



UCHWAŁA NR 155/2023
SENATU UNIwersYTETU WROCLAWSKIEGO
z dnia 21 czerwca 2023 r.

**w sprawie programu studiów dla kierunku *Zielona chemia*
na poziomie studiów pierwszego stopnia**

Na podstawie art. 28 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2023 poz. 742) uchwała się, co następuje:

§ 1. Senat Uniwersytetu Wrocławskiego ustala program studiów dla kierunku *Zielona chemia* na poziomie studiów pierwszego stopnia o profilu ogólnoakademickim dla cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2023/2024 w brzmieniu określonym w załączniku do niniejszej uchwały.

§ 2. Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

Przewodniczący Senatu UWr
Rektor: *prof. R. Olkiewicz*

PROGRAM STUDIÓW

Nazwa kierunku studiów: **Zielona chemia**

Dyscyplina naukowa: **nauki chemiczne**

Poziom kształcenia: **studia pierwszego stopnia**

Poziom kwalifikacji: **6 Polskiej Ramy Kwalifikacji**

Profil kształcenia: **ogólnoakademicki**

Forma studiów: **stacjonarna**

Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: **licencjat**

Nazwa wydziału: **Wydział Chemii**

1. Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów.

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca (ponad połowa efektów uczenia się)
Nauki ścisłe i przyrodnicze	Nauki chemiczne	100%	
RAZEM:	-	100%	-

2. Tabela procentowego udziału liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin kierunku.

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin
Nauki ścisłe i przyrodnicze	Nauki chemiczne	100%

3. Informacje ogólne o programie studiów.

Liczba semestrów	6
------------------	---

Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów na danym poziomie	180
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom	licencjat
Forma studiów	stacjonarne
Kod ISCED	0531
Liczba punktów ECTS obejmująca zajęcia do wyboru	54
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	172
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS) – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż nauki humanistyczne lub nauki społeczne	5
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć z lektoratu języka obcego lub lektoratu języka polskiego	12+8*
Łączna liczba godzin realizowanych na kierunku	2379
Wymiar, liczba punktów ECTS, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych	60h (15 dni roboczych) 3 pkt. ECTS

*Lektorat z języka polskiego dla cudzoziemców

4. Opis efektów uczenia się zdefiniowanych dla programów studiów w odniesieniu do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomie 6, uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4.

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	<u>Efekty uczenia się dla kierunku studiów</u> Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku <i>Zielona Chemia</i> absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (<i>kody</i>)
WIEDZA		

K_W01	posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie podstawowych działów chemii oraz zielonej chemii i chemii środowiska, posługuje się właściwą terminologią i nomenklaturą chemiczną, rozumie relacje pomiędzy strukturą i reaktywnością	P6S_WG
K_W02	zna i rozumie złożone zależności pomiędzy chemią i fizyką opisującą problemy energetyki, która wykorzystuje odnawialne źródła energii i energetyki wodorowej	P6S_WG
K_W03	zna podstawy matematyki wyższej, opisuje i analizuje zjawiska fizyczne i procesy chemiczne adekwatnym aparatem matematycznym	P6S_WG
K_W04	zna metody obliczeniowe oraz narzędzia informatyczne umożliwiające rozwiązywanie typowych problemów z zakresu chemii	P6S_WG
K_W05	dysponuje podstawową wiedzą w zakresie budowy, funkcjonowania i zastosowania wybranej aparatury kontrolno-pomiarowej	P6S_WG
K_W06	posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu zasad bezpiecznej pracy w laboratorium, umożliwiającą odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w praktyce zawodowej	P6S_WG
K_W07	zna i rozumie fundamentalne zasady współczesnej cywilizacji, które odnoszą się do zrównoważonego rozwoju i bezpieczeństwa energetycznego	P6S_WK
K_W08	zna aspekty ekonomiczne, prawne i etyczne związane z działalnością zawodową w zakresie zrównoważonej chemii, produkcji i magazynowania energii	P6S_WK
K_W09	posiada podstawową wiedzę z tematyki prawa autorskiego, ochrony własności intelektualnej i własności przemysłowej oraz systemu informacji patentowej	P6S_WK
K_W10	rozumie podstawy przedsiębiorczości, pozwalające planować formę indywidualnego rozwoju zawodowego w branży chemicznej	P6S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
K_U01	potrafi stosować zdobytą wiedzę do opisu zjawisk fizycznych i procesów chemicznych oraz rozwiązywania problemów z zakresu zrównoważonej chemii i transformacji energetycznych	P6S_UW
K_U02	potrafi planować i wykonać badania eksperymentalne oraz rozwiązywać proste problemy z chemii o charakterze jakościowym i ilościowym	P6S_UW
K_U03	wykorzystuje odpowiednie techniki laboratoryjne i metody badawcze do syntez i charakterystyki związków chemicznych	P6S_UW
K_U04	stosuje podstawowe metody statystyczne i numeryczne oraz techniki i narzędzia informatyczne do opisu procesów chemicznych i analizy danych eksperymentalnych	P6S_UW
K_U05	dyskutuje wyniki prac laboratoryjnych i używa właściwej terminologii chemicznej	P6S_UK

K_U06	posiada umiejętności opracowania i prezentacji problemów z chemii, w tym z zielonej chemii i energetyki ze źródeł odnawialnych, wykorzystuje źródła w języku polskim i angielskim	P6S_UW
K_U07	potrafi wykorzystywać metody zielonej chemii, zasady recyklingu, zrównoważonej gospodarki surowcami i chemikaliami w organizacji pracy indywidualnej i zespołowej	P6S_UO
K_U08	potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i planować własny rozwój zawodowy	P6S_UU
K_U09	opisuje i dyskutuje aktualne zagadnienia związane ze zrównoważoną chemią oraz koniecznymi transformacjami w energetyce, w tym informacje dotyczące gromadzenia i wykorzystania energii wodorowej	P6S_UK
K_U10	posługuje się językiem obcym na poziomie B2 określonym dla Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P6S_UK
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
K_K01	jest gotów do weryfikacji wiedzy i ciągłego jej zdobywania oraz podnoszenia kompetencji zawodowych w zakresie chemii i zielonej chemii	P6S_KK
K_K02	jest gotów do wypełniania zobowiązań społecznych, realizacji powierzonych zadań indywidualnych i zespołowych na rzecz gospodarki i środowiska	P6S_KO
K_K03	jest gotów do inicjowania działań w kierunku zielonej chemii na rzecz interesu publicznego, działa w sposób przedsiębiorczy	P6S_KO
K_K04	jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych z zachowaniem zasad etyki zawodowej i wymagania tego od innych, dba o dorobek i tradycje zawodu chemika	P6S_KR

