowego planu operacyjno-ratowniczego   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W04 – zna podstawowe przepisy Prawa ochrony środowiska, dyrektywy Seveso III i Konwencji w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych  |  |           |                     |         |            |
| PEU_W05 – potrafi zastosować metody analizy zagrożeń do identyfikacji możliwych awarii w instalacjach przemysłowych   |  |           |                     |         |            |
| PEU_W06 – umie opisać podstawowe metody analizy ryzyka zdrowotnego na terenach skażonych w wyniku awarii przemysłowych  |  |           |                     |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |  |           |                     |         |            |
| PEU_U01 – potrafi skorzystać z baz danych w celu sklasyfikowania zakładów produkcyjnych pod   |  |           |                     |         |            |

| <p>względem zagrożeń awaryjną</p> <p>PEU_U02 – umie przeprowadzić analizę hazardów w prostych instalacjach przemysłowych</p> <p>PEU_U03 – potrafi zaproponować środki zaradcze w razie wystąpienia awarii przemysłowej w prostych instalacjach chemicznych</p> <p>PEU_U04 – potrafi wykonać proste obliczenia narażenia na skażenia środowiska po awarii przemysłowej</p> <p>PEU_U05 – potrafi posługiwać się narzędziami do modelowania rozprzestrzeniania się skażeń chemicznych</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEU_K01 – potrafi pracować w zespole</p> <p>PEU_K02 – czuje się odpowiedzialna za wyniki powierzonego zadania</p> |   |                      |
|---|---|----------------------|
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>   |   | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1   | <p><b>Pojęcia podstawowe.</b> Przedmiot bezpieczeństwa technicznego, postrzeganie bezpieczeństwa, istota bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie, definicje podstawowe, zakresy bezpieczeństwa, znaczenie bezpieczeństwa jako gwarancji istnienia podmiotu, zagrożenie i przykłady zagrożeń dla elementów środowiska. Zagrożenia dla elementów środowiska. Stan braku bezpieczeństwa, jego skutki społeczne i ekonomiczne. Rodzaje bezpieczeństwa. Przykłady awarii technicznych, analiza przyczyn i skutki.</p>   | 2                    |
| Wy2   | <p><b>Elementy bezpieczeństwa technicznego.</b> Elementy bezpieczeństwa przedsiębiorstwa a bezpieczeństwo ogólne. Organizacja i zarządzanie, kwalifikacje, specyfika technologii produkcji, stan techniczny infrastruktury, planowanie sytuacji awaryjnych, przeglądy wewnętrzne i analiza wypadków, opracowanie programu organizacji bezpiecznej pracy, organizacja obsługi eksploatacyjnej stanowisk, dążenie do jak najmniejszej uciążliwości pracy. Analiza przyczyn awarii przemysłowych. charakterystyka przedsiębiorstw chemicznych, zagrożenia, niebezpieczne substancje chemiczne.</p>   | 2                    |
| Wy3   | <p><b>Legislacja polska i europejska.</b> Prawo ochrony środowiska Dyrektywa 67/548/EWG. Grupy substancji i preparatów uznanych za niebezpieczne. Substancje wybuchowe (E), utleniające (O), skrajnie łatwopalne (F+), łatwopalne (F), palne (R10), silnie toksyczne (T+), toksyczne (T), szkodliwe (Xn), żrące (C), drażniące (Xi), uczulające (R42 i/lub R43), rakotwórcze (Karc.), mutagenne (Muta.), toksyczne dla rozrodczości (Repr.), niebezpieczne dla środowiska (N i/lub R52, R53, R59), Dyrektywa Rady Europejskiej 96/82/EC, Konwencja w sprawie transgranicznych skutków awarii przemysłowych, Prawo ochrony środowiska, zakłady sevesowskie, zakłady niesevesowskie, kryteria podziału.</p> | 2                    |
| Wy4   | <p><b>Toksyczne środki przemysłowe, awarie przemysłowe, poważne awarie, skażenia przemysłowe.</b> Bezpieczeństwo procesowe. Bezpieczeństwo funkcjonalne, mapa bezpieczeństwa, metody oceny bezpieczeństwa. Kompleksowa ocena instalacji procesowej, w poszczególnych fazach realizacji inwestycji.</p>  | 2                    |
| Wy5   | <p><b>Metody oceny zagrożeń.</b> Identyfikacja potencjalnych zagrożeń. HAZard and OPerability Study (Studium hazardu i operacyjności), cel, znaczenie, analizy specjalistyczne zagrożeń. Słowa kluczowe, główne i pomocnicze słowa kluczowe, instalacje, zamierzenia projektowe, odchylenia od zamierzeń projektowych, hazard, parametr, problemy operacyjne, eksperci, proces, pary słów kluczowych w analizie hazardów.</p>   | 2                    |
| Wy6   | <p><b>Przykłady analizy HAZOP.</b> Proces chemiczny, analiza węzłów instalacji, zespół ekspertów HAZOP, struktura zespołu, schemat pracy zespołu ekspertów HAZOP, opracowanie raportu hazardów, dewiacja, skutek, zabezpieczenie, akcja. Certyfikacja osób projektujących, wykonujących i serwisujących obwody bezpieczeństwa</p>   | 2                    |
| Wy7   | <p><b>Zasady oceny skażeń</b> na skutek awarii przemysłowych, toksyczność, kancerogenność, zasady oceny ryzyka na terenach skażonych w wyniku awarii przemysłowych. Zależność źródło narażenia-droga przenoszenia-receptor. Elementy procedury oceny ryzyka, identyfikacja zagrożenia, ocena narażenia, określenie zależności dawka-odpowiedź, ocena</p>  | 2                    |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | ryzyka, analiza niepewności. Ryzyko zdrowotne, iloraz zagrożenia, indeks zagrożenia.   |   |
| Wy8   | <b>Eliminacja skutków awarii przemysłowej</b> , metody remediacji środowiska skażonego w wyniku awarii przemysłowej, przykłady.<br>Podsumowanie, Kolokwium | 1   |
|   | Suma godzin  | <b>15</b>                                   |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>   |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| La1   | Określanie granic palności i wybuchowości substancji chemicznych   | 2   |
| La2   | Określenie efektów związanych z wpływem toksycznych par substancji lotnych w wyniku awarii przemysłowej  | 2   |
| La3   | Analiza emisji substancji wybuchowych i zagrożeń związanych z ich rozprzestrzenianiem się w środowisku   | 2   |
| La4   | Obliczanie granic poziomów toksycznych substancji przy wypływie ze zbiornika z uwzględnieniem różnych warunków topograficznych i atmosferycznych           | 2   |
| La5   | Analiza zagrożeń związanych z emisją substancji toksycznych przy swobodnych parowaniu z otwartego zbiornika  | 2   |
| La6   | Wpływ z rurociągu gazu skroplonego. Analiza zagrożeń i sposoby zapobiegania  | 2   |
| La7   | Obliczanie granic migracji substancji niebezpiecznych i ich stężeń na terenach o gęstej zabudowie  | 2   |
| La8   | Konsultacje i opracowanie sprawozdań z ćwiczeń.  | 1   |
|   | Suma godzin  | <b>15</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Wykonywanie zadań w laboratorium<br>N3. Rozwiązywanie zadań<br>N4. Oprogramowanie EFFECTS 9 do obliczania potencjalnych zagrożeń wynikających z awarii przemysłowych<br>N5. Prezentacje multimedialne<br>N6. Komputer / program komputerowy /modelowanie |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca (na koniec semestru)   | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01 – PEU_W06  | kolokwium                                   |
| F (laboratorium)  | PEU_U01 – PEU_U05  | sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych      |
| P1 (laboratorium) = (F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6   |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>   |  |   |
| [1] M.Ryng, Bezpieczeństwo techniczne w przemyśle chemicznym , WNT Warszawa 1985  |  |   |
| [2] Praca zbiorowa, Zapobieganie stratom w przemyśle, Pol. Łódzka, Łódź 1999  |  |   |
| [3] W. Pihowicz, Inżynieria bezpieczeństwa technicznego, Problematyka podstawowa, WNT 2009  |  |   |
| <b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>  |  |   |
| [1] Granice palności zgodnie z normą PN-EN 720-2, wskaźniki wybuchowości zgodnie z normą PN-EN26184-2, temperatury zapłonu w tyglu Clevelanda i Pensky'ego Martnsa  |  |   |
| [2] Wydawnictwo Ministerstwa Przemysłu Chemicznego pt. "Niebezpieczne materiały chemiczne - charakterystyka, zagrożenia, ratownictwo" - Biuro Wydawnicze "Chemia" Warszawa 1989r.   |  |   |
| [3] Instrukcja programu EFFECT 9 z przykładami obliczeniowymi   |  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |  |   |
| Dr hab. inż. Adam Pawelczyk, adam.pawelczyk@pwr.edu.pl  |  |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                     |           |              |         |                     |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|---------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Techniki chemicznej modyfikacji polimerów  |                     |           |              |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Techniques of chemical modification of polymers   |                     |           |              |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia  |                     |           |              |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy): Chemia organiczna i chemia polimerów   |                     |           |              |         |                     |
| Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna  |                     |           |              |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy  |                     |           |              |         |                     |
| Kod przedmiotu:   |                     |           |              |         |                     |
| Grupa kursów: NIE   |                     |           |              |         |                     |
|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15                  |           |              |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65                |           |              |         | 0,7                 |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                     |           |              |         |                     |
| 1. Chemia organiczna  |                     |           |              |         |                     |
| 2. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych   |                     |           |              |         |                     |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |                     |
| <b>C1</b> zapoznanie studentów ze sposobami modyfikacji polimerów   |                     |           |              |         |                     |
| <b>C2</b> omówienie sposobów modyfikacji na etapie polimeryzacji  |                     |           |              |         |                     |
| <b>C3</b> Omówienie sposobów modyfikacji gotowych polimerów   |                     |           |              |         |                     |
| <b>C4</b> Omówienie sposobów modyfikacji powierzchniowej (gotowe produkty wykonane z polimerów)   |                     |           |              |         |                     |

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 student powinien znać strategię planowania modyfikacji polimerów

PEU\_W02 rozumieć ograniczenia reaktywności polimerów w porównaniu do zw. małowymiarowych

PEU-W03 znać typowe chemiczne jak i fizyczne metody modyfikacji polimerów

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 umie posługiwać się literaturą naukową i bazami danych w celu planowania modyfikacji polimerów

PEU\_U02 – wykorzystując poznane sposoby modyfikacji powinien umieć zaproponować racjonalną modyfikację typowych polimerów

PEU\_U03 – potrafi przeprowadzić modyfikacje polimerów, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 rozumieć wpływ wybranych metod modyfikacji na stan środowiska naturalnego

(degradowalność modyfikowanych produktów polimerowych i obciążenia środowiska)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>     |  | <b>Liczba godzin</b> |
|---------------------------------|--|----------------------|
| Wy1                             | Wstęp – co to są polimery, cechy odróżniające je od innych materiałów. Zarys budowy polimerów: taktyczność, oddziaływania molekularne, krystaliczność). Struktura polimerów a właściwości materiałów polimerowych. | 2                    |
| Wy2                             | Modyfikacja polimerów:<br>Na etapie syntezy (modyfikacja masy cząsteczkowej, modyfikacja morfologii cząsteczek polimeru), kopolimeryzacja, kopolimeryzacja- typy kopolimerów                                       | 3                    |
| Wy3                             | Polikondensacja – produkty rozgałęzione i/lub usieciowane  | 2                    |
| Wy4                             | Modyfikacja powierzchni polimerów (gotowy wyrób)   | 1                    |
| Wy5                             | Modyfikacja powierzchni polimerów do wytwarzania mieszanin-<br>adhezja na granicy faz  | 1                    |
| Wy6                             | Chemiczna modyfikacja polimerów: wprowadzenie grup funkcyjnych do łańcucha głównego i/lub bocznych, przemiana grup funkcyjnych polimeru, cyklizacja wewnątrzcząsteczkowa, szczepienie, sieciowanie, degradacja.    | 4                    |
| Wy7                             | Modyfikacja polimerów naturalnych  | 2                    |
|                                 | Suma godzin  | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Se1                             | 1. Wprowadzanie grup funkcyjnych do polimeru   | 1                    |
| Se2                             | 2. Przemiana grup funkcyjnych w cząsteczkach polimeru  | 1                    |
| Se3                             | 3. Prepolimery i polimery reaktywne jako baza dla funkcjonalnych materiałów polimerowych   | 1                    |
| Se4                             | 4. Utlenianie i redukcja polimerów   | 1                    |
| Se5                             | 5. Szczepienie polimerów   | 1                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Se6   | 6. Sieciowanie materiałów polimerowych  | 1   |
| Se7   | 7. Procesy starzenia polimerów (degradacja materiałów polimerowych)                         | 1   |
| Se8   | 8. Plazmowa modyfikacja powierzchni polimerowych (gotowych wyrobów)                         | 1   |
| Se9   | 9. Kompatybilizacja i kompatybilizatory – modyfikacja powierzchni na granicy faz            | 1   |
| Se10  | 10. Modyfikacja właściwości – polimery blokowe i gradientowe                                | 1   |
| Se11  | 11. Modyfikacja właściwości – sterowanie masą cząsteczkową i stopniem krystaliczności       | 1   |
| Se12  | 12. Modyfikacja właściwości poprzez plastyfikację   | 1   |
| Se13  | 13. Procesy hydrolizy polimerów – modyfikacja właściwości i otrzymywanie nowych polimerów   | 1   |
| Se14  | 14. Modyfikacja usieciowanych polimerów metodami chemicznymi – synteza żywic jonowymiennych | 1   |
| Se15  | 15. Wprowadzanie grup funkcyjnych do polimeru   | 1   |
|   | Suma godzin   | 15  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1  | Wykład informacyjny   |   |
| N3  | Prezentacja multimedialna   |   |
| N6  | Wykonanie doświadczenia   |   |
| N7  | Przygotowanie sprawozdania  |   |
| N8  | Prezentacje multimedialne   |   |
| N9  | Referat   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1  |   |   |
| F2  |   |   |
| F3  |   |   |
| P   | zaliczenie na ocenę   |   |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] WSPÓŁCZESNA WIEDZA O POLIMERACH, J.F. Rabek, PWN 2009
- [2]
- [3]
- [4]
- [5]

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1]
- [2]
- [3]

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

**Prof. dr hab. inż. Andrzej W. Trochimczuk, [andrzej.trochimczuk@pwr.wroc.pl](mailto:andrzej.trochimczuk@pwr.wroc.pl)**



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

|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15      |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60      |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | Egzamin |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |         |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2       |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |         |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 0,65    |           |              |         |            |

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

Znajomość chemii organicznej na poziomie zaliczenia kursu „Podstawy chemii organicznej”.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z technikami i metodami syntezy związków organicznych na stałym podłożu.
- C2 Uzyskanie wiedzy na temat zastosowania stałego nośnika w syntezie wybranych grup związków niskocząsteczkowych i oligomerów.
- C3 Zrozumienie metodologii konstrukcji bibliotek kombinatorycznych dla opracowania związków o ukierunkowanych właściwościach.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu umiejętności:

PEU\_W01 Student zna teoretyczne i praktyczne aspekty zastosowania stałych nośników w syntezie organicznej.

PEU\_W02 Student rozumie funkcję łączników, strategie immobilizacji substratów, reagentów i katalizatorów oraz odszczepiania produktów.

PEU\_W03 Student zna techniki i przykłady otrzymywania syntetycznych związków niskocząsteczkowych, oligomerów naturalnych oraz bibliotek kombinatorycznych o ukierunkowanych właściwościach.