5. Treści programowe. Efekty uczenia się dla przedmiotów/modułów zajęć.

I.p.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu/ modułu zajęć
1.	Podstawy chemii	Chemia – jej obszar zainteresowań, znaczenie i wizerunek. Teoria atomowa. Podstawowe prawa chemiczne; pierwiastki chemiczne, związki chemiczne, mieszaniny; mol, masa molarowa; reakcje chemiczne – typy, stechiometria; budowa atomu, liczba atomowa, liczba masowa, orbitale, zasady wypełniania, reguła Hunda, zakaz Pauliego; struktura elektronowa a układ okresowy, prawo okresowości; wiązania chemiczne, elektroujemność; hybrydyzacja, symetria cząsteczek, teoria VSEPR; oddziaływania międzycząsteczkowe, stany skupienia materii, przemiany fazowe; równowaga chemiczna; roztwory wodne, rozpuszczalność, dysocjacja, kwasy i zasady, pH; efekty cieplne reakcji chemicznych, kryteria samorzutności reakcji; szybkość reakcji chemicznych; podstawy elektrochemii. Pod-	K_W01 K_U01, K_U08

		stawowe obliczenia chemiczne – sposoby wyrażania ilości substancji, wyznaczanie wzorów chemicznych, sposoby wyrażania składu mieszanin, przeliczanie stężeń, obliczenia stechiometryczne, prawa gazowe, równowagi w fazie gazowej, obliczenia pH roztworów wodnych. Podstawowy sprzęt i czynności laboratoryjne, metody rozdzielania i oczyszczania substancji, przygotowywanie roztworów, reakcje chemiczne w roztworach wodnych, reakcje redoks.	
2.	Transformacja energetyczna	Podstawowe pojęcia obejmujące postacie, zakresy działania, rodzaje, nośniki i przemiany energii. Konwencjonalne sposoby produkcji energii elektrycznej, cieplnej i mechanicznej. Odnawialne i nieodnawialne zasoby energii. Krajowy system energetyczny (elektrownie, elektrociepłownie, wytwarzanie, dystrybucja i odbiory). Miks energetyczny. Źródła, motywacja i cel transformacji energetycznej. Kategorie bezpieczeństwa w transformacji energetycznej (ekonomiczne, surowcowe, energetyczne, ekologiczne). Koncepcja zrównoważonego rozwoju. Uwarunkowania polityki energetycznej w Europie i na świecie. Podstawy europejskiej polityki energetycznej. Elementy i narzędzia europejskiej transformacji energetycznej, w szczególności takie jak efektywność energetyczna, odnawialne źródła energii i koncepcja unii energetycznej. Rynek uprawnień emisyjnych.	K_W02, K_W07
3.	Matematyka	Liczby rzeczywiste i zespolone; podstawowe funkcje elementarne: wielomiany, funkcje trygonometryczne i logarytmy; pochodna; zastosowania rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej; koncepcja całki Riemanna, metody obliczania całek i ich zastosowania w fizyce i chemii; szeregi liczbowe i szeregi funkcyjne (potęgowe i Fouriera); układy równań liniowych, macierze i wyznaczniki; podstawy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych; najważniejsze typy równań różniczkowych; elementy teorii grup; grupy symetrii.	K_W03
4.	Fizyka	Kinematyka punktu materialnego, zasady dynamiki Newtona, zasady zachowania energii, zderzenia ciał, zasada zachowania pędu, moment bezwładności, moment siły, moment pędu, druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, ładunki i pole elektryczne, prawo Gaussa, pojemność elektryczna, prąd elektryczny, pole magnetyczne, indukcja elektromagnetyczna, prąd zmienny, fale elektromagnetyczne, polaryzacja fal, interferencja fal, dyfrakcja.	K_W02, K_W03 K_U01
5.	Chemia analityczna z elementami analizy środowiska	Podstawowe pojęcia w analizie chemicznej. Równowagi chemiczne w układach homogenych oraz w układach heterogennych. Czynniki wpływające na przesunięcie stanu równowagi chemicznej i jego konsekwencje analityczne. Reakcje w roztworach niewodnych. Zastosowanie cieczy jonowych do ekstrakcji. Definiowanie problemu analitycznego, wybór odpowiednich metod analizy. Postępowanie analityczne (pobieranie, utrwalanie, transport, przygotowanie, rozpuszczanie/roztwarzanie, sposoby usuwania interferencji, obserwacja analityczna, ocena wiarygodności wyniku). Analiza próbki środowiskowej. Ewaluacja/ocena metody oraz wyciąganie wniosków analitycznych. Podstawy analizy statystycznej wyników doświadczalnych. Błędy oznaczeń. Procedura i protokół poboru próbki zgodnie z obowiązującymi normami. Normy a prawo UE :Europejski system zapewniania bezpieczeństwa, normy w systemie oceny zgodności i normy zharmonizowane. Główne techniki analityczne uwzględniające identyfikację, maskowanie, rozdział oraz oparte na w/w	K_W01 K_U02

		równowagach klasyczne metody ilościowego oznaczania pierwiastków (metody objętościowe i wagowe). Granica wykrywalności i oznaczalności. Ocena wiarygodności metod analitycznych i oszacowanie błędów. Oddziaływania międzyjonowe, prawo Debay'a-Hückla. Reakcje w układach jednofazowych. Elektrolity mocne, słabe, wieloprotonowe, roztwory buforowe, elektrolity amfiprotyczne. Równowagi red-ox. Równowagi kompleksowania. Reakcje w układach wielofazowych. Strącanie osadów, rozpuszczalność. Krzywe miareczkowania. Wybrane reakcje identyfikacji kationów. Specjalne metody analizy: kroplowa i mikrokryształiczna. Klasyfikacja i badania wstępne w analizie anionów. Krzywe miareczkowania, dobór wskaźników – alkacymetria, metody redoksymetryczne, kompleksometryczne, strąceniowe. Analiza wagowa.	
6.	Metody komputerowe w chemii	Podstawy Matlab, zastosowanie Matlab do analizy danych, podstawy programowania w Matlabie, wyszukiwanie informacji naukowej w zasobach Internetu oraz specjalistycznych bazach danych (Chemical Abstracts), rysowanie struktur związków chemicznych, przygotowanie multimedialnej prezentacji na zadany temat, praktyczne opanowanie podstaw Matlab, zastosowanie Matlab do: numerycznej analizy danych, statystycznej analizy danych, graficznej prezentacji wyników, praktyczna nauka programowania w Matlabie.	K_W04 K_U04
7.	Energetyka jądrowa	Podstawy budowy atomu, siły jądrowe, modele struktury jądra atomowego. Przemiany jądrowe, rozszczepienie jądra atomowego, fuzja jądrowa. Procesy powstawania pierwiastków w gwiazdach. Energia jądrowa: wstęp do fizyki reaktorów jądrowych; budowa, zasada działania oraz parametry pracy reaktorów jądrowych. Współczesne reaktory jądrowe oraz ich zastosowanie(BWR, PWR, CANDU, SMR, MSR). Reaktory fuzyjne. Inne zastosowania techniki jądrowej w przemyśle. Reaktorowe techniki pomiarowe. Aspekty ekonomiczne produkcji energii jądrowej. Fizyczne aspekty pracy reaktorów jądrowych. Sprawność termodynamiczna oraz cykl cieplny w reaktorach energetycznych. Chłodzenie reaktorów jądrowych, moderatory, rodzaje paliwa. Neutrony w reakcjach. Cykl paliwowy. Produkcja paliwa jądrowego. Wzbogacanie izotopowe. Reaktory uranowe oraz torowe. Przetwarzanie i składowanie zużytego paliwa jądrowego. Bezpieczeństwo w technice jądrowej: Zabezpieczenia reaktorów jądrowych. Ochrona przed promieniowaniem jonizującym. Wpływ energetyki jądrowej na zdrowie ludzkie. Metody pomiaru promieniowania jądrowego w przemyśle jądrowym. Detekcja skażeń metodami klasycznymi, jonizacyjnymi oraz spektroskopowymi. Chemia w przemyśle jądrowym: sztuczne oraz naturalne źródła promieniowania. Działanie promieniowania jądrowego na układy biologiczne oraz materię. Oddziaływanie promieniowania na układy chemiczne: radioliza związków chemicznych, mechanizmy reakcji oraz rodniki. Wpływ promieniowania jądrowego na materiały konstrukcyjne reaktorów jądrowych.	K_W02, K_W07
8.	Chemia kwantowa	Rys historyczny. Postulaty mechaniki kwantowej. Relacje komutacji, zasada nieoznaczoności Heisenberga i twierdzenia mechaniki kwantowej. Częstka swobodna i tunelowanie – elementy. Częstka w pudle potencjału. Oscylator harmoniczny i anharmoniczny. Moment pędu i rotator sztywny. Atom wodoru. Właściwości magnetyczne i spin. Atom helu i symetria funkcji falowej. Budowa układu okresowego. Metody przybliżone chemii kwantowej. Przybliżenie Borna Oppenheimera – elementy.	K_W01, K_W04 K_U04

9.	Surowce chemiczne dla zrównoważonego rozwoju	Podział surowców na surowce kluczowe, strategiczne i krytyczne dla zrównoważonej gospodarki. Problemy nazewnictwa i klasyfikacji surowców. Wzajemne relacje wyróżnianych grup surowców. Cykl surowcowy. Ewolucja eksploatacji złóż surowców naturalnych w stronę rozwiązań innowacyjnych i zielonych. Gospodarka surowcowa w układzie globalnym. Polityka surowcowa Unii Europejskiej. Model gospodarki w obiegu zamkniętym. Sektor wydobywczy w Polsce. Surowce krytyczne na świecie i w Polsce. Surowcowy obszar działania i instrumenty polityki surowcowej. Bilans gospodarki surowcami mineralnymi Polski i Świata.	K_W02, K_W07
10.	Metrologia chemiczna	Wprowadzenie do metrologii chemicznej (zagadnienia ogólne, specyfika, cyfry znaczące, wymagania metrologiczne w pomiarach chemicznych. Infrastruktura metrologiczna (Konwencja Metryczna, międzynarodowa, regionalna i krajowa infrastruktura metrologiczna). Układ jednostek miar (definicja jednostki miary, wzorce, sposób zapisywania jednostek miar, stałe uniwersalne). Metrologiczna spójność pomiarowa. Niepewność pomiaru (pomiar i jego niepewność, wiarygodność i użyteczność wyników pomiaru, wyniki pomiarów, błąd a niepewność pomiaru, błędy w pomiarach wielkości chemicznych, rodzaje błędów pomiarowych).	K_W03 K_U02, K_U04
11.	Bezpieczeństwo w laboratorium	Promowanie bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym. Zbieranie informacji o chemikaliach, karty charakterystyk, identyfikacja i kwalifikacja zagrożeń powodowanych czynnikami chemicznymi, kategorie substancji niebezpiecznych i znaki ostrzegawcze, piktogramy, system NFPA 704, etykiety ostrzegawcze. Przygotowanie do pracy w laboratorium: wyposażenie laboratorium, klasy bezpieczeństwa, dobór środków ochrony indywidualnej i zbiorowej, ocena ryzyka narażenia na substancje toksyczne (monitoring stanowiska pracy w laboratorium chemicznym). Identyfikacja zagrożeń: odczynniki, specjacja chemiczna, toksyczność, wskaźniki toksyczności, klasyfikacja substancji chemicznych uwzględniając ich toksyczność, właściwości fizykochemiczne oraz działanie na środowisko. Podział substancji sklasyfikowanych jako niebezpieczne i ich przykłady. Elementy psychologii pracy -obciążenia psychiczne. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe: zasady postępowania z substancjami łatwopalnymi, wybuchowymi, organizacja i utrzymywanie porządku na stanowisku pracy, przechowywanie substancji łatwopalnych, gaśnice (podział, oznaczenia i zakres wykorzystania do gaszenia pożarów o różnej specyfice). Systemy redukcji zagrożeń. Postępowanie z odpadami chemicznymi. Organizacja stanowisk zbierania odpadów i klasyfikacja odpadów). Procedury postępowania podczas zagrożeń: elementy działań ratowniczych w przypadku wybranych oparzeń i skażeń chemicznych, objawy zatrucia, pierwsza pomoc, system powiadamiania ratunkowego, konsekwencje prawne nieudzielenia pomocy. Bezpieczna praca w laboratorium: zasady pracy w laboratorium chemicznym. Planowanie, monitorowanie i dokumentacja (zasady prowadzenia dziennika laboratoryjnego) pracy w laboratorium zgodnie z DPL. Ergonomia pracy w laboratorium chemicznym. Zasady bezpiecznego stosowania aparatury i szkła laboratoryjnego: dobór szkła laboratoryjnego, łączenie aparatury, bezpieczne odmierzanie, pobieranie i transport substancji chemicznych. Podstawowe techniki laboratoryjne – klasyfikacja, celowość zastosowania, zagrożenia, sposoby redukcji zagrożeń. Wizualizacja ryzyka na	K_W06 K_U02

		przykładach: macierz ryzyka, analiza przykładowych wypadków laboratoryjnych, sposoby redukcji zagrożeń (przykłady metody 5S i zasad kaizen).	
12.	Prawo własności intelektualnej	Pojęcie i zakres prawa własności intelektualnej – prawo autorskie i prawo własności przemysłowej. Utwór w rozumieniu prawa autorskiego – pojęcie, rodzaje i klasyfikacja utworów. Podmioty praw autorskich (twórca, pracodawca, instytucja naukowa, wydawca, producent). Zakres praw autorskich – prawa osobiste i prawa majątkowe. Ochrona praw autorskich. Wynalazek oraz inne projekty wynalazcze. Prawo do patentu i innych praw ochronnych na projekty wynalazcze. Podmioty praw do projektu wynalazczego (twórca, pracodawca, zamawiający) oraz zakres ich uprawnień. Ochrona praw do projektów wynalazczych.	K_W09, K_W10
12.	Chemia nieorganiczna	Teorie opisujące wiązania chemiczne, budowa sieci związków jonowych i metali, budowa związków nieorganicznych i kompleksowych. Struktury cząsteczek dwu- i wieloatomowych. Klasyfikacja reakcji chemicznych, reakcje wymiany elektronów i protonów, kwasy i zasady. Właściwości pierwiastków grup głównych i ich związków. Nomenklatura związków nieorganicznych i metaloorganicznych. Budowa związków kompleksowych według teorii pola krystalicznego i teorii orbitali molekularnych. Właściwości magnetyczne i spektroskopowe związków pierwiastków przejściowych. Reakcje wymiany ligandów i przeniesienia elektronu w związkach kompleksowych. Trwałość kinetyczna i termodynamiczna związków kompleksowych, kinetyka reakcji. Właściwości pierwiastków przejściowych i ich związków. Związki metaloorganiczne i ich zastosowanie w katalizie, elementy chemii bio- nieorganicznej.	K_W01 K_U02, K_U03, K_U07 K_K01
13.	Chemia fizyczna I	Podstawowe pojęcia, rys historyczny. Równania stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe, rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Znaczenie pojęć pracy i ciepła w termodynamice fenomenologicznej, procesy odwracalne i nieodwracalne. Zerowa zasada termodynamiki i zasada przyczynowości – znaczenie i konsekwencje, prowadzenie pojęcia funkcji stanu. Pierwsza zasada termodynamiki, znaczenie i wykorzystanie. Pojęcie energii wewnętrznej i entalpii, zasada ekwipartyzacji energii. Efekty cieplne reakcji chemicznych, prawo Hessa i Kirchhoffa, standaryzacja efektów cieplnych reakcji chemicznych, nauka wykorzystania tablic termochemicznych. Druga zasada termodynamiki, dyskusja samorzutności procesów, entropia, silniki cieplne, nierówność Clausiusa i jej konsekwencje, źródło i przepływ entropii. Trzecia zasada termodynamiki i sposób pomiaru/obliczenia bezwzględnej entropii. Elementy teorii Debye’a ciepła właściwego. Potencjały termodynamiczne i ich rola w przewidywaniu samorzutności procesów. Tożsamości termodynamiczne, wyprowadzenie, tablice Bridgmana. Cząstkowe wielkości molowe, pojęcie potencjału chemicznego składnika. Termodynamiczny opis stanu równowagi w zastosowaniu do różnych warunków prowadzenia procesów, zależność stanu równowagi od temperatury, ciśnienia (izobara van’t Hoffa, izoterma van Laara-Planka). Wykorzystanie termodynamiki fenomenologicznej do opisu wybranych procesów i zjawisk (np. do opisu obniżenia temperatury krzepnięcia cieczy). Pojęcie fazy i przemiany fazowej, wyprowadzenie równania Gibbsa na ilość stopni swobody. Równania opisujące linie równowag fazowych – rów. Clausiusa-Clapeyrona i van Laara-Hildebranda. Równowagi fazowe	K_W01, K_W05 K_U02, K_U04