PEU\_W04 Student zna techniki instrumentalne stosowane w syntezie i analizie produktów.

| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Wy1                               | Podstawowe pojęcia. Żywice polimerowe. Otrzymywanie i budowa. Nośniki stałe i rozpuszczalne. Nośniki nieorganiczne. Łączniki i elementy dystansujące używane w chemii organicznej na stałym nośniku. Budowa i funkcja. Strategia odszczepiania produktów. | 2                    |
| Wy2                               | Immobilizowane reagenty i katalizatory. Otrzymywanie i zastosowanie w chemii organicznej. Wybrane typy reakcji na stałym podłożu. Tworzenie nowych wiązań węgiel-heteroatom. Substytucja nukleofilowa.  | 2                    |
| Wy3                               | Tworzenie nowych wiązań węgiel-węgiel. Substytucja elektrofilowa. Reakcje sprzęgania krzyżowego. Synteza związków heterocyklicznych na nośniku stałym. Reakcje wieloskładnikowe. Izonitryle. Kondensacja Passeriniego i Ugiego.                           | 2                    |
| Wy4                               | Synteza peptydów na nośniku stałym. Grupy blokujące, czynniki sprzęgające. Zalety immobilizacji. Synteza przepływowa. Oligonukleotydy. Synteza oligosacharydów na nośniku stałym.   | 2                    |
| Wy5                               | Biblioteki kombinatoryczne i ich rodzaje. Pojęcia podstawowe. Otrzymywanie metodą sprzęgania mieszanin izokinetycznych oraz „mieszaj i dziel”. Biblioteki indeksowane.  | 2                    |
| Wy6                               | Wybrane przykłady bibliotek związków niskocząsteczkowych oraz oligomerów.   | 2                    |
| Wy7                               | Metody dekonwolucji bibliotek kombinatorycznych. Izolowanie składnika aktywnego mieszanin. Ustalanie struktury. Techniki instrumentalne. Znaczniki. Kodowanie bibliotek.  | 2                    |
| Wy8                               | Instrumentacja i automatyzacja syntezy. Techniki analityczne w charakterystyce immobilizowanych produktów.  | 1                    |
|                                   | Suma godzin   | 15                   |

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. wykład z prezentacją multimedialną

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | <b>Numer efektu uczenia się</b> | <b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b> |
|---|---------------------------------|--|
| P   | PEU_W01–PEU_W04                 | egzamin  |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] F. Z. Dörwald, Organic Synthesis on Solid Phase: Supports, Linkers, Reactions, Wiley, 2002.
- [2] Combinatorial Chemistry: From Theory to Application (W. Bannwarth, B. Hinzen Eds.), Wiley, 2005.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] A. W. Czarnik, Solid-Phase Organic Syntheses ; Wiley, 2001.
- [2] A. Furka, Combinatorial Chemistry. Principles and Techniques,  
<http://members.iif.hu/furka.arpad/BookPDF.pdf>.

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

**Artur Mucha, [artur.mucha@pwr.edu.pl](mailto:artur.mucha@pwr.edu.pl)**

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |                     |         |                     |
|---|---|-----------|---------------------|---------|---------------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |   |           |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Techniki syntezy związków organicznych; operacje jednostkowe. |           |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Techniques of organic syntheses – basic operations            |           |                     |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia  |           |                     |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Chemia związków organicznych i polimerów                      |           |                     |         |                     |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień ,stacjonarna                                       |           |                     |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |           |                     |         |                     |
| Kod przedmiotu  |   |           |                     |         |                     |
| Grupa kursów  | NIE   |           |                     |         |                     |
|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30  |           | 60                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 90  |           | 120                 |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | egzamin   |           | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |           |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 3   |           | 4                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |           | 4                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3   |           | 2,8                 |         | 0,7                 |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |                     |         |                     |
| 1. Nabyta wiedza z zakresu rozszerzonej Chemii Organicznej<br>2. Znajomość różnych typów reakcji i ich mechanizmów<br>3. Opanowane podstawowe operacje i techniki laboratoryjne<br>4. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania baz danych (Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents)  |   |           |                     |         |                     |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |                     |
| C1 zapoznanie studentów z różnymi odczynnikami umożliwiającymi selektywne transformacje głównych grup funkcyjnych oraz metodami budowy szkieletu węglowego cząsteczek<br>C2 przedstawienie nowoczesne metody utleniania oraz redukcji<br>C3 pokazanie zastosowań związków metaloorganicznych w syntezie<br>C4 omówienie metod syntezy asymetrycznej; wykorzystanie reakcji katalitycznych<br>C5 główne grupy ochronne: ich wprowadzanie oraz usuwanie po przeprowadzeniu pożądaných transformacji |   |           |                     |         |                     |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |                     |         |                     |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |           |                     |         |                     |
| PEU_W01 – Zna metody selektywnego utleniania, redukcji oraz innych transformacji grup funkcyjnych związków organicznych.  |   |           |                     |         |                     |
| PEU_W02 – Zna klasyczne i aktualne metody tworzenia nowych wiązań C-C, w szczególności zastosowanie karboanionów a także metody katalityczne.   |   |           |                     |         |                     |
| PEU_W03 – Rozumie problemy stereochemii oraz ochrony grup funkcyjnych w syntezie wieloetapowej.   |   |           |                     |         |                     |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |   |           |                     |         |                     |
| PEU_U01 – Umie zastosować retroanalizę do opracowania syntezy złożonej cząsteczki.  |   |           |                     |         |                     |

| PEU_U02 – Potrafi zaproponować reagenty do wykonania zaplanowanych jednostkowych przemian;<br>Wykorzystuje reakcje stereoselektywne. |  |                      |
|--|--|----------------------|
| PEU_U03 – Potrafi zaplanować i wykonać selektywne transformacje grup funkcyjnych oraz tworzenie nowych wiązań C-C.                   |  |                      |
| PEU_U04 – Posiada praktyczną umiejętność dobierania grup ochronnych do warunków reakcji.   |  |                      |
| PEU_U05 – Umie zaplanować i przeprowadzić wieloetapową syntezę docelowego związku organicznego.                                      |  |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1  | Selektywne transformacje grup funkcyjnych: przemiany chemo-, regio- i stereoselektywne   | 2                    |
| Wy2  | Reakcje i odczynniki służące selektywnemu utlenianiu węglowodorów; dihydroksylacja   | 4                    |
| Wy3  | Selektywne reakcje utleniania alkoholi.  | 2                    |
| Wy4  | Selektywne utlenianie sulfidów   | 2                    |
| Wy5  | Selektywne reakcje redukcji katalitycznej.   | 4                    |
| Wy6  | Reakcje redukcji wodorkami metali.   | 2                    |
| Wy7  | Klasyczne i nowe metody budowy wiązań węgiel-węgiel wykorzystujące reakcje związków metaloorganicznych.  | 6                    |
| Wy8  | Synteza asymetryczna z wykorzystaniem metod katalitycznych   | 2                    |
| Wy9  | Zastosowanie organicznych związków siarki i selenu w syntezie.   | 2                    |
| Wy10   | Wykorzystanie pochodnych fosforoorganicznych w syntezie.   | 2                    |
| Wy11   | Ochrona grup funkcyjnych.  | 2                    |
|  | Suma godzin  | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| La1  | - Najpierw teoretyczne opracowanie przez studenta a następnie praktyczne wykonanie kilkietapowej syntezy złożonego produktu z wykorzystaniem znanych metod rozbudowy szkieletu węglowego, cyklizacji, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) – zależnie od struktury danego preparatu docelowego.<br>- W razie konieczności zastosowanie zabezpieczeń grup funkcyjnych a w przypadku syntezy związku enancjomerycznego wykorzystanie dostępnych metod katalitycznych.<br>- Oczyszczenie, identyfikacja i analiza spektroskopowa produktów.<br>- Interpretacja wyników, sprawozdania. | 4                    |
| La2  |  | 4                    |
| La3  |  | 4                    |
| La4  |  | 4                    |
| La5  |  | 4                    |
| La6  |  | 4                    |
| La7  |  | 4                    |
| La8  |  | 4                    |
| La9  |  | 4                    |
| La10   |  | 4                    |
| La11   |  | 4                    |
| La12   |  | 4                    |
| La13   |  | 4                    |
| La14   |  | 4                    |
| La15   |  | 4                    |
| La1  | 4  |                      |
|  | Suma godzin  | <b>60</b>            |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Se1  | Indywidualne przygotowanie przez studenta i wygłoszenie referatu/prezentacji na temat poszczególnych metod i procedur (również katalitycznych) stosowanych w nowoczesnej syntezie: selektywne utleniania, redukcje, budowa nowych wiązań C-C, synteza asymetryczna itd., w oparciu o bieżącą literaturę naukową.   | 2                    |
| Se2  |  | 2                    |
| Se3  |  | 2                    |
| Se4  |  | 2                    |
| Se5  |  | 2                    |
| Se6  |  | 2                    |
| Se7  |  | 2                    |

|   |                          |  |
|---|--------------------------|--|
| Se8   |                          | 1  |
|   | Suma godzin              | 15   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |                          |  |
| N1. wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. przykładowe sposoby rozwiązywania zadań problemowych, pochodzące z oryginalnej literatury<br>N3. dyskusja nad sposobami rozwiązania problemów jakie otrzymali do przygotowania studentów – prezentacja w formie seminarium<br>N4. zaplanowanie i wykonanie eksperymentów<br>N5. szczegółowa dokumentacja eksperymentów – prowadzenie notatek (dziennik laboratoryjny/sprawozdania)  |                          |  |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |  |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się  |
| <b>P</b> (laboratorium)   | PEU_U01 –<br>PEU_U05     | ocena na podstawie poprawnego przygotowania, wykonania i zdokumentowania wyników każdej z zadanych syntez  |
| <b>P</b> (seminarium)   | PEU_U01 –<br>PEU_U04     | ocena na podstawie prezentacji aktualnych metod stosowanych w syntezie na podstawie bieżącej literatury naukowej (referat)   |
| <b>P</b> (egzamin)  | PEU_W01 –<br>PEU_W03     | ustne sprawdzenie znajomości metod rozbudowy szkieletów węglowych, selektywnych transformacji grup funkcyjnych (utlenianie, redukcja) oraz ich zabezpieczania, a także przedstawionych podczas wykładu metod katalitycznych. |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |  |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |                          |  |
| [1] J. Skarżewski, <i>Wprowadzenie do syntezy organicznej</i> , PWN, Warszawa, 1999.<br>[2] P. Wyatt, S. Warren, <i>Organic Synthesis, Strategy and Control</i> , J. Wiley, 2007.<br>[3] S. Warren, <i>Organic Synthesis, The Disconnection Approach</i> , J. Wiley, 1984.<br>[4] J. Gawroński, K. Gawrońska, K. Kacprzak, M. Kwit, <i>Współczesna Synteza Organiczna</i> , PWN, Warszawa, 2004.<br>[5] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i> , Oxford University Press, 2001.<br>[6] H. O. House, <i>Modern synthetic reactions</i> , A.W. Benjamin ed. 1972<br>[7] Bazy danych: Beilstein, Chemical Abstracts, Current Contents i bieżąca literatura naukowa. |                          |  |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |                          |  |
| [1] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, <i>Organic Chemistry</i> , Oxford, 2000;<br>[2] W. Carruthers, I. Coldham, <i>Modern Methods of Organic Synthesis</i> , Cambridge University Press, 2004.<br>[3] C. L. Willis, M. Wills, <i>Organic Synthesis</i> , Oxford University Press, 1995;<br>[4] R. K. Mackie, D. M. Smith, R. A. Aitken, <i>Guidebook to Organic Synthesis</i> , Longman, 1999.<br>[5] C. L. Willis, M. Wills, <i>Organic Synthesis</i> , Oxford University Press, 1995.<br>[6] J. H. Fuhrhop, G. Penzlin, <i>Organic Synthesis</i> , Verlag Chemie, Berlin, 1983<br>[7] L.-T. Ho, <i>Tactics of Organic Synthesis</i> , J. Wiley, New York, 1994                    |                          |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |  |
| <b>Dr hab. Przemysław Boratyński</b> , przemyslaw.boratynski@pwr.edu.pl<br><b>Dr hab. inż. Rafał Kowalczyk</b> , rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl<br><b>Dr hab. inż. Renata Siedlecka</b> , renata.siedlecka@pwr.edu.pl   |                          |  |



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |         |  |                     |         |                     |
|---|---------|--|---------------------|---------|---------------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |         |  |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:  |         | Techniki syntezy polimerów               |                     |         |                     |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim:   |         | Techniques of polymer synthesis          |                     |         |                     |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |         | Chemia                                   |                     |         |                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |         | Chemia związków organicznych i polimerów |                     |         |                     |
| Poziom i forma studiów:   |         | II stopień, stacjonarna                  |                     |         |                     |
| Rodzaj przedmiotu:  |         | obowiązkowy                              |                     |         |                     |
| Kod przedmiotu:   |         |  |                     |         |                     |
| Grupa kursów:   |         | NIE                                      |                     |         |                     |
|   | Wykład  | Ćwiczenia                                | Laboratorium        | Projekt | Seminarium          |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15      |  | 45                  |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60      |  | 90                  |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | Egzamin |  | zaliczenie na ocenę |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |         |  |                     |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 2       |  | 3                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |         |  | 3                   |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 0,65    |  | 2,1                 |         | 0,7                 |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |         |  |                     |         |                     |
| 1. Znajomość podstaw: chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej na poziomie I stopnia studiów.<br>2. Podstawowe wiadomości z zakresu chemii związków makromolekularnych.<br>3. Umiejętność posługiwania się oryginalną literaturą chemiczną i przeszukiwania dostępnych baz danych.<br>4. Podstawowe umiejętności laboratoryjne i zdolność do pracy w grupach. |         |  |                     |         |                     |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |         |  |                     |         |                     |
| C1 Zapoznanie studentów z głównymi mechanizmami i technikami syntezy polimerów.   |         |  |                     |         |                     |
| C2 Nauczenie wybranych metod polimeryzacji.   |         |  |                     |         |                     |
| C3 Wyciąganie wniosków z wyników eksperymentalnych oraz danych literaturowych.  |         |  |                     |         |                     |



**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Student powinien

PEU\_W01 znać strategię planowania syntezy polimerów.

PEU\_W02 rozumieć ograniczenia możliwości otrzymywania polimerów w porównaniu do zw. małowymiarowych.

PEU-W03 znać typowe metody syntezy polimerów.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Umie posługiwać się literaturą naukową i bazami danych w celu planowania syntezy polimerów.

PEU\_U02 Wykorzystując poznane sposoby syntezy powinien umieć zaproponować racjonalne drogi syntezy typowych polimerów.

PEU\_U03 Potrafi przeprowadzić syntezę polimerów, dobrać i zmontować odpowiednią aparaturę.

PEU\_U04 Zna i przestrzega zasad bezpieczeństwa pracy w laboratorium chemicznym.

PEU\_U05 Umie analizować wyniki eksperymentu i przygotować raport omawiający otrzymywanie i podstawową charakterystykę przygotowanych materiałów polimerowych.

PEU\_U06 Potrafi przeanalizować wybrane techniki otrzymywania polimerów syntetycznych i przedstawić wyniki analizy w postaci prezentacji multimedialnej.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Potrafi pracować w zespole i organizować pracę w grupie.