		w układach jednoskładnikowych, wykres fazowy wody. Równowagi w układach dwuskładnikowych: ciecz-para, ciecz-ciecz, ciecz-ciało stałe, – dyskusje wykresów fazowych. Równowagi w układach 3-składnikowych w układach cieczy i faz stałych.	
14.	Odnawialne źródła energii	Klasyfikacja źródeł energii, materiałów koniecznych do ich budowy oraz zasad działania urządzeń przetwarzających energię. Sposoby wytwarzania energii na dużą, średnią i małą skalę. Wykorzystanie energii słonecznej: ogniwa fotowoltaiczne i kolektory ciepła. Zasada działania ogniwa fotowoltaicznego, rodzaje ogniw i zakres ich działania. Wykorzystanie energii wiatrowej i energii fal morskich - wady i zalety tego rodzaju źródeł. Zalety i wady oraz zakres wykorzystania energii geotermalnej, głównie do ogrzewania pomieszczeń oraz wody. Pompy ciepła. Elektrochemiczne źródła energii z uwzględnieniem mikrogeneracji energii - hydroelektrownie i silnik Stirlinga, jako źródeł energii elektrycznej, oraz tokamaki i ITER-y jako potencjalne elektrownie przyszłości. Przetwarzanie energii z użyciem biomasy i biopaliw.	K_W02, K_W07 K_U02, K_U06 K_K03
15.	Podstawy spektroskopii	Charakterystyka fali elektromagnetycznej i parametry ją opisujące. Widmo promieniowania elektromagnetycznego. Barwa światła. Falowa i korpuskularna natura promieniowania elektromagnetycznego. Formy oddziaływania między promieniowaniem a ośrodkiem materialnym: odbicie, załamanie, interferencja, rozproszenie, absorpcja, emisja. Podstawowe rodzaje optycznej spektroskopii molekularnej i ich zastosowanie. Schemat budowy spektrometru, jego najważniejsze części oraz rola w procesie otrzymywania widm. Poziomy energetyczne w cząsteczkach. Pojęcie stanu podstawowego i wzbudzonego. Oscylacje cząsteczek i przykłady widm w podczerwieni. Znaczenie częstości charakterystycznych w analizie strukturalnej związków chemicznych. Spektroskopia elektronowa i typy przejść elektronowych. Przykłady absorpcyjnych widm elektronowych. Uproszczony schemat Jabłońskiego i charakterystyka procesów dezaktywacji stanów wzbudzonych. Przykłady analizy ilościowej przy użyciu widm IR i elektronowych. Przykłady zastosowań spektroskopii w chemii, biologii i medycynie.	K_W05 K_U02, K_U03
16.	Zielona chemia	Definicja i zasady zielonej chemii. Zjawisko katalizy, katalizatory homogeniczne i heterogeniczne w przemyśle, katalizatory samochodowe. Kryteria doboru rozpuszczalników do reakcji chemicznych, ciecze jonowe – synteza, właściwości i zastosowania. Podstawy syntezy asymetrycznej. Wykorzystanie surowców odnawialnych i metod biotechnologicznych w syntezie chemicznej. Mikrofałe i ultradźwięki jako źródło energii w procesach chemicznych. Charakterystyka i zastosowanie cieczy nadkrytycznych.	K_W01, K_W07 K_U02, K_U07, K_U09
17.	Chemia organiczna	Znaczenie związków organicznych (występowanie w przyrodzie, zastosowania medyczne, przemysłowe i laboratoryjne). Nomenklatura IUPAC. Struktura a właściwości chemiczne i fizykochemiczne związków organicznych. Szkielet i grupy funkcyjne w związkach organicznych; rodzaje izomerii związków organicznych, stereoizomery i sposoby ich rysowania; struktury rezonansowe, typy wiązań chemicznych, mechanizmy reakcji organicznych. Podstawowe pojęcia w chemii organicznej: kwas, zasada; nukleofil, elektrofil; karbokation, karboanion, rodnik; polarność; regioselektywność; szybkość reakcji chemicznej, katalizator, równowaga, stan przejściowy, produkt pośredni, kontrola kinetyczna i termodynamiczna. Wybrane klasy związków organicznych, ich otrzymywanie oraz reaktywność.	K_W01 K_U02, K_U03, K_U07 K_K01