PEU\_K02 Rozumie wpływ wybranych metod syntezy na stan środowiska naturalnego (degradowalność syntezowanych polimerów i obciążenia środowiska resztkowymi monomerami, rozpuszczalnikami i innymi chemikaliami stosowanymi w syntezie polimerów)

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b>       |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Wy1                               | Polimeryzacja wolnorodnikowa  | 1                    |
| Wy2                               | Polimeryzacja anionowa  | 1                    |
| Wy3                               | Polimeryzacja kationowa   | 1                    |
| Wy4                               | Polimeryzacje żyjące i pseudożyjące   | 1                    |
| Wy5                               | Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu  | 1                    |
| Wy6                               | Polimeryzacje żyjące - architektura polimerów   | 1                    |
| Wy7                               | Polimeryzacje w masie (blokowe)   | 1                    |
| Wy8                               | Polimeryzacje w roztworach (homogeniczne i heterogeniczne)  | 1                    |
| Wy9                               | Polimeryzacja suspensyjna   | 1                    |
| Wy10                              | Polimeryzacja emulsyjna   | 1                    |
| Wy11                              | Polimeryzacja emulsyjna z organiczną fazą ciągłą  | 1                    |
| Wy12                              | Polimeryzacja plazmowa  | 1                    |
| Wy13                              | Elektropolimeryzacja  | 1                    |
| Wy14                              | Polikondensacja   | 1                    |
| Wy15                              | Polikondensacja z rozgałęzianiem i sieciowaniem   | 1                    |
|                                   | Suma godzin   | <b>15</b>            |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | Wprowadzenie; przedstawienie programu kursu, warunków zaliczenia oraz zasad bezpiecznej pracy w laboratorium. | 3                    |
| La2-La3                           | Polimeryzacja suspensyjna – synteza i charakterystyką homopolimeru.   | 12                   |
| La4-La5                           | Polimeryzacja suspensyjna – synteza i charakterystyka usieciowanego   | 12                   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | kopolimeru.  |   |
| La6   | Polimeryzacja emulsyjna.   | 6   |
| La7   | Polikondensacja z przeniesieniem aktywnego wodoru.   | 6   |
| La8   | Końcowa analiza produktów, podsumowanie.   | 6   |
|   | Suma godzin  | 45  |
| <b>Forma zajęć - seminarium</b>   |  | <b>Liczba godzin</b>                        |
| Se1   | Polimeryzacja wolnorodnikowa – mechanizm, zastosowania przemysłowe, wady, zalety, sposoby realizacji       | 1   |
| Se2   | Polimeryzacja anionowa - mechanizm, zastosowania przemysłowe, wady, zalety, sposoby realizacji             | 1   |
| Se3   | Polimeryzacja kationowa - mechanizm, zastosowania przemysłowe, wady, zalety, sposoby realizacji            | 1   |
| Se4   | Polimeryzacja żyjąca - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji                           | 1   |
| Se5   | Polimeryzacja żyjąca - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji                           | 1   |
| Se6   | Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji | 1   |
| Se7   | Polimeryzacja rodnikowa z przeniesieniem atomu - mechanizm, zastosowania, wady, zalety, sposoby realizacji | 1   |
| Se8   | Polimeryzacja w masie (blokowa)  | 1   |
| Se9   | Polimeryzacja rozpuszczalnikowa  | 1   |
| Se10  | Polimeryzacja suspensyjna  | 1   |
| Se11  | Polimeryzacja emulsyjna  | 1   |
| Se12  | HIPE (High Internal Phase Polymerization) – polimeryzacja emulsyjna z organiczną fazą ciągłą               | 1   |
| Se13  | Polimeryzacja plazmowa   | 1   |
| Se14  | Elektropolimeryzacja   | 1   |
| Se15  | Elektropolimeryzacja   | 1   |
|   | Suma godzin  | 15  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| <p>N1. Wykład informacyjny<br/> N2. Prezentacja multimedialna<br/> N3. Wykonywanie zadań w laboratorium (wykorzystanie różnych technik i sprzętów)<br/> N4. Szczegółowa dokumentacja eksperymentów – prowadzenie notatek (dziennik laboratoryjny/sprawozdania).<br/> N5. Ustne lub pisemne sprawdziany wiedzy z zakresu wykonywanych syntez polimerów.<br/> N6. Prezentacje multimedialne<br/> N7 Referat</p> |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P1 (wykład)   | PEU_W01-W03, U01-U02   | Pisemny egzamin                             |
| F2 (laboratorium)   | PEU_U03-U05  | Obecność                                    |
| F3 (laboratorium)   | PEU_U03-U05  | Sprawozdania z poszczególnych tematów       |
| F4 (laboratorium)   | PEU_U03-U05  | 2 sprawdziany cząstkowe                     |

|   |              |  |
|---|--------------|--|
| P2 (laboratorium)   | PEU_U03-U05  | P2 = 1/3F3 + 2/3F4   |
| F5 (seminarium)   | PEU_U01, U06 | Obecność   |
| P3 (seminarium)   | PEU_U01, U06 | Ocena z prezentacji i aktywności podczas prezentacji innych studentów. |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |              |  |
| <p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] Florjańczyk Z., Penczek S., Chemia polimerów, tom I, II i III, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.</p> <p>[2] Rabek J.F., Współczesna wiedza o polimerach, Wyd. Naukowe PWN, 2009.</p> <p>[3] Pielichowski J., Puszyński A., Preparatyka polimerów, Teza Wyd. Naukowo-Techniczne, Kraków 2005.</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] Brandrup J., Immergut E.H., Grulke E.A. (eds.), Polymer Handbook, Wiley &amp; Sons, 1999.</p> <p>[2] F. Billmeyer, "Textbook of Polymer Science", 3rd ed., New York [etc.], John Wiley &amp; Sons, 1984.</p> |              |  |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |              |  |
| <p><u>Wykład:</u><br/>Prof. dr hab. inż. Andrzej Trochimczuk, <a href="mailto:andrzej.trochimczuk@pwr.edu.pl">andrzej.trochimczuk@pwr.edu.pl</a></p> <p><u>Laboratorium i seminarium:</u><br/>Dr inż. Anna Jakubiak-Marcinkowska, <a href="mailto:anna.jakubiak@pwr.edu.pl">anna.jakubiak@pwr.edu.pl</a>,<br/>Dr inż. Sylwia Ronka, <a href="mailto:sylwia.ronka@pwr.edu.pl">sylwia.ronka@pwr.edu.pl</a></p>  |              |  |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |           |                     |         |            |
|---|---|-----------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |   |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | <b>Technologie informacyjne B</b>                                 |           |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | <b>Information Technologies B</b>                                 |           |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | <b>wszystkie kierunki</b>   |           |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   |           |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | <b>I stopień, II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna</b> |           |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | <b>obowiązkowy</b>  |           |                     |         |            |
| Kod przedmiotu  |   |           |                     |         |            |
| 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  |   |           | 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 (BU)   |   |           | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |           |                     |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość podstawowej obsługi komputera.</li> <li>2. Podstawowe umiejętności posługiwania się edytorem tekstu i arkuszem kalkulacyjnym</li> </ol>   |   |           |                     |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |           |                     |         |            |
| <p>C1 Uzyskanie wiedzy o podstawach informatyki.</p> <p>C2 Rozwinięcie umiejętności posługiwania się technikami informacyjnymi.</p> <p>C3 Zapoznanie z algorytmizacją procesów.</p> <p>C4 Poznanie elementów wybranego języka programowania.</p>  |   |           |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |           |                     |         |            |
| <p>PEU_W01 – Student zna wydziałowe i ogólnouczelniane bazy danych oraz systemy informatyczne.</p> <p>PEU_U01 – Student potrafi prawidłowo przygotować wielostronicowy dokument (np. pracę dyplomową) wykorzystując zaawansowane funkcje procesora tekstu (Microsoft Word).</p> <p>PEU_U02 – Student potrafi prawidłowo obsługiwać arkusz kalkulacyjny i stosować zaawansowane funkcje i formuły do przeliczania danych, a także tworzyć i formatować wykresy (Microsoft Excel).</p> <p>PEU_U03 – Student potrafi przeliczać wartości w różnych systemach liczbowych.</p> <p>PEU_U04 – Student potrafi napisać prosty program obliczeniowy (PASCAL, PYTHON lub C) lub stworzyć stronę internetową (HTML i CSS).</p> |   |           |                     |         |            |

| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |   |
|---|---|---|
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b>   |   | <b>Liczba godzin</b>  |
| La1   | Omówienie zajęć, mail studencki, biblioteka, e-portal. Bazy danych, wyszukiwanie informacji w Internecie. Operatory logiczne i ich zastosowanie przy wyszukiwaniu informacji. | 2   |
| La2   | Zaawansowana edycja tekstu w programie MS Word.   | 4   |
| La3   | Test z umiejętności posługiwania się programem MS Word  | 2   |
| La4   | Zaawansowane funkcje programu MS Excel. Zastosowanie MS Excel do obliczeń i prezentacji danych.   | 8   |
| La5   | Test z umiejętności posługiwania się programem MS Excel.  | 2   |
| La6   | Systemy liczbowe i algorytmy. Zasada, zapis graficzny, zastosowanie do prostej algorytmizacji wybranego procesu.  | 2   |
| La7   | Elementy programowania w wybranym języku.   | 8   |
| La8   | Test z systemów liczbowych i programowania  | 2   |
|   | Suma godzin   | <b>30</b>   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wprowadzenie teoretyczne (np. w postaci prezentacji multimedialnej)   |   |   |
| N2. Samodzielne rozwiązywanie problemów postawionych podczas zajęć  |   |   |
| N3. Komputer  |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
| F1  | PEU_W01, PEU_U01  | Sprawdzian praktyczny z MS Word (max. 100 pkt)  |
| F2  | PEU_U02   | Sprawdzian praktyczny z MS Excel (max. 100 pkt)   |
| F3  | PEU_U03, PEU_U04  | Test pisemny z systemów liczbowych (max. 30 pkt) oraz sprawdzian praktyczny z programowania (max. 70 pkt) |
| Ocena pozytywna tylko wtedy gdy każda z ocen formujących (F1, F2 i F3) to co najmniej 50 pkt.<br>P = 3,0 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 150 pkt.<br>3,5 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 180 pkt.<br>4,0 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 210 pkt.<br>4,5 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 240 pkt.<br>5,0 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 270 pkt.<br>5,5 jeżeli (F1 + F2 + F3) = 300 pkt. |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>   |   |   |
| [1] Instrukcje z domeny microsoft.com.  |   |   |
| [2] Dowolny podręcznik podstaw informatyki.   |   |   |
| [3] Wybrany podręcznik dotyczący używanego języka programowania (podaje prowadzący zajęcia).  |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| Krzysztof Kierzek, krzysztof.kierzek@pwr.edu.pl   |   |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                         |                     |                     |         |            |
|--|-------------------------|---------------------|---------------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                         |                     |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Chemia Teoretyczna      |                     |                     |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Theoretical Chemistry   |                     |                     |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia                  |                     |                     |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                         |                     |                     |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarna |                     |                     |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | obowiązkowy             |                     |                     |         |            |
| Kod przedmiotu   |                         |                     |                     |         |            |
| Grupa kursów   | NIE                     |                     |                     |         |            |
|  | Wykład                  | Ćwiczenia           | Laboratorium        | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                      | 15                  | 30                  |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 120                     | 60                  | 60                  |         |            |
| Forma zaliczenia   | Egzamin                 | zaliczenie na ocenę | zaliczenie na ocenę |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |                         |                     |                     |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 4                       | 2                   | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                         | 2                   | 2                   |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 1,3                     | 0,7                 | 1,4                 |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                         |                     |                     |         |            |
| 1. Chemia i fizyka ogólna<br>2. Algebra liniowa i Analiza matematyczna<br>3. Podstawy chemii fizycznej i kwantowej   |                         |                     |                     |         |            |
| C1. Zapoznanie słuchaczy z nowoczesnymi metodami teoretycznego opisu struktury elektronowej atomów i cząsteczek oraz nabycie umiejętności zastosowania tych metod do wyznaczania struktury elektronowej i właściwości układów molekularnych.<br>C2. Przekazanie umiejętności zastosowania metod chemii teoretycznej do przewidywania i interpretacji wybranych właściwości spektralnych i termodynamicznych układów molekularnych. |                         |                     |                     |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |                         |                     |                     |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |                         |                     |                     |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:  |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W01 – rozumie problemy i niedostatki fizyki klasycznej w opisie mikroskopowym,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W02 – zna postulaty mechaniki kwantowej i elementy rachunku operatorowego,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W03 – potrafi zapisać równanie Schrödingera (RS) dla modelowych układów oraz dla dowolnego układu molekularnego,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W04 – zna rozwiązanie RS dla atomu wodoru i interpretację tych rozwiązań,  |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W05 – zna podstawowe przybliżenia stosowane w opisie struktury elektronowej układów molekularnych: przybliżenie Borna-Oppenheimera oraz podstawy rachunku wariacyjnego i zaburzeń,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W06 – zna podstawy teorii orbitali molekularnych,  |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W07 – ma podstawową wiedzę o rozwiązaniach równań Hartree-Focka oraz Hartree-Focka-Roothana,   |                         |                     |                     |         |            |
| PEU_W08 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii korelacji elektronowej i metod jej obliczania (metoda mieszania konfiguracji, wielociałowy rachunek zaburzeń, teoria funkcjonału gęstości),  |                         |                     |                     |         |            |

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| <p>PEU_W09 – ma podstawową wiedzę z zakresu teorii oddziaływań międzycząsteczkowych.</p> <p><b>Z zakresu umiejętności:</b><br/>         Osoba, która zaliczyła przedmiot:<br/>         PEU_U01 – potrafi zaplanować i przeprowadzić obliczenia struktury elektronowej cząsteczek w przybliżeniu HF oraz wybranych metod uwzględniających korelację elektronową oraz zinterpretować ich wyniki,<br/>         PEU_U02 – umie przewidywać strukturę równowagową cząsteczek,<br/>         PEU_U03 – umie przewidywać i interpretować widma stanów elektronowych cząsteczek,<br/>         PEU_U04 – potrafi interpretować pomiary spektroskopowe w oparciu o obliczenia kwantowo-chemiczne,<br/>         PEU_U05 – potrafi badać mechanizmy reakcji chemicznych w oparciu o obliczenia metodami chemii kwantowej.</p> <p><b>Z zakresu kompetencji społecznych:</b><br/>         Osoba, która zaliczyła przedmiot:<br/>         PEU_K01 – rozumie potrzebę systematycznego uzupełniania wiedzy</p> |  |                      |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |  |                      |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>  |  | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1  | <b>Wprowadzenie do molekularnej mechaniki kwantowej.</b> Omówienie postulatów nierelatywistycznej mechaniki kwantowej. Definicja funkcji falowej i jej probabilistyczna interpretacja. Definicja operatorów reprezentujących wielkości mechaniczne i elementy algebry operatorów. Równanie Schrödingera zależne i niezależne od czasu. | 2                    |
| Wy2  | <b>Hamiltonian molekularny.</b> Rozdzielenie ruchu elektronów i jąder atomowych. Przybliżenie adiabatyczne i przybliżenie Borna-Oppenheimera. Przybliżenie harmoniczne. Analiza drgań normalnych i interpretacja widm absorpcyjnych w zakresie podczerwieni.   | 2                    |
| Wy3  | <b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera I.</b> Rachunek wariacyjny i jego proste zastosowania. Metoda Rayleigha-Ritza.   | 2                    |
| Wy4  | <b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera II.</b> Teoria orbitali molekularnych. Metoda Hückela i przykłady jej zastosowania.  | 2                    |
| Wy5  | <b>Przybliżone metody rozwiązywania równania Schrödingera III.</b> Rachunek zaburzeń niezależny od czasu. Zaburzenie w układzie dwustanowym i wielostanowym. Rachunek zaburzeń dla zwyrodniałych stanów referencyjnych.  | 2                    |
| Wy6  | <b>Funkcje falowe dla układów wieloelektronowych.</b> Symetria funkcji falowej. Wyznacnikowa funkcja falowa. Reguły Slatera-Condona. Ogólne wyrażenia na elementy macierzowe pomiędzy wyznacznikami Slatera.   | 2                    |
| Wy7  | <b>Metoda Hartree-Focka.</b> Metoda pola samouzgodnionego. Metoda Hartree-Focka-Roothana. Gęstość ładunku i elementy macierzowe operatora Focka.   | 2                    |
| Wy8  | <b>Orbitale molekularne.</b> Elementy teorii grup punktowych. Symetria i nomenklatura orbitali molekularnych. Diagramy orbitali molekularnych dla cząsteczek dwuatomowych i wieloatomowych. Diagramy Walsha.   | 2                    |
| Wy9  | <b>Korelacja elektronowa I.</b> Ograniczenia metody Hartree-Focka. Definicja i metody wyznaczania korelacji elektronowej. Metoda oddziaływania konfiguracji.   | 2                    |
| Wy10   | <b>Korelacja elektronowa II.</b> Rachunek zaburzeń Møllera-Plesseta. Elementy teorii sprzężonych klasterów.  | 2                    |
| Wy11   | <b>Teoria funkcjonalu gęstości.</b> Jednocząstkowa macierz gęstości i macierz gęstości par. Twierdzenia Hohenberga-Kohna. Metoda Kohna-Shama.  | 2                    |
| Wy12   | <b>Oddziaływanie materii z promieniowaniem elektromagnetycznym.</b> Los cząsteczek w stanach wzbudzonych elektronowo. Fotochemiczne i fotofizyczne procesy w układach molekularnych. Diagram Jabłońskiego.   | 2                    |

|                                   |   |                      |
|-----------------------------------|---|----------------------|
| Wy13                              | <b>Widma absorpcji i fluorescencji w zakresie UV i widzialnym.</b> Złota reguła Fermiego. Reguły wyboru. Struktura subtelna widm absorpcji i fluorescencji.   | 2                    |
| Wy14                              | <b>Procesy bezpromienistej dezaktywacji stanów wzbudzonych.</b> Konwersja wewnętrzna. Przecięcia stożkowe. Przejścia międzysystemowe. Transfer energii wzbudzenia - mechanizmy Förstera i Dextera. Naturalne i sztuczne układy przechwytyjące światło. Fotosynteza.   | 2                    |
| Wy15                              | <b>Oddziaływania międzycząsteczkowe.</b> Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych. Oddziaływania elektrostatyczne, wymienne, indukcyjne, dyspersyjne. Kompleksy z przeniesieniem ładunku. Wiązanie wodorowe. Struktura drugorzędowa układów molekularnych, analiza konformacyjna.  | 2                    |
|                                   | Suma godzin   | <b>30</b>            |
| <b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>    |   | <b>Liczba godzin</b> |
| Ćw1                               | Sposób prowadzenia i zaliczenia ćwiczeń. <b>Rachunek operatorowy.</b> Badanie właściwości operatorów. <b>Rozwiązania równania Schrödingera dla modelowych problemów.</b>  | 2                    |
| Ćw2                               | <b>Proste zastosowania zasady wariacyjnej</b> do modelowych problemów.  | 2                    |
| Ćw3                               | <b>Proste zastosowania rachunku zaburzeń Rayleigha-Schrödingera</b> do modelowych problemów.  | 2                    |
| Ćw4                               | <b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek I.</b> Przybliżenie $\pi$ -elektronowe i podstawowe założenia metody Hückela dla węglowodorów nienasyconych. Rozwiązanie zagadnienia własnego. Wyznaczanie współczynników orbitali molekularnych dla prostych cząsteczek.                  | 2                    |
| Ćw5                               | <b>Obliczenia struktury elektronowej w modelu Hückela dla wybranych cząsteczek II.</b> Zagadnienie własne w postaci macierzowej. Diagonalizacja hamiltonianu i interpretacja widm wartości własnych i wektorów własnych. Macierz gęstości i rzędów wiązań i analiza populacyjna.  | 2                    |
| Ćw6                               | <b>Metoda Hartree-Focka I.</b> Reguły Slatera-Condon.   | 2                    |
| Ćw7                               | <b>Metoda Hartree-Focka II.</b> Rozwiązywanie zadań z metody Hartree-Focka.   | 2                    |
| Ćw8                               | Zajęcia zaliczeniowe.   | 1                    |
|                                   | Suma godzin   | 15                   |
| <b>Forma zajęć - laboratorium</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
| La1                               | <b>Organizacja pracy w laboratorium komputerowym i centrum obliczeniowym.</b> Omówienie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Dystrybucja kont i podstawowe informacje o dostępnych systemach operacyjnych.   | 2                    |
| La2                               | <b>Elementy systemu LINUX I.</b> Podstawowe informacje o systemie operacyjnym. Wybrane polecenia powłoki BASH.  | 2                    |
| La3                               | <b>Elementy systemu LINUX II.</b> Obsługa wybranych edytorów tekstu. Proste skrypty powłoki BASH.   | 2                    |
| La4                               | <b>Omówienie wybranych pakietów obliczeń struktury elektronowej.</b> Przygotowanie plików wsadowych. Obliczenia struktury elektronowej atomów w ograniczonej i nieograniczonej metodzie Hartree-Focka (HF). Struktura plików wynikowych i interpretacja wyników obliczeń.   | 2                    |
| La5                               | <b>Reprezentacja struktury geometrycznej układów molekularnych.</b> Współrzędne ortogonalne i współrzędne wewnętrzne na przykładzie macierzy-Z.   | 2                    |
| La6                               | <b>Dokładność metod chemii obliczeniowej.</b> Wybór bazy funkcyjnej. Porównanie dokładności wybranych metod ab initio i teorii funkcjonału gęstości. Walidacja metod obliczeniowych.  | 2                    |
| La7                               | <b>Optymalizacja geometrii równowagowej cząsteczek i analiza drgań normalnych.</b> Omówienie algorytmów gradientowych optymalizacji geometrii równowagowej. Obliczenia widma częstości drgań cząsteczek w przybliżeniu harmonicznym. Analiza współrzędnych normalnych. Przewidywanie i interpretacja widm w podczerwieni. | 2                    |



|   |   |   |
|---|---|---|
| La8   | <b>Teoria orbitali molekularnych.</b> Wyznaczanie krzywych energii potencjalnej cząsteczek dwuatomowych w metodzie HF. Wyznaczanie i interpretacja diagramów orbitali molekularnych i diagramów Walsh'a. Analiza populacyjna.     | 2   |
| La9   | <b>Metoda oddziaływania konfiguracji.</b> Obliczenia widm stanów elektronowych metodą oddziaływania konfiguracji z pojedynczymi (CIS) i podwójnymi wzbudzeniami (CISD). Badanie ekstensywności i spójności rozmiarowej metody CI. | 2   |
| La10  | <b>Projekt I</b> – struktura i właściwości termodynamiczne cząsteczki.  | 2   |
| La11  | <b>Mechanizmy reakcji chemicznych.</b> Lokalizacja geometrii stanów przejściowych.  | 2   |
| La12  | <b>Projekt II</b> – Obliczenia widm stanów elektronowych i ich interpretacja dla wybranych cząsteczek wieloatomowych.   | 2   |
| La13  | <b>Praca nad indywidualnymi projektami I.</b>   | 2   |
| La14  | <b>Praca nad indywidualnymi projektami II.</b>  | 2   |
| La15  | <b>Praca nad indywidualnymi projektami III.</b>   | 2   |
|   | Suma godzin   | 30  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Wykład przy tablicy<br>N2. Prezentacja multimedialna<br>N3. Realizacja zadań/projektów w pracowni komputerowej<br>N4. Komputery osobiste / zasoby centrum obliczeniowego / specjalistyczne oprogramowanie |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P   | PEU_W01 –<br>PEU_W09  | Egzamin końcowy                             |
| F1 (ćwiczenia)  | PEU_U01 –PEU_U03  | Zadania domowe i kolokwium                  |
| F3 (laboratorium)   | PEU_U01 –PEU_U04  | Wykonanie zadań i projektów                 |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] R. W. Góra, Materiały do wykładu: "Chemia Teoretyczna ", 2019   |   |   |
| [2] L. Piela, Idee Chemii Kwantowej, PWN, Warszawa, 2010.   |   |   |
| [3] K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia Fizyczna (cz. 2), PWN, Warszawa, 2005.   |   |   |
| [4] D. O. Hayward, Mechanika Kwantowa dla Chemików, PWN, Warszawa, 2007.  |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1] Engel, T., Reid, P., Quantum Chemistry and Spectroscopy, 3rd ed. ed. Pearson, Boston, 2013.   |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| Robert Góra, <a href="mailto:robert.gora@pwr.edu.pl">robert.gora@pwr.edu.pl</a>   |   |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                     |           |              |         |            |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zaawansowane materiały polimerowe w chemii i medycynie.  |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Advanced polymers for chemical and medical applications   |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia  |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy): Medicinal chemistry  |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna   |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: wybieralny   |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu:   |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów: NIE   |                     |           |              |         |            |
|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 1,3                 |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                     |           |              |         |            |
| 1. Podstawowa wiedza z chemii nieorganicznej, organicznej i fizycznej.  |                     |           |              |         |            |
| 2. Podstawowa wiedza z zakresu polimerów.   |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |            |
| C1 Przekazanie studentom ogólnej wiedzy na temat specjalnych reakcji polimeryzacji oraz ich znaczenia w procesach otrzymywania ściśle zaprojektowanych materiałów stosowanych w chemii i medycynie. |                     |           |              |         |            |
| C2 Zapoznanie studentów z zależnościami pomiędzy procesami polimeryzacji a strukturą, morfologią i wynikającymi z nich właściwościami polimerów.  |                     |           |              |         |            |
| C3 Zapoznanie studentów z podstawowymi wymaganiami stawianymi materiałom polimerowych zależnie od planowanych zastosowań.   |                     |           |              |         |            |
| C4 Poszerzenie wiedzy z zakresu najnowszych osiągnięć w dziedzinie zaawansowanych materiałów polimerowych produkowanych na potrzeby chemii i medycyny.  |                     |           |              |         |            |

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

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

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

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

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

PEU\_W05 zna potencjał użytkowy zaawansowanych materiałów w różnych dziedzinach

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

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

Z zakresu umiejętności:

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

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

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

PEU\_U04 potrafi podać przykłady zielonych technologii w dziedzinie polimerów

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |  |           |              |         |            |
|--|--|-----------|--------------|---------|------------|
| KARTA PRZEDMIOTU   |  |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:   | Analiza specjacyjna i frakcjonowana pierwiastków w środowisku        |           |              |         |            |
| Nazwa w języku angielskim:   | Speciation and fractionation analysis of elements in the environment |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia   |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Analityka środowiskowa i żywności                                    |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień, stacjonarna  |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:   | wybieralny   |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu:  |  |           |              |         |            |
| Grupa kursów:  | NIE  |           |              |         |            |
|  | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30   |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60   |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia   | Zaliczenie na ocenę  |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |  |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS  | 2  |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |  |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 1,3  |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |  |           |              |         |            |
| 1. Znajomość podstaw chemii analitycznej.  |  |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |         |            |
| C1 Poznanie zagadnień i pojęć dotyczących roli pierwiastków w oparciu o specjację i frakcjonowanie.  |  |           |              |         |            |
| C2 Nabycie wiedzy związanej z analizą próbek pod kątem analizy specjacyjnej i frakcjonowanej, tj. sposobów pobierania i przygotowania próbek, metod rozdzielania i oznaczania różnych form pierwiastków oraz oceny i kontroli otrzymanych wyników. |  |           |              |         |            |
| C3 Zapoznanie ze specjacją/frakcjonowaniem wybranych pierwiastków w środowisku (m.in. As, Hg, Cr).   |  |           |              |         |            |
| C4 Wykształcenie świadomości o roli, potrzebie i zastosowaniu specjacji (frakcjonowaniu) pierwiastków we współczesnym świecie.   |  |           |              |         |            |
| C5 Zaznajomienie z właściwą metodologią postępowania w analizie specjacyjnej i frakcjonowanej pierwiastków w różnego rodzaju próbkach środowiskowych.  |  |           |              |         |            |

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

Student:

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

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

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

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

PEU\_W05 – zna problematykę specjacji pierwiastków w środowisku wodnym

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

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

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

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

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

**Z zakresu umiejętności:**

Student:

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | specjacyjnej).  |   |
| Wy11  | Podstawowe metody spektroskopowe detekcji form specjacyjnych pierwiastków – przegląd metod spektrometrii atomowej absorpcyjnej (AAS), emisyjnej (OES) oraz mas (MS).              | 2   |
| Wy12  | Przegląd metod elektrochemicznych detekcji form specjacyjnych pierwiastków  | 2   |
| Wy13  | Ocena jakości wyników analizy specjacyjnej i frakcjonowanej.  | 2   |
| Wy14  | Kontrola jakości wyników analizy specjacyjnej i frakcjonowanej.   | 2   |
| Wy15  | Specjacja wybranych pierwiastków w środowisku.  | 2   |
|   | Suma godzin   | <b>30</b>   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1.   | Wykład informacyjny/problemowy połączony z prezentacją multimedialną.   |   |
| N2.   | Przygotowanie prezentacji multimedialnej.   |   |
| N3.   | Konsultacje.  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
| P (wykład)  | PEU_W01 – PEU_W10<br>PEU_U01  | przygotowanie prezentacji multimedialnej na wybrany temat poświęcony przedmiotowi wykładu |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1]   | D. Barańkiewicz, E. Bulska, Specjacja chemiczna – Problemy i możliwości, Wydawnictwo Malamut, Warszawa 2009.  |   |
| [2]   | R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann, Handbook of Elemental Speciation I: Techniques and Methodology, John Wiley and Sons, 2003.  |   |
| [3]   | R. Cornelis, H. Crews, J. Caruso, K. Heumann, Handbook of Elemental Speciation II: Species in the Environment, Food, Medicine and Occupational Health, John Wiley and Sons, 2003. |   |
| [4]   | L. Ebdon, L. Pitts, R. Cornelis, H. Crews, O.F.X. Donard, P. Quevauviller, Trace Element Speciation for Environment, Food and Health, RSC.  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1]   | Z. Mester, R. Sturgeon, Comprehensive Analytical Chemistry, vol. Sample Preparation for Trace Element Analysis, Elsevier, 2003.   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>                                  |   |   |
| <b>dr inż. Maja Welna, maja.welna@pwr.edu.pl</b>  |   |   |

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                     |           |              |         |            |
|--|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Podstawowe procesy jednostkowe w technologii chemicznej                           |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Basic unit processes in chemical technology                                    |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna  |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: wybieralny  |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu   |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów: NIE  |                     |           |              |         |            |
|  | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 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 (BU)                            | 1,3                 |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>                                   |                     |           |              |         |            |
| 1. Podstawy chemii fizycznej   |                     |           |              |         |            |
| 2. Elementarna matematyka  |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| C1 Przedstawić koncepcje procesów i operacji jednostkowych   |                     |           |              |         |            |
| C2 Nauczyć podstaw operacji zachodzących w aparatach/reaktorach by wykorzystać tę wiedzę w przy tworzeniu instalacji |                     |           |              |         |            |
| C3 Wprowadzić podstawy umożliwiające prowadzenie procesów i operacji w układach ciągłych                             |                     |           |              |         |            |
| C4 Przedstawić podstawy tworzenia ciągów technologicznych  |                     |           |              |         |            |
| C5 Przedstawić wybrane procesy i operacje, procesy niekatalityczna i katalityczne w złożu stałym                     |                     |           |              |         |            |
| C6 Przedstawić specyfikę procesów biotechnologicznych  |                     |           |              |         |            |
| C7 Pokazać nowoczesne metody separacyjne stosowane w technologii chemicznej  |                     |           |              |         |            |