		Alkany, cykloalkany, chlorowcoalkany; alkohole, etery. Reakcje wolnorodnikowe; jedno- i dwuczęsteczkowa substytucja nukleofilowa oraz eliminacja. Alkeny, alkiny i sprzężone dieny. Benzen i jego pochodne, aromatyczność, reakcje aromatycznej substytucji elektrofilowej i regioselektywność. Aldehydy, ketony, tautomeria keto-enolowa, reaktywność jonów enolanowych, kondensacja aldolowa, α,β -nienasycone aldehydy i ketony. Kwasy karboksylowe i ich pochodne. Aminy i ich pochodne. Reaktywność podstawionych pochodnych benzenu: alkilobenzeny, aminy aromatyczne i fenole. Związki β -dikarbonylowe, kondensacja Claisena. Monosacharydy, disacharydy, polisacharydy. Wybrane związki wielofunkcyjne. Związki heterocykliczne. Związki metaloorganiczne. Aminokwasy, peptydy, białka i kwasy nukleinowe. Polimery i żywice. Elementy strategii syntezy organicznej. Metody określania struktury związków organicznych. Zastosowanie spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego oraz spektrometrii mas. Zapoznanie się z podstawowymi technikami w pracowni chemii organicznej. Metody syntezy i oczyszczania prostych związków organicznych. Podstawy analizy związków organicznych.	
18.	Chemia fizyczna II	Pojęcie elektrolitu, I i II prawo Ohma. Przewodnictwo właściwe i molowe, prawo Kohlrausha, elektrolity mocne i słabe, wykorzystanie pomiarów przewodnictwa np. do wyznaczenia stałych dysocjacji, iloczynu rozpuszczalności, iloczynu jonowego wody. Koncepcja chmury jonowej, elementy teorii Debye'a-Huckela-Onsagera, efekt elektroforetyczny, relaksacyjny, Debye'a-Falkenhagena, efekty Wiena. Migracja w roztworach elektrolitów, ruchliwość jonów, liczby przenoszenia, iloczyn Waldena. Ogniwa elektrochemiczne, konwencja zapisu, reakcje elektrodowe, opis termodynamiczny (równanie Nernsta). Podział elektrod i ogniw, budowa popularnych elektrod odniesienia. Akumulatory, budowa, reakcje podczas ładowania i pracy, ogniwa o znaczeniu praktycznym. Elektroliza, napięcie rozkładowe, nadnapięcie. Elementy termodynamiki procesów nieodwracalnych w zastosowaniu do kinetyki chemicznej. Podstawowe pojęcia stosowane przy opisie kinetyki reakcji chemicznych. Opis podstawowych właściwości reakcji nieodwracalnych 1, 2 i 3 rzędowych, sposoby wyznaczania rzędu reakcji. Kinetyka reakcji złożonych – odwracalnych, równoległych, następczych, łańcuchowych. Zależność szybkości reakcji od temperatury, teorie stałej szybkości, stanu przejściowego, energia aktywacji, równanie Arrheniusa. Koncepcja stanu stacjonarnego, kinetyka wybranych reakcji (np. podstawienia nukleofilowego SN2).	K_W01, K_W05 K_U02, K_U04, K_U05
19.	Analityka instrumentalna	Rola i zadania chemika analityka. Chemik analityk na rynku pracy. Pojęcia: analit, interferent, matryca, granica wykrywalności (LOD), granica oznaczalności (LOQ), maksymalne dopuszczalne stężenie, najwyższe dopuszczalne stężenie. Podział i rozwój instrumentalnych technik analitycznych oraz ewolucja pojęcia składnika śladowego. Specyfika metod analitycznych opartych na pomiarze względnym i bezwzględnym. Rodzaje sygnałów, ich położenie i wielkość. Rodzaje i źródła szumów. Charakterystyka analitycznych układów pomiarowych. Prawo Lamberta-Beera i jego zastosowanie analityczne. Spektroskopowe metody analizy: podział metod i ich podstawy teoretyczne. Spektrometria a spektroskopia. Aparatura oraz metody wykonywania pomiarów i doboru optymalnych warunków pracy. Źródła błędów oraz metody ich usuwania. Wpływ matrycy	K_W01, K_W05 K_U02, K_U04

		<p>na efekt analityczny. Analiza jakościowa i ilościowa z wykorzystaniem metod spektroskopowych. Metody elektroanalityczne: podstawowe prawa fizykochemiczne. Potencjometria i elektrody jonoselektywne, konduktometria, kulometria, chronowoltamperometria: podstawy teoretyczne, metody pomiaru i aparatura. Zastosowanie metod elektroanalitycznych w monitoringu stanu środowiska, stacji uzdatniania wody i w przemyśle. Automatyzacja procesów analitycznych z wykorzystaniem metod elektroanalitycznych. Analiza elementarna związków organicznych – przydatność i rola w chemii analitycznej. Metody mineralizacji próbek. Przygotowanie przyrządów do pomiarów analitycznych. Obsługa aparatów instrumentalnej analizy chemicznej do kontroli jakości i celów badawczo-rozwojowych. Zasady bezpieczeństwa podczas poboru, przygotowania próbek i pomiarach analitycznych. Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych. Protokół postępowania analitycznego. Źródła niepewności (błędy) w analizie instrumentalnej. Zapewnienie jakości podczas pobierania, zabezpieczania (utrwalania) i transportu próbek i zasady sporządzania protokołu poboru próbek. Zasady walidacji metod analitycznych i akredytacji laboratoriów. Elementy zielonej chemii analitycznej: rozwój koncepcji zielonej chemii analitycznej, zasady zielonej chemii analitycznej, zastosowanie Paradygmatu Ekologicznego w chemii analitycznej, etapy ewolucji mentalności ekologicznej w laboratoriach analitycznych, Indeks Krajowych Metod Środowiskowych i ocena profili zazieleniania metody analitycznej.</p>	
20.	Gospodarka wodorowa	<p>Kierunki Polityki energetycznej Polski do 2040 r. Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r. Technologie wytwarzania, magazynowania, dystrybucji i wykorzystania wodoru – wyzwania i skala wdrożeń. Metody oceny ryzyka wdrażania nowych technologii. Wodór jako substrat do wytwarzania syntetycznych paliw i nośników energii. Strategiczne znaczenie gospodarki wodorowej. Uwarunkowania techniczne gospodarki wodorowej. Legislacja dotycząca gospodarki wodorowej.</p>	K_W02, K_W07
21.	Technologia chemiczna	<p>Projektowanie procesów chemicznych (podstawy teoretyczne technologii chemicznej: koncepcja procesu, fizykochemiczne podstawy projektowania procesów technologicznych, zasady technologiczne, analiza wybranych operacji i procesów jednostkowych, procesy ciągłe/okresowe, aparaty technologiczne/reaktory, strumienie odpadowe, bilanse, organizacja procesu w skali przemysłowej). Aspekty prawne (dyrektywy IPPC, standardy BAT, itp.), etapy komercjalizacji technologii (dojrzałość procesu, kamienie milowe, badania R&D). Kryteria i kategorie oceny kosztów transferu technologii (koszty materiałów, koszty transformacji, wskaźniki zielonego charakteru procesu: EA, E-factor, EMY, RME, MI, CE, ocena kosztów strategii syntezy, wydajność procesu, nominalna wielkość reaktora, PEI, QSL, czynniki środowiskowe. Gospodarka cyrkularna, LCA-metoda oceny oddziaływania na środowisko technologii/produktów chemicznych, zastosowania LCA w praktyce przemysłowej. Technologie zrównoważonego rozwoju – przykłady w holistycznym podejściu oceny cyklu życia produktu, normy i wskaźniki oceny (Eco-indicator 99, IPCC, CED). Podstawy procesów biotechnologicznych, otrzymywania wybranych bioproduktów, biorafine-</p>	K_W01 K_U01, K_U02, K_U03 K_K01