**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 właściwie opisuje operacje i procesy w technologii chemicznej

PEU\_W02 może wykreślić schematy technologiczne, dobrać aparaturę oraz wskazać właściwe operacje i procesy,

PEU\_W03 wie jak opisać i zbilansować przepływy materiałowe w układach,

PEU\_W04 Zna podstawy procesów katalitycznych i niekatalitycznych oraz potrafi je opisać,

PEU\_W05 posiada wiedzę o metodach separacyjnych,

PEU\_W06 student zna podstawy produkcji biopaliw,

PEU\_W07 zna podstawy procesów polimeryzacji i charakterystykę otrzymanych materiałów,

PEU\_W08 posiada informacje z obszaru procesów biotechnologicznych

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | Informacje podstawowe, operacje i procesy jednostkowe, definicje i charakterystyki   | 2                    |
| Wy2                         | Diagramy procesów chemicznych, operacje i procesy jednostkowe jako składowe procesu technologicznego, Surowce, produkty i produkty uboczne,  | 2                    |
| Wy3                         | Parametry procesów i operacji jednostkowych. Mieszanie oraz wymiana masy i ciepła. Równowaga w procesach chemicznych, wydajność i konwersja odczynników w procesie chemicznym  | 2                    |
| Wy4                         | Pojęcie siły napędowej reakcji w układach o różnych przepływach, metody zwiększania prędkości reakcji w procesach jednostkowych  | 2                    |
| Wy5                         | Przykłady rozwiązań aparaturowych dla procesów jednostkowych i operacji w układzie gaz-ciało stałe, gaz-ciecz, układ trójfazowy w układzie katalitycznym i niekatalitycznym, rozwiązania aparaturowe dla różnych postaci katalizatora w procesach jednostkowych. | 2                    |
| Wy6                         | Przykłady procesów technologicznych, procesy katalityczne w złożu fluidalnym, procesy katalityczne zachodzące w obecności stacjonarnego złoża katalizatora   | 2                    |
| Wy7                         | Procesy niekatalityczne, temperatura w układzie heterogenicznym, procesy elektrolityczne   | 2                    |
| Wy8                         | Procesy niekatalityczne, procesy enzymatyczne z enzymami natywnymi i unieruchomionymi. Stabilność układów  | 2                    |
| Wy9                         | Mikroorganizmy. Procesy mikrobiologiczne. Kinetyka. Dystrybucja produktów.   | 2                    |
| Wy10                        | Operacje separacji: ekstrakcja, destylacja, chromatografia, sedymentacja, flokulacja.  | 2                    |
| Wy11                        | Proste operacje membranowe: mikrofiltracja, ultrafiltracja, nanofiltracja, odwrócona osmoza, elektrodializa  | 2                    |
| Wy12                        | Zaawansowane procesy membranowe: perwaporacja, destylacja membranowa, procesy hybrydowe.   | 2                    |
| Wy13                        | Polimeryzacja addycyjna: mechanizmy reakcji, inicjatory, inhibitory. Polimeryzacja kondensacyjna   | 2                    |
| Wy14                        | Masy cząsteczkowe. Rozkłady masy cząsteczkowej. Roztwory polimerów. Skondensowane fazy   | 2                    |
| Wy15                        | Mieszanki polimerów. Krystaliczność. Temperatura przejścia fazowego  | 2                    |
|                             | Suma godzin  | <b>30</b>            |

| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |                          |   |
|---|--------------------------|---|
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Ćwiczenie laboratoryjne<br>N3. Sprawozdania<br>N4. Konsultacje   |                          |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |                          |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
| P (wykład)  | PEU_W01-PEU_W08          | Zaliczenie na ocenę<br>2,0, gdy 0-50% pkt<br>3,0, gdy 51-60% pkt<br>3,5, gdy 61-70% pkt<br>4,0, gdy 71-80% pkt<br>4,5, gdy 81-90% pkt<br>5,0, gdy 91-98 % pkt<br>5,5, gdy >98 % pkt |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |                          |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |                          |   |
| <p>[1] I. Mukhlyonov et al. The Theoretical Foundations of Chemical Technology, Part 1 and Part 2. Mir Publishers, Moscow. 1977.</p> <p>[2] M. Bodzek, J. Bohodziewicz, K. Konieczny, Techniki membranowe w ochronie środowiska, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1997</p> <p>[3] Praca zbiorowa pod red. Z. Florjańczyka, S. Penczka, Chemia polimerów t. III, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998</p> <p>[4] Szlachta Z., „Zasilanie silników wysokoprężnych paliwami rzepakowymi”, WKŁ Warszawa 2002.</p> <p>[5] Baczewski K., Kałdoński T. „Paliwa do silników o zapłonie samoczynnym”, WKŁ Warszawa 2008</p> <p>[6] Morrison R.T., Boyd R.N. „Chemia organiczna T.1” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010</p> <p>[1] <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></b> T. Winnicki, Polimery w ochronie środowiska, Arkady, Warszawa 1978</p> |                          |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |                          |   |
| prof. dr hab. inż. Marek Bryjak, <a href="mailto:marek.bryjak@pwr.edu.pl">marek.bryjak@pwr.edu.pl</a><br>laboratorium dr inż. Katarzyna Pstrowska, <a href="mailto:katarzyna.pstrowska@pwr.edu.pl">katarzyna.pstrowska@pwr.edu.pl</a><br>dr inż. Joanna Wolska, <a href="mailto:joanna.wolska@pwr.edu.pl">joanna.wolska@pwr.edu.pl</a>  |                          |   |

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

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 |           |              |         |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

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

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

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

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

Z zakresu umiejętności:

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

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

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

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się           | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się  |
|--|------------------------------------|--|
| F1   | PEU_W01 –<br>PEU_W02<br>PEU_U01-02 | przedstawienie samodzielnie ścieżki syntezy wybranej substancji aktywnej leku<br>dokonuje krytycznej oceny efektywności syntezy i użytych narzędzi syntezy |
| <b>P = F1</b>  |                                    |  |

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                     |           |              |         |            |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Chemia związków koordynacyjnych, metaloorganicznych oraz supramolekularnych                            |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Chemistry of coordination, metaloorganic and supramolecular compounds                               |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia  |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności / Chemia związków organicznych i polimerów                                 |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna   |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: wybieralny   |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu:   |                     |           |              |         |            |
| Grupa kursów: NIE   |                     |           |              |         |            |
|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                     |           |              |         |            |
| 1. Znajomość chemii nieorganicznej, organicznej oraz fizycznej na poziomie studiów I stopnia  |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z zakresem badawczym chemii koordynacyjnej, terminologią obowiązującą w chemii koordynacyjnej                     |                     |           |              |         |            |
| C2 Poznanie rodzajów wiązań występujących w związkach koordynacyjnych, metaloorganicznych, metalonieorganicznych oraz klasterach          |                     |           |              |         |            |
| C3 Zapoznanie z teorią HSAB, właściwościami koordynacyjnymi jonów metali w aspekcie ich położenia w układzie okresowych                   |                     |           |              |         |            |
| C4 Opis związków koordynacyjnych w aspekcie termodynamicznym i kinetycznym  |                     |           |              |         |            |
| C5 Zapoznanie z najważniejszymi metodami otrzymywania związków koordynacyjnych  |                     |           |              |         |            |
| C6 Poznanie metody spektroskopowych do charakterystyki struktury oraz właściwości związków koordynacyjnych                                |                     |           |              |         |            |

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

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

Z zakresu umiejętności:

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

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

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



| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |                       |           |              |         |            |
|---|-----------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |                       |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Chemia a ekologia     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Chemistry and ecology |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia                |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |                       |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień            |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | wybieralny            |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |                       |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | nie                   |           |              |         |            |
|   | Wykład                | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                    |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                    |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                       |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                       |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)           | 1,3                   |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |                       |           |              |         |            |
| 1. Znajomość chemii i fizyki na poziomie szkoły średniej.   |                       |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |                       |           |              |         |            |
| C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu chemii ekologicznej.  |                       |           |              |         |            |
| C2 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.   |                       |           |              |         |            |
| C6 Praca w grupie   |                       |           |              |         |            |

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

PEU\_W01 – posiada wiedzę w zakresie chemii ekologicznej.

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

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

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

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

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

**Z zakresu umiejętności:**

PEU\_U01 – student potrafi zapobiegać zanieczyszczeniom środowiska

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|---|----------------------|
| Wy1                         | Podstawy ekologii – podstawowe pojęcia oraz charakterystyka zagadnień dotyczących: biosfery, atmosfery, hydrosfery i litosfery. | 2                    |
| Wy2                         | Pochodzenie i rozpowszechnienie pierwiastków chemicznych na Ziemi i we Wszechświecie.   | 2                    |
| Wy3                         | Czynniki ekologiczne – prawo Liebiga i Shelforda. Abiotyczne i biotyczne czynniki środowiska.                                   | 2                    |
| Wy4                         | Główne cykle biogeochemiczne występujące w środowisku. Wpływ człowieka na cykle biochemiczne.                                   | 2                    |
| Wy5                         | Ekologiczna klasyfikacja organizmów.  | 3                    |
| Wy6                         | Rolnictwo ekologiczne. Zdrowa żywność i suplementy diety.   | 2                    |
| Wy7                         | GMO – organizmy modyfikowane genetycznie.   | 3                    |
| Wy8                         | Kolokwium zaliczeniowe nr 1.  | 1                    |
| Wy9                         | Odpady: rodzaje, gospodarka odpadami, 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 UCZENIA SIĘ**

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

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

## WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

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

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 |           |              |         |            |

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

1. Znajomość podstaw chemii organicznej
2. Znajomość podstaw biochemii

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna właściwości aminokwasów i metody ich syntezy

PEU\_W02 Zna metody syntezy peptydów i białek

PEU\_W03 Zna metody analizy strukturalnej peptydów i białek

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

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi zaproponować metodę syntezy dla peptydów i białek

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

**TREŚCI PROGRAMOWE**

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

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. wykład z prezentacją multimedialną

N2. praca własna

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

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

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                          |           |              |         |            |  |
|--|--------------------------|-----------|--------------|---------|------------|--|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                          |           |              |         |            |  |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Chemia kombinatoryczna   |           |              |         |            |  |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Combinatorial chemistry  |           |              |         |            |  |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia                   |           |              |         |            |  |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Medicinal Chemistry      |           |              |         |            |  |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień / stacjonarna |           |              |         |            |  |
| Rodzaj przedmiotu:   | wybieralny               |           |              |         |            |  |
| Kod przedmiotu   |                          |           |              |         |            |  |
| Grupa kursów   | NIE                      |           |              |         |            |  |
|  | Wykład                   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |  |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                       |           |              |         |            |  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60                       |           |              |         |            |  |
| Forma zaliczenia   | Zaliczenie na ocenę      |           |              |         |            |  |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |                          |           |              |         |            |  |
| Liczba punktów ECTS  | 2                        |           |              |         |            |  |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |                          |           |              |         |            |  |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)        | 1,3                      |           |              |         |            |  |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                          |           |              |         |            |  |
| Znajomość chemii organicznej na poziomie zaliczenia kursu „Podstawy chemii organicznej”.   |                          |           |              |         |            |  |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                          |           |              |         |            |  |
| C1 Zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami i metodami syntezy bibliotek związków organicznych w roztworze i na stałym podłożu.            |                          |           |              |         |            |  |
| C2 Prezentacja przykładów ich zastosowania w opracowaniu związków o ukierunkowanej aktywności biologicznej lub właściwościach fizykochemicznych. |                          |           |              |         |            |  |
| C3 Przedstawienie metodologii syntezy kombinatorycznej związków niskocząsteczkowych oraz oligomerów naturalnych.                                 |                          |           |              |         |            |  |
| C4 Opanowanie terminologii anglojęzycznej.   |                          |           |              |         |            |  |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |                          |           |              |         |            |  |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W01 Student zna podstawową teorię dotyczącą budowy i zastosowania stałych nośników polimerowych, rozumie rolę i zalety immobilizacji.        |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W02 Student zna metodologię otrzymywania i dekonwolucji bibliotek związków chemicznych w roztworze i na stałym podłożu.                      |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W03 Student zna przykłady zastosowania chemii kombinatorycznej w opracowaniu produktu o określonych właściwościach fizykochemicznych.        |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W04 Student rozumie rolę syntezy kombinatorycznej w procesie opracowania nowych leków.   |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W05 Student jest zaznajomiony z tradycyjną i kombinatoryczną syntezą peptydów, oligonukleotydów oraz oligosacharydów.                        |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W06 Student zna techniki instrumentalne chemii kombinatorycznej stosowane w syntezie i analizie produktów.                                   |                          |           |              |         |            |  |
| PEU_W07 Student jest zaznajomiony z angielską terminologią dotyczącą przedmiotu.   |                          |           |              |         |            |  |

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



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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |  |           |              |         |            |
|---|--|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>   |  |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Podstawy chemii fizycznej (kurs w jęz. ang.)   |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Fundamentals of physical chemistry             |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |  |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |  |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień- semestr uzupełniający, stacjonarna |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | wybieralny                                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |  |           |              |         |            |
| Grupa kursów  | NIE  |           |              |         |            |
|   | Wykład   | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30   |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60   |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | Zaliczenie na ocenę                            |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   | X  |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2  |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |  |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)   | 1,3  |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |  |           |              |         |            |
| 1. Podstawy matematyki: analiza matematyczna I i II, algebra.<br>2. Podstawy fizyki: fizyka I i II.<br>3. Podstawy chemii: chemia ogólna, podstawy chemii nieorganicznej.<br>4. Język angielski |  |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |  |           |              |         |            |
| C1 Zastosowania termodynamiki do opisu reakcji chemicznej   |  |           |              |         |            |
| C2 Elementarne metody laboratoryjne wykorzystujące zasadę równowagi fazowej: destylacja, krystalizacja, ekstrakcja, chromatografia  |  |           |              |         |            |
| C3 Elektrochemiczne metody pomiarowe w laboratorium: potencjometria, konduktometria, polarografia, amperometria.  |  |           |              |         |            |
| C4 Zastosowanie równań kinetycznych w opisie szybkości realnych reakcji chemicznych   |  |           |              |         |            |

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – zna podstawy termodynamiki

PEU\_W02 – zna podstawy opisu równowag fazowych

PEU\_W03 – zna podstawowy opis działania ogniw oraz zachowania jonów w roztworach wodnych.

PEU\_W04 – zna podstawy kinetyki chemicznej

**Z zakresu umiejętności:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_U01 – potrafi rozwiązywać elementarne zagadnienia rachunkowe z zakresu termodynamiki: obliczenie ciepła reakcji, obliczanie stałej równowagi.

PEU\_U02 – potrafi wykonać obliczenie efektów przemian fazowych: prężność pary w zależności od warunków, skład destylatu itp.

PEU\_U02 – potrafi obliczać siłę elektromotoryczną ogniw, wartości pH roztworów, rozpuszczalność soli w wodzie itp.

PEU\_U02 – potrafi obliczać stałe szybkości reakcji, rząd reakcji oraz jej energię aktywacji na podstawie wyników zależności stężenia od czasu w różnych temperaturach.

**Z zakresu kompetencji społecznych:**

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_K01 – posiada umiejętność kojarzenia informacji z rozmaitych dziedzin cząstkowych (matematyka, fizyka, chemia) w celu uzyskania spójnego wniosku.

PEU\_K02 – jest przygotowana do wykonywania obliczeń w zakresie elementarnych metod rachunkowych oraz do oceny obiektywnej wartości uzyskanego wyniku.

**REŚCI PROGRAMOWE**

| Forma zajęć - wykład |   | Liczba godz. |
|----------------------|---|--------------|
| Wy1                  | Termodynamika chemiczna. Ciepło i praca. I zasada termodynamiki. Termochemia.   | 2            |
| Wy2                  | Termodynamika chemiczna. II zasada termodynamiki. Entropia, energia swobodna i entalpia swobodna.   | 2            |
| Wy3                  | Termodynamika chemiczna. Potencjał chemiczny i powinowactwo chemiczne. Równowaga chemiczna. Izobara van't Hoffa                           | 2            |
| Wy4                  | Kinetyczna teoria gazów. Równania stanu. Gazy rzeczywiste, współczynnik lotności  | 2            |
| Wy5                  | Równowagi fazowe. Reguła faz Gibbsa. Równowaga fazowa w układzie jednoskładnikowym (prawo Clausiusa-Clapeyrona).                          | 2            |
| Wy6                  | Układy dwuskładnikowe. Równowaga ciecż-para (prawa Raoult'a i Henry'ego). Destylacja. Równowaga ciecż-ciecż. Równowaga ciecż-ciało stałe. | 2            |
| Wy7                  | Współczynnik podziału Nernsta. Ekstrakcja   | 2            |
| Wy8                  | Zjawiska powierzchniowe. Adsorpcja. Izotermy adsorpcji. Chromatografia. Napięcie powierzchniowe.  | 2            |
| Wy9                  | Układy dyspersyjne. Zjawiska elektrokinetyczne. Właściwości koloidów. Zjawiska transportu: dyfuzja, lepkość.                              | 2            |
| Wy10                 | Elektrochemia. Ogniwa elektrochemiczne. Siła elektromotoryczna. Półogniwa. Ogniwa jako źródła energii.                                    | 2            |
| Wy11                 | Elektrochemia. Przewodność elektrolitów. Elektroliza. Polarografia. Zastosowania analityczne metod elektrochemicznych.                    | 2            |
| Wy12                 | Kinetyka chemiczna. Szybkość reakcji. Kinetyka formalna: rzędy reakcji. Reakcje nieelementarne.   | 2            |
| Wy13                 | Zależność szybkości reakcji od temperatury. Energia aktywacji. Podstawy   | 2            |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | teoretyczne  |   |
| Wy14  | Kataliza homo- i heterogeniczna. Reakcje autokatalityczne. Kinetyka reakcji jonowych. Kinetyka reakcji w układach wielofazowych.                                 | 2   |
| Wy15  | Kinetyka reakcji w ciałach stałych / Zjawiska osmotyczne   | 2   |
|   | Suma godzin  | <b>30</b>                                   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1  | Wykład: zredagowana prezentacja multimedialna  |   |
| N2  | Wykład: test wyboru  |   |
| N3  | kolokwia tradycyjne  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>                               |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1  | PEU_U01,<br>PEU_U02  | Kolokwium 1                                 |
| F2  | PEU_U03,<br>PEU_U04  | Kolokwium 2                                 |
| F3  | PEU_W01<br>PEU_W02<br>PEU_W03<br>PEU_W04<br>PEU_K01<br>PEU_K02   | Egzamin testowy                             |
| <b><math>P = 0,3(F1+F2)+0,4F3</math></b><br>Warunek zaliczenia: P=50% lub więcej          |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |   |
| [1]   | Peter Atkins, Julio De Paula, "Atkins' Physical Chemistry", Eighth edition, Oxford University Press, Oxford 2006   |   |
| [2]   | Peter Atkins and Julio de Paula, „Atkins' Physical Chemistry”, Ninth Edition, Oxford University Press, Oxford 2009   |   |
| [3]   | Charles Trapp, Marshall Cady, and Carmen Giunta, „Student's solutions manual to accompany Atkins' Physical Chemistry 9/e”, Oxford University Press, Oxford 2010  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |  |   |
| [1]   | H. Kuhn i H.-D. Försterling, Principles of Physical Chemistry. Understanding Molecules, Molecular Assemblies, Supramolecular Machines, J. Wiley, Chichester 1999 |   |
| [2]   | Clifford E. Dykstra, Physical Chemistry: A Modern Introduction, CRC Press, 2012  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>                                  |  |   |
| Prof. Marek Samoć, marek.samoc@pwr.edu.pl   |  |   |

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

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 |           |              |         |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

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

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

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

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

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

Z zakresu umiejętności:

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

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

### TREŚCI PROGRAMOWE

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

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

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się           | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się  |
|--|------------------------------------|--|
| F1   | PEU_W01 –<br>PEU_W02<br>PEU_U01-02 | przedstawienie samodzielnie ścieżki syntezy wybranej substancji aktywnej leku<br>dokonuje krytycznej oceny efektywności syntezy i użytych narzędzi syntezy |
| <b>P = F1</b>  |                                    |  |

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

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

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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



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

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 |           |              |         |            |

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

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

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

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

Z zakresu umiejętności:

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

Z zakresu kompetencji społecznych:

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

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

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

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

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

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

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

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |                                   |              |         |            |
|---|---|-----------------------------------|--------------|---------|------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |   |                                   |              |         |            |
| Nazwa w języku polskim  |   | Metalurgia Chemiczna              |              |         |            |
| Nazwa w języku angielskim   |   | Chemical metallurgy               |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   |   | Chemia                            |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  |   | Analityka środowiskowa i żywności |              |         |            |
| Stopień studiów i forma:  |   | II stopień, stacjonarna           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  |   | wybieralny                        |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |   |                                   |              |         |            |
| Grupa kursów  |   |                                   |              |         |            |
| NIE   |   |                                   |              |         |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia                         | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30  |                                   |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60  |                                   |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę   |                                   |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |                                   |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2   |                                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   |                                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3   |                                   |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI</b>   |   |                                   |              |         |            |
| 1. Znajomość chemii na poziomie I roku studiów I stopnia (kursy Chemia Ogólna i Podstawy Chemii Nieorganicznej)                           |   |                                   |              |         |            |
| 2. Znajomość podstaw termodynamiki chemicznej (na poziomie kursu Chemia Fizyczna I)   |   |                                   |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |                                   |              |         |            |
| C1  | Zapoznanie studentów z podstawową terminologią stosowaną w metalurgii chemicznej.                           |                                   |              |         |            |
| C2  | Uzyskanie podstawowej wiedzy z zakresu mineralurgii chemicznej  |                                   |              |         |            |
| C3  | Uzyskanie podstawowej wiedzy o procesach jednostkowych w hydrometalurgii.                                   |                                   |              |         |            |
| C4  | Zapoznanie słuchaczy z teorią procesów pirometalurgicznych oraz podstawowymi procesami otrzymywania metali. |                                   |              |         |            |
| C5  | Uzyskanie podstawowej wiedzy w zakresie otrzymywania lantanowców i aktynowców.                              |                                   |              |         |            |
| C6  | Zapoznanie studentów z procesami otrzymywania metali w postaci proszkowej.                                  |                                   |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |                                   |              |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |                                   |              |         |            |
| Osoba, która zaliczyła przedmiot:   |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W01 – zna podstawowe terminy i pojęcia dotyczące procesów metalurgicznych   |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W02 – posiada podstawową wiedzę z zakresu procesów mineralurgii chemicznej  |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W03 – zna podstawy teoretyczne procesów jednostkowych stosowanych w hydrometalurgii   |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W04 – zna podstawy teoretyczne procesów pirometalurgicznych   |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W05 – posiada wiedzę dotyczącą procesów technologicznych otrzymywania wybranych metali  |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W06 – zna metody otrzymywania lantanowców i aktynowców  |   |                                   |              |         |            |
| PEU_W07 – posiada podstawową wiedzę z zakresu metalurgii proszkowej   |   |                                   |              |         |            |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>  |   |                                   |              |         |            |

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |                     |           |              |         |            |
|--|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim: Biologia molekularna  |                     |           |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Molecular biology  |                     |           |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  |                     |           |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   |                     |           |              |         |            |
| Poziom i forma studiów: II stopień – semestr uzupełniający, stacjonarna  |                     |           |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu: wybieralny  |                     |           |              |         |            |
| Kod przedmiotu: Grupa kursów: NIE  |                     |           |              |         |            |
|  | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 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 (BU)  | 1,3                 |           |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |                     |           |              |         |            |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Znajomość podstaw chemii organicznej</li> <li>2. Znajomość podstaw biologii</li> </ol>             |                     |           |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |                     |           |              |         |            |
| C1 Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami biochemii kwasów nukleinowych, DNA i RNA. Poznanie ich budowy i funkcji                     |                     |           |              |         |            |
| C2 Zapoznanie studentów z przepływem informacji genetycznej  |                     |           |              |         |            |
| C3 Zapoznanie studentów z metodami badania genów i genomów   |                     |           |              |         |            |
| C4 Omówienie podstawowych pojęć związanych z ewolucją, ewolucją sekwencji DNA i białek   |                     |           |              |         |            |
| C5 Zapoznanie studentów z przykładami wykorzystania narzędzi bioinformatycznych do analizy ewolucji, sekwencji kwasów nukleinowych i białek  |                     |           |              |         |            |
| C6 Omówienie replikacji, topologii, naprawy i rekombinacji DNA   |                     |           |              |         |            |
| C7 Uzyskanie wiedzy dotyczącej syntezy i dojrzewania RNA   |                     |           |              |         |            |
| C8 Omówienie kodu genetycznego i syntezy białka  |                     |           |              |         |            |
| C9 Zapoznanie studentów ze sposobami kontroli ekspresji genów u Prokaryota   |                     |           |              |         |            |
| C10 Omówienie kontroli ekspresji genów u Eukaryota i roli czynników transkrypcyjnych ze szczególnym uwzględnieniem roli receptorów jądrowych |                     |           |              |         |            |
| C11 Zapoznanie studentów z molekularnymi uwarunkowaniami wybranych chorób oraz terapii   |                     |           |              |         |            |

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

Osoba, która zaliczyła przedmiot:

PEU\_W01 – zna budowę i funkcję DNA i RNA na poziomie molekularnym

PEU\_W02 – zna budowę i funkcję enzymów biorących udział w syntezie DNA i RNA u Prokaryota i Eukaryota

PEU\_W03 – umie opisać przepływ informacji genetycznej

PEU\_W04 – zna nowoczesne metody umożliwiające klonowanie, badanie genów i genomów organizmów

PEU\_W05 – ma podstawową wiedzę o ewolucji sekwencji DNA i białek

PEU\_W06 – zna przykłady wykorzystania narzędzi bioinformatycznych do analizy sekwencji DNA i białek

PEU\_W07 – zna procesy replikacji, rekombinacji i naprawy DNA

PEU\_W08 – zna proces syntezy i procesowania RNA

PEU\_W09 – umie opisać syntezę białka u Prokaryota i Eukaryota oraz podstawy regulacji aktywności białka

PEU\_W10 – zna budowę i sposób odczytywania kodu genetycznego

PEU\_W11 – umie opisać sposoby kontroli ekspresji informacji genetycznej u Prokaryota

PEU\_W12 – umie opisać sposoby kontroli ekspresji informacji genetycznej u Eukaryota

ze szczególnym uwzględnieniem roliczynników transkrypcyjnych, w tym receptorów jądrowych

PEU\_W13 – zna podstawy molekularne wybranych chorób oraz terapii

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|---|----------------------|
| Wy1                         | Zapoznanie z organizacją i warunkami zaliczenia zajęć. Budowa DNA i RNA   | 2                    |
| Wy2                         | Przepływ informacji genetycznej, wprowadzenie do kodu genetycznego  | 1                    |
| Wy3                         | Poznanie genów: enzymy restrykcyjne, sekwencjonowanie DNA, wizualizacja DNA, elektroforeza agarozowa, techniki hybrydyzacyjne, znakowanie DNA   | 2                    |
| Wy4                         | Poznanie genów: PCR, elektroforeza poliakrylamidowa, klonowanie, wektory, mutageneza ukierunkowana  | 3                    |
| Wy5                         | Badanie ewolucji, narzędzia bioinformatyczne, biblioteki cDNA i genomowe  | 2                    |
| Wy6                         | Replikacja, rekombinacja, ligacja, topologia i naprawa DNA  | 2                    |
| Wy7                         | Rodzaje, synteza i dojrzewanie RNA  | 2                    |
| Wy8                         | Budowa tRNA, budowa rybosomów u Prokaryota i Eukaryota  | 1                    |
| Wy9                         | Synteza białek u Prokaryota   | 2                    |
| Wy10                        | Synteza białek u Eukaryota  | 2                    |
| Wy11                        | Kontrola ekspresji genów u Prokaryota: operon laktozowy, operon tryptofanowy  | 2                    |
| Wy12                        | Kontrola ekspresji genów u Prokaryota: operon arabinozowy, kontrola replikacji bakteriofaga λ   | 2                    |
| Wy13                        | Kontrola ekspresji genów u Eukaryota: budowa, organizacja i funkcja histonów, budowa i funkcja podstawowego aparatu transkrypcyjnego.   | 2                    |
| Wy14                        | Kontrola ekspresji genów u Eukaryota: budowa i funkcja wybranych czynników transkrypcyjnych z uwzględnieniem receptorów jądrowych. Dyskusja znaczenia medycznego poznanych zagadnień. | 3                    |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Wy15  | Podsumowanie materiału. Kolokwium końcowe | 2   |
|   | Suma godzin                               | <b>30</b>   |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |   |   |
| N1. Prezentacja multimedialna<br>N2. Dyskusja otwarta<br>N3. Dyskusja dotycząca zadań i problemów zamieszczonych na listach   |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu kształcenia                  | Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia                                       |
| F1  | PEU_W01-<br>PEU_W13                       | Podczas każdego zajęcia student może otrzymać punkty za aktywność w liczbie 1 pkt |
| F2  | PEU_W01-<br>PEU_W13                       | Pisemne kolokwium zaliczeniowe  |
| P=F1+F2<br>3,0 jeżeli (F1 + F2) = 60,0 – 67,0 pkt.<br>3,5 jeżeli (F1 + F2) = 67,0 – 75,0 pkt.<br>4,0 jeżeli (F1 + F2) = 75,0 – 82,0 pkt.<br>4,5 jeżeli (F1 + F2) = 82,0 – 92,0 pkt.<br>5,0 jeżeli (F1 + F2) = 92,0 – 100,0 pkt.<br>5,5 jeżeli (F1 + F2) = >100,0 pkt. |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |   |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |   |   |
| [1] Berg, J.M., Stryer, L., Tymoczko, J.L., Gatto J.G., „Biochemistry” W.H. Freeman and Co., New York – 8th edition 2015  |   |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |   |   |
| [1] Voet, D., Voet, J.G. „Biochemistry” Wiley & Sons, Inc., 3rd edition   |   |   |
| [2] Voet, D., Voet, J.G., Pratt, Ch.W., „Fundamentals of Biochemistry”  |   |   |
| [3] Stryer L “Biochemistry” 3th or 4 <sup>th</sup> edition  |   |   |
| [4] ‘Textbook of Biochemistry with clinical correlations’ edited by .T.M Devlin, Wiley and Sons, 7th edition 2011   |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |   |   |
| <b>Dr inż. Beata Greb-Markiewicz, beata.greb-markiewicz@pwr.edu.pl</b>  |   |   |