		rie, biopaliwa, biokataliza, chemo/biokonwersja biomasy, nośniki energii biogaz, biodiesel, biotechnologia środowiskowa. Wybrane przykłady technologii syntez organicznych, surowce kopalne i odnawialne, katalizatory procesów homogenicznych (procesy karbonylowania, utleniania itd.), porównanie kontekstu zielonej chemii na przykładach metod chemicznych i biotechnologicznych syntez związków organicznych. Podstawy chemii i technologii polimerów, przykłady klasycznych petropolimerów i bio-alternatywnych eko-polimerów. Wybrane technologie przemysłu syntez nieorganicznych. Woda w technologii przemysłowej, wskaźniki jakości, woda w stanie nad- i podkrytycznym, uzdatnianie wody. Jonity, technologie odzyskiwania metali, urban mining. Związki azotu, nawozy. Kwasy mineralne. Procesy elektrochemiczne, wybrane procesy metalurgiczne. Procesy ceramiczne, materiały budowlane.	
22.	Podstawy chromatografii	Podstawy chromatografii w badaniach próbek środowiskowych i petrochemicznych. Metody chromatograficzne w badaniach składu gazów i technologii produkcyjnej – wodór jako paliwo przyszłości. Techniki ekstrakcyjne i metody poboru próbek o różnym stanie skupienia do analizy chromatograficznej. Chromatografia cieczowa w procesach biotechnologicznych - biopaliwa - zielona chemia. Wybrane normy PN-EN stosowane w przemyśle petrochemicznym w Polsce. Metody statystycznego przedstawiania wyników pomiarów chromatograficznych.	K_W05 K_U02, K_U04
23.	Magazynowanie energii	Czynniki decydujące o potrzebie magazynowania energii. Dostępne technologie magazynowania energii z OZE (mechaniczne, termiczne, elektryczne, elektrochemiczne i chemiczne). Magazynowanie ciepła nisko i wysokotemperaturowego. Ciepło jawne i utajone. Otrzymywanie i wykorzystanie materiałów zmiennofazowych (PCM) do magazynowania energii, w tym dla nowoczesnego, ekologicznego budownictwa. Odzysk i magazynowanie energii w różnych gałęziach przemysłu. Zagadnienia środowiskowe i społeczne układów magazynowania energii. Rozwój technologii magazynowania energii w Polsce i na świecie. Inteligentne zarządzanie obsługą magazynów energii.	K_W08 K_U02, K_U03, K_U05, K_U06, K_U07, K_U09 K_K03
24.	Wprowadzenie do biochemii toksykologicznej	Podstawowe procesy biochemiczne zachodzące w komórkach żywych organizmów. Biochemiczne zmiany w funkcjonowaniu organizmu w sytuacji zaburzenia homeostazy: biochemiczna odpowiedź na toksyczne czynniki zewnętrzne. Podstawowe pojęcia biochemii toksykologicznej. Podział oraz cele i zadania współczesnej toksykologii. Klasyfikacja substancji toksycznych oraz czynniki wpływające na ich toksyczność. Zależności między strukturą chemiczną a aktywnością toksyczną substancji chemicznych. Rola i rodzaje oddziaływań cząsteczkowych w mechanizmie toksycznego działania substancji. Biochemia substancji toksycznych, mechanizm ich oddziaływań i przemian w organizmach żywych i środowisku. Sposób oddziaływań substancji toksycznych na struktury i aktywności biologiczne biomakromolekuł: białek, kwasów nukleinowych i błon lipidowych. Biochemia toksykologii rozpuszczalników organicznych, alkoholi, halogenowych i aromatycznych węglowodorów. Zależność między stężeniem związku, czasem narażenia na jego działanie a efektem toksycznym jakie wywołuje on na organizmy żywe i środowisko.	K_W01, K_W07
25.	Zarządzanie chemikaliami	Zasady dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) – wg OECD. Aktualizacja przepisów odnośnie klasyfikacji i znakowania substancji chemicznych zgodnie z obowiązującymi przepisami	K_W01, K_W06

		(REACH, GHS, CLP). Obrót i transport substancji chemicznych na terenie UE zgodnie z obowiązującymi przepisami (ADR). Zasady magazynowania niebezpiecznych substancji chemicznych. Gospodarka odpadami niebezpiecznymi: wytwarzanie, odbiór, przewóz i utylizacja w myśl nowych przepisów EU. Zasady ewidencji i sprawozdawczości dotyczącej substancji niebezpiecznych w zależności od ich klasyfikacji: substancje rakotwórcze i mutagenne, substancja zubożające warstwę ozonową, prekursorzy substancji psychoaktywnych, prekursorzy chemicznych środków bojowych, materiały czynne biologicznie i GMO, materiały promieniotwórcze i rozszczepialne, nanomateriały, azbest, inne chemikalia bez klasyfikacji: TSP, BŚP, smog, PCBs, PBA). Podstawowe zasady ochrony zdrowia i życia ludzkiego w czasie pracy z substancjami niebezpiecznymi. Podstawowe informacje dotyczące ochrony środowiska i ewentualnych działań po emisji niebezpiecznych substancji chemicznych. Bazy danych o chemikaliach. Katastrofy przemysłowe (powody, łańcuchy p-s, skutki, nauka). Dyrektywy bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo chemiczne i terroryzm chemiczny. Fizykochemia wybuchu. Instrukcje bezpieczeństwa.	
26.	Ogniwa paliwowe	Przetwarzanie energii chemicznej na elektryczną – opis teoretyczny. Ogniwo galwaniczne vs. ogniwo paliwowe. Schemat zapisu ogniwa. Rodzaje ogniw i reakcje elektrodowe. Parametry ogniwa paliwowego. Zależność siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa od temperatury i ciśnienia. Reakcje elektrodowe w ogniwie paliwowym w zależności od użytego „paliwa”. Budowa ogniwa, zasada działania i niezbędne elementy (katalizatory, membrany itp.). Rodzaje ogniw paliwowych. Zalety i wady poszczególnych ogniw paliwowych. Zastosowania ogniw paliwowych.	K_W02, K_W07
27.	Ekologia (PDW-1)	Ekologia jako dziedzina nauk przyrodniczych i jej powiązania z innymi naukami. Poziomy organizacji systemów ekologicznych. Czynniki środowiskowe. Organizmy a środowisko. Tolerancja ekologiczna. Bioindykacja i bioindykatory.	K_W07
28.	Historia chemii (PDW-1)	O cechach badania naukowego. Kształtowanie się metody badań naukowych, F. Bacon, Kartezjusz, K. Popper. Eksperyment badawczy w chemii. O etyce uczonego. Błędy i oszustwa w nauce. Technologie chemiczne ludów pierwotnych i starożytnych. Grecka filozofia przyrody. Początki alchemii hellenistycznej. Alchemia Egiptu, Chin i Indii. Alchemia arabska i jej wpływy w Europie. Alchemia średniowiecza. Paracelsus i początki jatrochemii. Agricola, Glauber, Van Helmont. Początki kształtowania się podstawowych pojęć chemicznych: kwas, zasada, sól. Pojęcie powinowactwa chemicznego. Atomiści czasów Odrodzenia i Baroku. Kształtowanie się pojęcia molekuly. Alchemicy polscy: Sędziwój, Zuchta, Barner. Koncepcja flogistonu i jej wpływ na 18w. chemię. Wielki przełom w chemii: Boyle, Lavoisier, Priestley, Cavendish. Narodziny nowego języka chemii. Chemiczna atomistyka Daltona. Narodziny elektrochemii. Berzelius i teoria dualistyczna. Teorie unitarne w chemii. Teoria wartościowości i teoria strukturalna Kekulego i Butlerowa. Historia układu okresowego Mendelejewa. Narodziny chemii fizycznej, teoria równowagi chemicznej, początki kinetyki, termodynamika chemiczna. Odkrycie promieniotwórczości naturalnej. Biografia i dokonania Marii Curie-Skłodowskiej. Rozwój teorii wiązania chemicznego. Rozwój fotochemii i udział w nim Polaków.	K_W07