| WYDZIAŁ CHEMICZNY  |   |           |              |         |            |  |
|--|---|-----------|--------------|---------|------------|--|
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>  |   |           |              |         |            |  |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim  | Wybrane reakcje w chemii organicznej    |           |              |         |            |  |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim   | Selected reactions in organic chemistry |           |              |         |            |  |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):  | Chemia                                  |           |              |         |            |  |
| Specjalność (jeśli dotyczy):   | Medicinal Chemistry                     |           |              |         |            |  |
| Poziom i forma studiów:  | II stopień,                             |           |              |         |            |  |
| Rodzaj przedmiotu:   | wybieralny                              |           |              |         |            |  |
| Kod przedmiotu   |   |           |              |         |            |  |
| Grupa kursów   | NIE                                     |           |              |         |            |  |
|  | Wykład                                  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |  |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)  | 30                                      |           |              |         |            |  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)  | 60                                      |           |              |         |            |  |
| Forma zaliczenia   | zaliczenie na ocenę                     |           |              |         |            |  |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)  |   |           |              |         |            |  |
| Liczba punktów ECTS  | 2                                       |           |              |         |            |  |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)  |   |           |              |         |            |  |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)  | 1,3                                     |           |              |         |            |  |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>   |   |           |              |         |            |  |
| 1. Zaliczony wykład z „Podstaw Chemii Organicznej”   |   |           |              |         |            |  |
| 2. Znajomość podstawowych mechanizmów reakcji organicznych   |   |           |              |         |            |  |
| 3. Znajomość języka angielskiego   |   |           |              |         |            |  |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>   |   |           |              |         |            |  |
| C1 Przedstawienie podstawowych klas związków organicznych z uwzględnieniem zagadnień izomerii, stereochemii, oraz najważniejszych reakcji charakterystycznych dla grup funkcyjnych |   |           |              |         |            |  |
| C2 Przedstawienie mechanizmów wybranych imiennych reakcji organicznych, a także szeregu innych reakcji   |   |           |              |         |            |  |
| C3 Omówienie mechanizmów reakcji organicznych takich jak addycja, eliminacja, substytucja rodnikowa, elektrofilowa i nukleofilowa  |   |           |              |         |            |  |
| C4 Omówienie reakcji pericyklicznych   |   |           |              |         |            |  |
| C5 Omówienie reakcji związków metaloorganicznych   |   |           |              |         |            |  |
| C6 Omówienie zasad planowania syntezy założonej cząsteczki docelowej   |   |           |              |         |            |  |

| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>   |   |   |
|--|---|---|
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>   |   |   |
| PEU_W01 – zna podstawowe klasy związków organicznych z uwzględnieniem zagadnień izomerii, stereochemii, oraz najważniejszych reakcji charakterystycznych dla grup funkcyjnych. |   |   |
| PEU_W02 – zna mechanizmy reakcji organicznych takich jak addycja, eliminacja, substytucja rodnikowa, elektrofilowa i nukleofilowa oraz wybrane imienne reakcje                 |   |   |
| PEU_W03 – zna reaktywność związków metaloorganicznych, a także fosforo- i siarkoorganicznych oraz przykłady ich wykorzystania w syntezie                                       |   |   |
| PEU_W04 – zna selektywne metody redukcji oraz selektywne metody utleniania stosowane w chemii organicznej  |   |   |
| PEU_W05 – rozumie celowość i znać sposoby ochrony grup funkcyjnych   |   |   |
| PEU_W06 – wie jak postępować przy planowaniu syntezy założonej cząsteczki docelowej o umiarkowanie skomplikowanej strukturze   |   |   |
| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>   |   |   |
| <b>Forma zajęć - wykład</b>  |   | <b>Liczba godzin</b>                        |
| Wy1  | Electronic structure of organic compounds. Molecular architecture – elements of stereochemistry.                  | 2   |
| Wy2  | Reaction equilibrium and rate. Intermediates, transition state.   | 2   |
| Wy3  | Reactions of aromatic compounds. Reactions of carbonyl compounds.   | 2   |
| Wy4  | Reactions of some organometallic compounds (Li, Mg, Zn,...). Reactions of organophosphorous and sulfur compounds. | 2   |
| Wy5  | Selective methods for reductions of organic compounds. Selective methods for oxidations of organic compounds.     | 3   |
| Wy6  | Pericyclic reactions. Ideas of organic synthesis.   | 2   |
| Wy7  | Selective transformations and protections of functional groups. Targeted synthesis.                               | 2   |
|  | Suma godzin   | 15  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>   |   |   |
| N1. wykład z prezentacją multimedialną   |   |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>  |   |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się  | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P zaliczenie na podstawie obecności na wykładach   |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>   |   |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA:</b>  |   |   |
| [1] J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Organic Chemistry, Oxford, 2000;  |   |   |
| [2] J. McMurry, Chemia organiczna, tom 1 – 5, PWN, Warszawa, 2005;   |   |   |
| [3] Michael B. Smith, Jerry March, March's Advanced Organic Chemistry, Wiley, 2000.  |   |   |
| [4] J. Skarzewski, Wprowadzenie do syntezy organicznej, PWN, Warszawa, 1999.   |   |   |
| <b>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</b>   |   |   |
| [1] L. G. Wade, Organic Chemistry, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2006.  |   |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>   |   |   |
| Dr hab. inż. Rafał Kowalczyk, prof. uczelni rafal.kowalczyk@pwr.edu.pl   |   |   |

## WYDZIAŁ CHEMICZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Sensory i biosensory – alternatywne narzędzia analityczne

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Sensors and biosensors - alternative analytical devices

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Chemia

Specjalność (jeśli dotyczy): Analityka środowiskowa i żywności, Chemia związków organicznych i polimerów

Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: wybieralny

Kod przedmiotu

Grupa kursów NIE

|   | Wykład              | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30                  |           |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60                  |           |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | Zaliczenie na ocenę |           |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |                     |           |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2                   |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |                     |           |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3                 |           |              |         |            |

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

1. Wiedza podstawowa z zakresu chemii nieorganicznej, analitycznej, fizycznej, organicznej oraz z zakresu fizyki.
2. Wiedza podstawowa z zakresu technik analitycznych.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 Zapoznanie studentów z zagadnieniami na temat mechanizmów działania sensorów chemicznych i biosensorów oraz z metodami detekcji stosowanymi w sensoryce.

C2 Zapoznanie studentów z podstawami fizykochemicznymi konstrukcji sensorów chemicznych i biosensorów.

C3 Zapoznanie studentów z zagadnieniami na temat możliwości stosowania sensorów chemicznych i biosensorów jako narzędzi analitycznych w diagnostyce medycznej, bioanalityce, analityce żywności, ochronie środowiska.

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – posiada wiedzę dotyczącą zdefiniowania pojęcia sensora chemicznego i biosensora oraz wiedzę dotyczącą klasyfikacji sensorów ze względu na zasadę działania i sposób detekcji analitu.

PEU\_W02 – potrafi wyjaśnić zasady działania (detekcji) sensora elektrochemicznego, optycznego, masowego, czy termicznego.

PEU\_W03 – potrafi sklasyfikować elementy receptorowe w urządzeniu sensorowym, opisać zasady ich działania w poszczególnych typach sensorów chemicznych i biosensorów.

PEU\_W04 – potrafi zdefiniować parametry analityczne sensorów i biosensorów oraz ocenić możliwości zastosowania ich jako narzędzi analitycznych w różnych gałęziach przemysłu, w ochronie środowiska, oraz szeroko rozumianej diagnostyce.

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| <b>Forma zajęć - wykład</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|-----------------------------|--|----------------------|
| Wy1                         | Ogólna charakterystyka sensora chemicznego i biosensora. Typy sensorów chemicznych. Podział biosensorów ze względu na klasyczną zasadę działania.  | 2                    |
| Wy2                         | Podstawy rozpoznania chemicznego - parametry operacyjne sensorów: zakres pomiarowy, limity detekcji, czułość, selektywność, powtarzalność wyników, czas odpowiedzi, operacyjny czas życia oraz czas życia podczas przechowywania. Metody pomiarowe: oparte na krzywej kalibracyjnej i metoda wewnętrznego wzorca.  | 2                    |
| Wy3                         | Klasyczny podział sensorów ze względu na rodzaj przetwornika (elektrochemiczne, optyczne, masowe, termiczne).  | 2                    |
| Wy4                         | Podział biosensorów ze względu na rodzaj receptora (np. enzymy, przeciwciała, DNA) wpływającego na bioselektywność czujnika oraz na rodzaj przetwornika mającego wpływ na czułość biosensora.  | 2                    |
| Wy5-6                       | Podstawy fizyczne analitycznych metod optycznych wykorzystywanych w sensoryce: absorpcja promieniowania, fluorescencja, chemiluminescencja, bioluminescencja. Czujniki optyczne do oznaczania pH, tlenu, jonów metali. Zjawisko fali zanikającej i jego zastosowanie w biosensorach optycznych. Elektronowy rezonans plazmowy (SPR). Zjawisko piezoelektryczne. Zastosowanie kryształu piezoelektrycznego jako czujnika masowego (mikrowaga kwarcowa). Czujniki wykorzystujące fale akustyczne w kryształach piezoelektrycznych.<br>Wykorzystanie ciepła reakcji w konstrukcji sensorów termicznych. | 4                    |
| Wy7                         | Materiał biologiczny stosowany w konstrukcji biosensorów: enzymy, tkanki, organelle komórkowe (mitochondria, chloroplasty), mikroorganizmy (bakterie, drożdże, algi jednokomórkowe), organizmy wyższe i ich organy (np. owady), przeciwciała, kwasy nukleinowe (DNA), inne związki biologicznie czynne (np. hemoglobina). Organizmy wskaźnikowe jako biosensory.   | 2                    |
| Wy8                         | Metody immobilizacji materiału biologicznego w biosensorach: adsorpcja, sieciowanie, pułapkowanie w żelach polimerowych, wiązanie kowalencyjne, mikrokapsułkowanie.  | 2                    |
| Wy9                         | Amperometryczne elektrody enzymatyczne na przykładzie klasycznej elektrody do oznaczania stężenia glukozy. Elektrody pierwszej, drugiej,   | 2                    |

|         |   |           |
|---------|---|-----------|
|         | trzeciej generacji.   |           |
| Wy10-11 | Zastosowania sensorów i biosensorów w medycynie i medycynie sportowej, w kontroli produkcji i analizie żywności (m.in. genetycznie modyfikowanej), w kontroli procesów biotechnologicznych, w ochronie środowiska, w obronności, w badaniach naukowych.     | 4         |
| Wy12    | Laboratorium chipowe (LOC - Lab-on-a chip), idea działania mikroukładu analitycznego, zastosowanie LOC w analizie chemicznej i biochemicznej (diagnostyka medyczna), zastosowanie urządzeń w przemyśle spożywczym, kosmetycznym oraz w ochronie środowiska. | 2         |
| Wy13    | Nanomateriały stosowane w konstruowaniu urządzeń sensorowych.   | 2         |
| Wy14    | Biomimetyczne urządzenia sensorowe: sztuczny nos, sztuczny język, odtwarzanie zapachu.  | 2         |
| Wy15    | Perspektywy rozwoju urządzeń sensorowych: dalsza miniaturyzacja urządzeń i problemy z nią związane, urządzenia multifunkcyjne, spersonalizowana diagnostyka (POC, <i>point-of-care</i> ), komercjalizacja.  | 2         |
|         | <b>Suma godzin</b>  | <b>30</b> |

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z udziałem środków audiowizualnych.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer przedmiotowego efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się   |
|--|---|---|
| P (wykład)   | PEU_W01 – PEU_W04                       | Ocena z kolokwium zaliczeniowego weryfikującego opanowanie przez studenta wiedzy z zakresu sensoryki. |

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Z. Brzózka, W. Wróblewski, *Sensory chemiczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999
- [2] Z. Brzózka, *Mikrobioanalitka*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009
- [3] Florinel-Gabriel Bănică, *Chemical Sensors and Biosensors: Fundamentals and Applications*, John Wiley and Sons, Chichester, 2012
- [4] Elementy Analizy Instrumentalnej, *Ćwiczenia z Chemii Analitycznej – Zaawansowane Materiały i Nanotechnologia*, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, 2009

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [5] W. Szczepaniak: *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, PWN, Warszawa 1996.
- [6] I. Ufnalska, *Woltamperometria*, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2015.
- [7] R. F. Taylor, J. S. Schultz (red.), *Handbook of chemical and biological sensors*, Wydawnictwo IOP, Philadelphia, Bristol, 2003
- [8] B.D. Malhotra, A. Chaubey, S.P. Singh, *Prospects of conducting polymers in Biosensors*, *Analytica Chimica Acta* 578 (2006) 59 – 74
- [9] M. Gerard, A. Chaubey, B.D. Malhotra, *Application of conducting polymers to biosensors*, *Biosensors & Bioelectronics* 17 (2002) 345 – 359
- [10] A. Hulanicki, *Współczesna chemia analityczna*, PWN, Warszawa 2001

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

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

| WYDZIAŁ CHEMICZNY   |   |                     |              |         |            |
|---|---|---------------------|--------------|---------|------------|
| KARTA PRZEDMIOTU  |   |                     |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim   | Zaawansowane metody identyfikacji związków organicznych |                     |              |         |            |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim  | Advanced methods of identification of organic compounds |                     |              |         |            |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):   | Chemia  |                     |              |         |            |
| Specjalność (jeśli dotyczy):  | Chemia związków organicznych i polimerów                |                     |              |         |            |
| Poziom i forma studiów:   | II stopień / stacjonarna                                |                     |              |         |            |
| Rodzaj przedmiotu:  | obowiązkowy   |                     |              |         |            |
| Kod przedmiotu  |   |                     |              |         |            |
| Grupa kursów  | NIE   |                     |              |         |            |
|   | Wykład  | Ćwiczenia           | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 15  | 30                  |              |         |            |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60  | 60                  |              |         |            |
| Forma zaliczenia  | zaliczenie na ocenę                                     | zaliczenie na ocenę |              |         |            |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |   |                     |              |         |            |
| Liczba punktów ECTS   | 2   | 2                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |   | 2                   |              |         |            |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)   | 0,65  | 1,4                 |              |         |            |
| <b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>  |   |                     |              |         |            |
| 1. Znajomość matematyki na poziomie szkoły wyższej<br>2. Znajomość chemii ogólnej na poziomie szkoły wyższej<br>3. Znajomość chemii organicznej na poziomie I stopnia studiów   |   |                     |              |         |            |
| <b>CELE PRZEDMIOTU</b>  |   |                     |              |         |            |
| C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o spektroskopii MS, FTIR i NMR<br>C2 Poznanie teorii budowy wiązań i oddziaływań chemicznych<br>C3 Nauczenie wykonywania podstawowych obliczeń z zakresu spektroskopii MS i NMR<br>C4 Nauczenie interpretacji i identyfikacji związków organicznych na podstawie analizy widm <sup>1</sup> H NMR, MS i IR |   |                     |              |         |            |
| <b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>  |   |                     |              |         |            |
| <b>Z zakresu wiedzy:</b>  |   |                     |              |         |            |
| PEU_W01 – zna podstawy teoretyczne i praktyczne zastosowania technik spektroskopowych stosowanych do określania struktury związków organicznych   |   |                     |              |         |            |
| PEU_W02 – potrafi prawidłowo klasyfikować i interpretować podstawowe widma spektroskopowe organicznych cząsteczek   |   |                     |              |         |            |
| PEU_W03 – ma zaawansowane wiadomości o widmach w podczerwieni FTIR  |   |                     |              |         |            |
| PEU_W04 – ma zaawansowane wiadomości o widmach masowych MS  |   |                     |              |         |            |
| PEU_W05 – ma zaawansowane wiadomości o widmach magnetycznego rezonansu jądrowego NMR  |   |                     |              |         |            |
| PEU_W06 – potrafi analizować podstawowe widma spektroskopowe MS, IR i NMR związku organicznego  |   |                     |              |         |            |
| PEU_W07 – potrafi określić budowę związku organicznego na podstawie widm spektroskopowych   |   |                     |              |         |            |
| <b>Z zakresu umiejętności:</b>  |   |                     |              |         |            |
| PEU_U01 – potrafi interpretować podstawowe widma spektroskopowe MS, IR i NMR związków organicznych  |   |                     |              |         |            |
| PEU_U02 – potrafi określić budowę związku i powiązać sygnały i dane z widm spektroskopowych ze  |   |                     |              |         |            |

| strukturą związku organicznego.<br>PEU_U03 – umie wykonywać podstawowe obliczenia z zakresu spektroskopii IR, MS, NMR. |  |               |
|--|--|---------------|
| TREŚCI PROGRAMOWE  |  |               |
| Forma zajęć - wykład   |  | Liczba godzin |
| Wy1  | <b>Fizyczne podstawy magnetycznego rezonansu jądrowego.</b> Zjawisko rezonansu magnetycznego (NMR). Aparatura, rejestracja widm NMR. Widmo NMR i jego cechy.   | 2             |
| Wy2  | <b>Spektroskopia protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego (<sup>1</sup>H NMR).</b> Symetria związku; równoważność protonów-chemiczna i magnetyczna. Przesunięcie chemiczne. Sprzężenie spinowo-spinowe. Wartości stałych sprzężeń <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H, w zależności od budowy cząsteczki. Technika pomiaru widm. Interpretacja widm. Sprzężenia dalekiego zasięgu. Efekt Overhausera. Sprzężenia <sup>1</sup> H z innymi jądrami.                      | 2             |
| Wy3  | <b>Spektroskopia węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego <sup>13</sup>C NMR.</b> Warunki i specyfika <sup>13</sup> C NMR. Aparatura i rejestracja widm <sup>13</sup> C NMR. Czynniki wpływające na sygnały węglowe <sup>13</sup> C. Odprężanie oddziaływań spinowo-spinowych <sup>1</sup> H- <sup>13</sup> C. Przesunięcie chemiczne <sup>13</sup> C w korelacji do struktury cząsteczki. Metoda DEPT. Określanie liczby atomów wodoru związanych z atomami węgla. | 2             |
| Wy4  | <b>Spektroskopia <sup>31</sup>P NMR.</b> Ogólne dane o spektroskopii <sup>31</sup> P NMR. Aparatura, rejestracja widm <sup>31</sup> P NMR, zakres pomiarowy. Przesunięcie chemiczne <sup>31</sup> P NMR, multipletowość sygnałów, wartości stałych sprzężeń. <b>Spektroskopia jąder <sup>19</sup>F, <sup>15</sup>N i <sup>14</sup>N.</b> Rejestracja i przesunięcia chemiczne <sup>19</sup> F. Rejestracja i przesunięcia chemiczne <sup>15</sup> N i <sup>14</sup> N. | 2             |
| Wy5  | <b>Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D.</b> Rejestracja widm 2D NMR. Widma <sup>1</sup> H- <sup>1</sup> H COSY. Identyfikacja sąsiadujących protonów. Widma <sup>13</sup> C- <sup>1</sup> H COSY. Wykrywanie protonów bezpośrednio związanych z atomami węgla.   | 2             |
| Wy6  | <b>Spektroskopia w podczerwieni.</b> Technika FTIR. Spektroskopia oscylacyjno-rotacyjna. Aparatura, rejestracja widm IR. Interpretacja widm FTIR w zależności od budowy cząsteczki. Częstości głównych grup występujących w strukturze cząsteczki. Zastosowanie spektroskopii UV-Vis. Identyfikacja związków, analiza widm elektronowych.  | 2             |
| Wy7  | <b>Spektrometria masowa MS.</b> Aparatura, metody jonizacji próbki. Detektor, jonizator, analizator. Widma masowe EI. Widma masowe CI. Określenie masy cząsteczkowej. Proces fragmentacji. Interpretacja widma masowego w zależności od stosowanej metody jonizacji. Przykłady widm masowych głównych klas związków organicznych.  | 2             |
| Wy8  | Zastosowanie MS oraz NMR do identyfikacji związków organicznych.   | 1             |
| Suma godzin  |  | <b>15</b>     |
| Forma zajęć - ćwiczenia  |  | Liczba godzin |
| Ćw1  | Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego ( <sup>1</sup> H NMR).  | 2             |
| Ćw2  | Interpretacja i analiza widm protonowego magnetycznego rezonansu jądrowego ( <sup>1</sup> H NMR). c.d.   | 2             |
| Ćw3  | Interpretacja i analiza widm węglowego magnetycznego rezonansu jądrowego <sup>13</sup> C NMR   | 2             |
| Ćw4  | Metoda DEPT w analizie widm <sup>13</sup> C NMR  | 2             |
| Ćw5  | Zastosowanie <sup>1</sup> H NMR oraz <sup>13</sup> C NMR/DEPT do identyfikacji związków organicznych.  | 2             |
| Ćw6  | Kolokwium I  | 2             |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Cw7   | Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D. Korelacja $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$ i $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ (Widma COSY i HMQC). | 2   |
| Cw8   | Dwuwymiarowa spektroskopia NMR 2D c.d. Inne techniki dwuwymiarowe (Widma INADEQUATE, TOCSY, HMBC, ROESY).                      | 2   |
| Cw9   | Zastosowanie technik dwuwymiarowych do identyfikacji związków organicznych.  | 2   |
| Cw10  | Spektroskopia innych jąder o spinie $\frac{1}{2}$ . ( $^{31}\text{P}$ NMR, $^{15}\text{N}$ MMR, $^{19}\text{F}$ NMR)           | 2   |
| Ćw11  | Spektroskopia w podczerwieni i jej zastosowanie do identyfikacji grup funkcyjnych.   | 2   |
| Ćw12  | Zastosowanie spektrometrii masowej do identyfikacji związków organicznych.   | 2   |
| Ćw13  | Zastosowanie 1D,2D NMR, IR oraz MS do identyfikacji związków organicznych.   | 2   |
| Ćw14  | Kolokwium II   | 2   |
| Ćw15  | Poprawa kolokwium I lub II   | 2   |
|   | Suma godzin  | 30  |
| <b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>  |  |   |
| N1. Wykład z prezentacją multimedialną<br>N2. Rozwiązywanie zadań i interpretacja widm spektroskopowych<br>N3. Interaktywny system elektronicznych korepetycji  |  |   |
| <b>OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ</b>   |  |   |
| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru),<br>P – podsumowująca (na koniec semestru))  | Numer efektu uczenia się   | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| P (wykład)  | PEU_W01- PEU_W07   | Egzamin końcowy                             |
| F1 (ćwiczenia)  | PEU_U01  | Kolokwium cząstkowe I                       |
| F2 (ćwiczenia)  | PEU_U02-PEU_U03  | Kolokwium cząstkowe II                      |
| <b>P</b> (ćwiczenia) = średnia arytmetyczna z ocen uzyskanych z kolokwiów cząstkowych   |  |   |
| <b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>  |  |   |
| <b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>  |  |   |
| [1] R. M. Silverstein, F. X. Webster, D. J. Kiemle “Spektroskopowe Metody Identyfikacji Związków Organicznych” PWN, Warszawa 2007   |  |   |
| <b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>   |  |   |
| [1] Praca zbiorowa: R. Mazurkiewicz, A. Rajca, E. Kalwińska, A. Skibiński, J. Suwiński, W. Zieliński „Metody Spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych” W N-T, Warszawa 1995 |  |   |
| <b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>  |  |   |
| <b>Dr Waldemar Goldeman, waldemar.goldeman@pwr.edu.pl</b>   |  |   |



|                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>WYDZIAŁ CHEMICZNY</b>              |  |
| <b>KARTA PRZEDMIOTU</b>               |  |
| Nazwa przedmiotu w języku polskim:    | Zapewnienie i kontrola jakości w analityce |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim: | Quality control and assurance in analytics |
| Kierunek studiów (jeśli dotyczy):     | Chemia                                     |
| Specjalność (jeśli dotyczy):          | Analityka środowiskowa i żywności          |
| Poziom i forma studiów:               | II stopień, stacjonarna                    |
| Rodzaj przedmiotu:                    | obowiązkowy                                |
| Kod przedmiotu                        |  |
| Grupa kursów                          | NIE  |

|   | Wykład  | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium          |
|---|---------|-----------|--------------|---------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)   | 30      |           |              |         | 15                  |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)   | 60      |           |              |         | 30                  |
| Forma zaliczenia  | Egzamin |           |              |         | zaliczenie na ocenę |
| Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)   |         |           |              |         |                     |
| Liczba punktów ECTS   | 2       |           |              |         | 1                   |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)   |         |           |              |         | 1                   |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU) | 1,3     |           |              |         | 0,7                 |

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

1 Znajomość podstaw chemii analitycznej

**CELE PRZEDMIOTU**

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

**PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Student zna składowe systemy zapewnienia i kontroli jakości, wie, jaka jest jego rola i znaczenie

PEU\_W02 Student zna sposób walidacji metody oraz parametry walidacyjne wyznaczone w procesie walidacyjnym

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

| <b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>    |   |                      |
|-----------------------------|---|----------------------|
| <b>Forma zajęć – wykład</b> |   | <b>Liczba godzin</b> |
| Wy1                         | Zajęcia wstępne. Omówienie przebiegu zajęć i warunków zaliczenia kursu. Wprowadzenie do systemu oceny i kontroli jakości analiz chemicznych.  | 2                    |
| Wy2                         | Krytyczna ocena systemu oceny i kontroli jakości (wybrane parametry walidacyjne, zapisy DPL i normy ISO17025) w pracach naukowych z zakresu analityki chemicznej i analizy instrumentalnej - na przykładzie przeglądu prac opublikowanych w czasopismach naukowych.                                 | 6                    |
| Wy3                         | Walidacji metody oraz parametry walidacyjne wyznaczone w procesie walidacyjnym (precyzja: powtarzalność, precyzja pośrednia, odtwarzalność, dokładność/poprawność, granica wykrywalności, granica oznaczalności, specyficzność, selektywność, liniowość, zakres pomiarowy, odporność, elastyczność) | 4                    |
| Wy4                         | Materiały odniesienia – rodzaje i podział; substancje czyste i roztwory wzorcowe; sposoby wytwarzania matrycowych certyfikowanych materiałów odniesienia; wymagania stawiane materiałom odniesienia i roztworom wzorcowym; parametry charakteryzujące materiały                                     | 2                    |

|      |  |           |
|------|--|-----------|
|      | odniesienia  |           |
| Wy5  | Omówienie znaczenia i roli normy ISO17025:2018 (Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących)   | 2         |
| Wy6  | Zasady dobrej praktyki laboratoryjnej  | 2         |
| Wy7  | Badania międzylaboratoryjne – rodzaje ze względu na cel i program; rola badań międzylaboratoryjnych w systemie oceny i kontroli jakości (sprawdzenie metod pomiarowych, badanie biegłości); techniki umożliwiające wyznaczenie wartości odniesienia; ocena statystyczna wyników badań międzylaboratoryjnych (test Hampela, wskaźnik z, błąd względny, wskaźnik $E_n$ ) | 2         |
| Wy8  | Karty kontrolne – rodzaje, rola i znaczenie w ocenie i kontroli jakości; sterowanie jakością badań   | 2         |
| Wy9  | Akredytacja laboratoriów; system akredytacji   | 2         |
| Wy10 | Audyt wewnętrzny i zewnętrzny; znaczenie dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zarządzania jakością; przebieg audytu i działań poaudytowych   | 2         |
| Wy11 | Niepewność i jej rodzaje (typu A i B); źródła niepewności; niepewność pomiaru; standardowa niepewność pomiaru; złożona standardowa niepewność pomiaru; niepewność względna; niepewność rozszerzona; współczynnik rozszerzenia  | 2         |
| Wy12 | Kalibracja ilościowa i jakościowa; techniki kalibracji stosowane w pomiarach   | 2         |
|      | Suma godzin  | <b>30</b> |

| <b>Forma zajęć – seminarium</b> |  | <b>Liczba godzin</b> |
|---------------------------------|--|----------------------|
| Sem1-<br>Sem15                  | <p>Seminarium na wybrany przez studenta temat dotyczący oceny i kontroli jakości, w szczególności sposobów zapewnienia jakości wyników pomiarowych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regresja liniowa i nieliniowa</li> <li>2. Rola systemu zapewnienia jakości</li> <li>3. Wzorcowanie przyrządów pomiarowych</li> <li>4. Rodzaje błędów pomiarowych w analizie chemicznej</li> <li>5. Statystyczne porównywanie wyników pomiarów</li> <li>6. Walidacja metody pomiarów i badań oraz wyposażenia pomiarowego</li> <li>7. Rodzaje materiałów odniesienia stosowanych w pomiarach chemicznych</li> <li>8. Wytwarzanie materiałów odniesienia</li> <li>9. Metody pomiarów i badań wykorzystywane w kontroli jakości</li> <li>10. Zasady pobierania i przygotowania próbek do oznaczeń w kontroli jakości</li> <li>11. Źródła niepewności pomiarów</li> <li>12. Sposoby wyznaczania niepewności pomiarów</li> <li>13. Niepewność pomiarowa standardowa, złożona i rozszerzona</li> <li>14. Sposoby szacowania niepewności (typ A i B)</li> <li>15. Sposoby przedstawiania wyników badań międzylaboratoryjnych</li> <li>16. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001</li> </ol> | 15                   |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
|  | <p>dotyczące audytowania oraz działań poaudytowych</p> <p>17. Znaczenie audytu dla funkcjonowania i doskonalenia funkcjonowania systemu zapewnienia jakości</p> <p>18. Przebieg audytu i działań poaudytowych</p> <p>19. Rodzaje i zastawianie kart kontrolnych</p> <p>20. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące walidacji metod analitycznych i nadzoru nad wyposażeniem pomiarowym według normy PN-EN ISO 17025</p> <p>21. Badania biegłości w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów</p> <p>22. Rola badań międzylaboratoryjnych w zapewnieniu i kontroli jakości wyników laboratoryjnych</p> <p>23. Najważniejsze pojęcia i wymagania dotyczące zapewnienia i kontroli jakości badań i zapewnienia spójności pomiarowej według normy PN-EN ISO/IEC 17025</p> <p>24. Najważniejsze pojęcia i wymagania normy PN-EN-ISO 9001 dotyczące akredytacji laboratorium</p> <p>25. Zasady walidacji i parametry oceny procedury pomiarowej</p> <p>26. Kryteria doboru parametrów walidacji</p> <p>27. Raport walidacyjny</p> <p>28. Ogólne zasady oraz wymagania według Kodeksu Dobrej Praktyki Laboratoryjnej (GLP)</p> |           |
|  | Suma godzin  | <b>15</b> |

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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

#### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| <b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))   | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|---|--------------------------|---|
| P   | PEU_W01-<br>PEU_W11      | Egzamin końcowy                             |
| P (wykład) = 3,0 jeżeli 50% pkt.<br>3,5 jeżeli 60% pkt.<br>4,0 jeżeli 70% pkt.<br>4,5 jeżeli 80% pkt.<br>5,0 jeżeli 90% pkt.<br>5,5 jeżeli 100% pkt |                          |   |
| F1 (seminarium)   | PEU_U01                  | I prezentacja multimedialna                 |
| F2 (seminarium)   | PEU_U02                  | II prezentacja multimedialna                |
| P (seminarium)=(F1+F2)/2  |                          |   |

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

[1] E. Bulska, Metrologia chemiczna – sztuka prowadzenia pomiarów, wyd. 2, Wydawnictwo Malamut, Warszawa, 2012

[2] Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych, praca zbiorowa pod red. P. Konieczki i J. Namieśnika, wyd. 2, WNT, Warszawa, 2017

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[1] J. C. Miller, J. N. Miller, Statystyka i chemometria w chemii analitycznej (przekład z j. ang.), wyd. 1, PWN, Warszawa, 2019

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

prof. dr hab. inż. Paweł Pohl, [pawel.pohl@pwr.wroc.pl](mailto:pawel.pohl@pwr.wroc.pl)