29.	Chemia środowiska (PDW-1)	Przedstawienie podstawowych terminów związanych z chemią środowiska. Cykle krążenia pierwiastków biogenych w przyrodzie. Różne rodzaje zanieczyszczeń, podział zanieczyszczeń. Podział środowiska na sfery zgodnie ze stanem skupienia materii: atmosfera, hydrosfera, geosfera i biosfera. Ochrona środowiska w Polsce i wybrane aspekty ochrony środowiska w świecie. Monitoring środowiska: emisje i immisje. Skład atmosfery ziemskiej i jej sfery. Chemia stratosfery, Reakcje zachodzące w stratosferze i ich konsekwencje: warstwa ozonowa, dziura ozonowa. Chemia rodników a atmosferze. Skład i zanieczyszczenia powietrza: dwutlenek węgla i metan – źródła emisji, efekt cieplarniany. Podstawowe gazowe nieorganiczne i organiczne zanieczyszczenia powietrza. Zanieczyszczenia powietrza w postaci pyłów i aerozoli, czym jest smog. Opad atmosferyczny – chemia deszczu, śniegu i mgły, powstawanie kwaśnych deszczy i ich skutki środowiskowe. Ekosystemy wodne. Woda i jej właściwości chemiczne i fizyczne. Wody powierzchniowe i podziemne. Klasyfikacja jakości wód. Główne parametry jakości wody: pH, twardość wody, BZT5 i ChZT5, tlen rozpuszczony w wodzie, zanieczyszczenia wód (organiczne i nieorganiczne). Cykl krążenia rtęci w przyrodzie. Procesy usuwania zanieczyszczeń z wód. Podstawowe informacje o budowie skorupy ziemskiej, najważniejsze rodzaje skał i ich rozpowszechnienie. Procesy glebotwórcze, gleba jako układ wielofazowy: faza stała, gazowa i wodna. Klasyfikacja gleb, profile glebowe. Materia organiczna w glebach, substancje humusowe. Kwasowość, kwasowość hydrolityczna i kwasowość wymienna gleb. Właściwości buforujące gleb. Procesy biodegradacji materii organicznej w glebach. Czynniki powodujące skażenie gleb, wpływ rolnictwa na erozję i skażenie gleb. Skażenie gleb substancjami organicznymi i metalami ciężkimi.	K_W07
	Lektorat (język nowożytny) (PDW-2)	Biegłość językowa w posługiwaniu się wybranym językiem. Treści i słownictwo niezbędne do egzaminu, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.	K_U10
30.	Język angielski w laboratorium chemicznym (PDW-3)	Literatura naukowa w języku angielskim dotycząca chemii: podręczniki, czasopisma, patenty, źródła internetowe. Czytanie naukowego tekstu angielskiego ze zrozumieniem. Związki chemiczne - nazwy i właściwości fizykochemiczne oraz biologiczne. Nazwy zwyczajowe. Barwy, zapachy, smaki. Szkło laboratoryjne, aparatura pomiarowa. Procedury syntetyczne w chemii. Skróty. Pułapki słownikowe. Autotranslatory. Szybkie wyszukiwanie informacji w tekście angielskim. Podstawy skutecznego korzystania z literatury fachowej. Żywe źródła: webinary i e-konferencje.	K_U09, K_U10
31.	English for science and technology (PDW-3)	Język angielski w nauce i technice. Chemiczny język angielski. Środki przekazu informacji. Angielszczyzna uniwersalna i specjalistyczna. Pozatekstowe środki przekazu informacji w języku angielskim. Prawa i definicje w języku angielskim. Laboratorium chemiczne i sprzęt laboratoryjny. Gramatyka naukowego języka angielskiego. Metody prezentacji wyników w języku angielskim. Specyfika przygotowania prac pisemnych w języku angielskim (abstrakt, artykuł, komunikat). Ustna prezentacja wyników w języku angielskim.	K_U09, K_U10
32.	Chemia polimerów i biomateriałów (PDW-4)	Podstawy chemii i technologii polimerów (m. in: klasyfikacja, monomery, masa cząsteczkowa, topologia, taktyczność, kopolimery, polireakcje, katalizatory, kontrolowane żyjące procesy polimeryzacji). Technologie zrównoważone syntez materiałów polimerowych i	K_W01 K_U05

		biomateriałów. Alternatywne źródła odnawialne surowców do produkcji monomerów/polimerów. Degradowalne, biodegradowalne materiały polimerowe, zielone eko - polimery i biomateriały. Gospodarka/zarządzanie odpadami polimerowymi, recycling/upcycling materiałów polimerowych. Funkcjonalne materiały polimerowe, polimery z pamięcią kształtu, autoregeneracyjne itp. Eko-profil produkcji polimerów (filary E, E, S), przykłady: np. poliestry (PLA, PCL, PLGA) synteza w technologiach zielonych oraz aplikacje w eko produktach tzw. krótkiego czasu życia (opakowania, agrochemia), medycyna i farmacja (kontrolowane uwalnianie leków, bioimplanty, rusztowania tkankowe, sterowana regeneracja kości). Analiza procesu otrzymywania PLA metodą LCA (analiza surowców klasycznych, na bazie biomasy, surowców odpadowych, emisji gazów w tym cieplarnianych, wody technologicznej/irygacyjnej, energia odnawialna, biorafineria. Metody syntezy biomateriałów, materiałów hybrydowych, biokompozytów oraz ich zastosowania.	
33.	Zielona chemia kosmetyczna (PDW-4)	Surfaktanty w chemii kosmetycznej, klasyfikacja surfaktantów, właściwości surfaktantów fizyczne/chemiczne/użytkowe. Metody wyznaczania CMC oraz pozostałych parametrów ZPC kluczowych w chemii kosmetycznej. Projektowanie nowych surfaktantów. Biosurfaktanty. Ekologiczne syntezy surfaktantów, przykłady syntez na bazie surowców odnawialnych i kopalnych. Zastosowanie biosurfaktantów w ochronie środowiska w kontekście produktów dla chemii kosmetycznej, surfaktanty przełącznikowe, surfaktanty polimerowe, hybrydowe. Podstawowy skład produktów kosmetycznych, analiza podstawowych formułacji. Formy produktów kosmetycznych, technologie otrzymywania (m.in.: rodzaje emulsji). Analityka produktów kosmetycznych. Etykiety, karty techniczne produktu, nomenklatura INCI. Konserwanty, substancje bazowe, napełniacze itp. Przykłady i analiza produktów chemii kosmetycznej.	K_W01 K_U05
34.	Krystalochemia (PDW-5)	Podstawowe definicje: prawa i pojęcia: sieć krystaliczna, sieć przestrzenna, komórka elementarna, układy krystalograficzne, węzły, proste i płaszczyzny; grupy punktowe: symetria względem punktu, prostej i płaszczyzny, osie inwersyjne oraz kombinacje elementów symetrii. Symetria w budowie wewnętrznej ciał krystalicznych: grupy przestrzenne: translacja, komórki elementarne Bravais'go, osie śrubowe i płaszczyzny ślizgowe, punkty symetrycznie równoważne; elementy symetrii w ujęciu macierzowym. Klasyfikacja ciał krystalicznych: upakowanie atomów w sieci krystalicznej. Zastosowanie metod rentgenowskich w badaniu materiałów funkcjonalnych: dyfrakcja promieni X na sieci krystalicznej, dyfrakcja na monokryształach i preparatach polikrystalicznych. Podstawy krystalochemii: typy oddziaływań w sieci krystalicznej, klasyfikacja kryształów, proste struktury nieorganiczne, kryształy związków organicznych, elementy chemii supramolekularnej. Krystalochemia materiałów funkcjonalnych: klasyfikacja materiałów funkcjonalnych, omówienie zależności pomiędzy strukturą materiałów funkcjonalnych a ich właściwościami, badania materiałów porowatych.	K_W01 K_U03
35.	Symetria w chemii (PDW-5)	Określenia i twierdzenia teorii grup: symetria, obiekt symetryczny, znajomość symetrii. Symetria cząsteczek. Elementy symetrii. Operacje symetrii. Iloczyn operacji symetrii. Tabela mnożenia grupowego. Przekształcenie podobieństwa. Klasy. Grupy symetrii. Grupy	K_W01 K_U03

		cykliczne i podgrupy. Notacja Schoenfliesa i Hermanna-Mauguina. Bryły platońskie. Klasyfikacja cząsteczek do grup punktowych. Określenia i twierdzenia teorii reprezentacji. Reprezentacje grup. Baza reprezentacji. Charakter reprezentacji. Reprezentacja pełnosymetryczna. Reprezentacja jedynekowa i macierzowa. Reprezentacje redukowalne i nieredukowalne. Tabele charakterów. Symbole Mullikena. "Wielkie twierdzenie o ortogonalności". Teoria grup a chemia kwantowa. Funkcje falowe jako funkcje bazy reprezentacji nieprzywiednych. Iloczyn prosty. Symetria stanu elektronowego. Orbitale symetrii (adaptowanej). Operatory rzutowe. Zastosowania symetrii w teorii orbitali molekularnych. Wolne pary elektronowe w wodzie a symetria. Diagram poziomów energetycznych. Diagram korelacyjny. Zastosowania w spektroskopii przejść elektronowych i podczerwonych. Polaryzacja przejść elektronowych. Symetria stanów wibracyjnych.	
36.	Aktywacja małych cząsteczek i ich zastosowanie w ochronie środowiska i przemyśle (PDW-6)	Podstawy katalizy homogenicznej. Procesy elementarne w chemii metali przejściowych. Związki koordynacyjne metali przejściowych z małymi cząsteczkami takimi jak O ₂ , CO ₂ , N ₂ itd. Przegląd ważniejszych procesów katalitycznych stosowanych w procesach oczyszczania środowiska: przetwarzanie ditlenku węgla, redukcja diazotu, utlenianie i epoksydacja, reakcje fotokatalityczne.	K_W07 K_U07
37.	Katalityczne metody uwodornienia cząstek organicznych (PDW-6)	Mechanizm reakcji uwodornienia w zależności od rodzaju katalizatora i donora wodoru. Aspekty techniczne różnych metod uwodornienia (warunki reakcji, reaktory). Bilans materiałowy reakcji, analiza produktów ubocznych i odpadów.	K_W07 K_U07
38.	Magnetochemia (PDW-7)	Zjawisko magnetyzmu substancji. Podział magnetyków: właściwości dia-, para-, ferro-, antyferro-, ferri- i metamagnetyki. Wielkości charakteryzujące właściwości magnetyczne: namagnesowanie, przenikalność magnetyczna, podatność magnetyczna, moment magnetyczny. Magnetyczne metody badawcze (statyczne i rezonansowe), wykorzystujące zewnętrzne pole magnetyczne. Analiza pomiarów namagnesowania materiału w zależności od temperatury i pola magnetycznego. Magnetyzm fazy stałej a magnetyzm molekularny. Zastosowanie magneśmów molekularnych: spintronika, diagnoza i terapia medyczna. Biomagnetyzm-jony magnetyczne w molekułach biologicznych. Magnes i elektromagnes (cewki, zwoje magnetyczne) w przemyśle, transporcie (kolej magnetyczna), energetyce (generatory magneśmów w turbinach wiatrowych).	K_W02 K_U03, K_U05, K_U06
39.	Nanomateriały magnetyczne (PDW-7)	Rodzaje nanomateriałów magnetycznych. Techniki fizykochemiczne stosowane do badania NM. Magnetyzm nanomateriałów. Chemiczne metody otrzymywania NM (współstrącanie, metody solwotermalne, rozkład termiczny, metody zol-żel, redukcja chemiczna, reakcje z wykorzystaniem mikroemulsji, synteza wspomaganą promieniowaniem mikrofalowym, osadzanie chemiczne). Fizyczne metody otrzymywania NM (naparowywanie metali, wysokoenergetyczne rozdrabnianie, synteza z zastosowaniem plazmy). Synteza NM o kontrolowanej morfologii - przykłady. Zastosowania nanomateriałów magnetycznych: biomedyczne (diagnostyka, terapia, medycyna regeneracyjna, bioseparacja, biosensory), zapis informacji i przechowywanie danych, zastosowanie NM do analizy oraz uzdatniania wody pitnej i ścieków, zastosowanie NM do usuwania zanieczyszczeń z gleby i wód gruntowych.	K_W02 K_U03, K_U05, K_U06

40.	Praktyka zawodowa	Struktura organizacyjna zakładu, szczegółowy profil produkcji, praca laboratorium chemicznego, kontroli jakości, monitoringu środowiska, itp. Zapoznanie z warunkami BHP na stanowisku pracy, zakresem obowiązków na danym stanowisku pracy, obecnym w zakładzie parkiem maszynowym, zagadnieniami dotyczącymi gospodarki materiałowej oraz zasadami przestrzegania ochrony środowiska. W czasie praktyk zawodowych studenci ustalają z przedstawicielem zakładu szczegółowy plan praktyk, dokonują obserwacji wybranych stanowisk pracy, podejmują działania powierzone im przez przedstawiciela zakładu, prowadzą dokumentację (dziennik praktyk) z obserwacji poznawanych procesów i wykonywanych zadań. Praktyki zawodowe mogą być odbywane w jednostkach gospodarczych i przemysłowych.	K_W10 K_U01, K_U08 K_K04
	Praktyka badawcza	Ten rodzaj praktyki oferowany jest studentom, którzy wiążą swoją przyszłą karierę ze szkołą doktorską. Praktyka może być realizowana w Zespołach badawczych, Wydziałów: Chemii, Biologii, Biotechnologii, w jednostkach PAN. Studenci zapoznają się z realizacją projektów badawczych. Cele ogólne i regulamin praktyki badawczej jest identyczny jak praktyk zawodowych.	K_W10 K_U01, K_U08 K_K04
41.	Chemia atmosfery (PDW-9)	Struktura i skład atmosfery. Emisja zanieczyszczeń powietrza. Reakcje zanieczyszczeń powietrza w atmosferze. Biogeochemiczny cykl węgla. Związki azotu. Związki siarki. Ozon. Aerosole. Efekty środowiskowe zanieczyszczenia powietrza. Rola zanieczyszczenia powietrza w globalnej zmianie klimatu. Monitoring i ocena jakości powietrza. Współczesne i przyszłościowe metody pomiaru zanieczyszczenia powietrza. Oznaczanie stopnia zapylenia powietrza atmosferycznego. Wpływ kwaśnego deszczu na procesy korozji lub/i na roślinność. Oznaczanie zanieczyszczenia powietrza powstającego podczas spalania syntetycznych polimerów organicznych. Przygotowywanie i oznaczanie składu wzorcowych mieszanin gazowych, testowanie czujnika gazów. Absorpcyjne usuwanie freonów z powietrza. Absorpcja SO ₂ w wodnej zawieszynie węgla aktywnego. Analiza chlorowęglowodórów alifatycznych w powietrzu. Oznaczanie chlorowodoru w powietrzu. Oznaczanie NO ₂ w powietrzu metodą spektrofotometryczną.	K_W07
42.	Chemosensory (PDW-9)	Klasyfikacja czujników chemicznych. Selektywność i specyficzność sensorów. Typy związków używanych w konstruowaniu chemosensorów. Metody pomiarowe wykorzystywane w pracy chemosensorów. Chemosensory wykorzystywane w ochronie środowiska, przemyśle, farmacji i medycynie. Sensory oparte o włókna światłowodowe. Zastosowanie chemosensorów. Aktualne kierunki rozwoju chemosensorów.	K_W07
43.	Metody obliczeniowe w modelowaniu biochemicznym i badaniach makroukładów. (PDW-10)	Metody chemii obliczeniowej – podział na klasyczne (pola siłowe) i kwantowo-chemiczne. Metody pól siłowych dla białek, lipidów i kwasów nukleinowych. Metody półempiryczne, <i>ab initio</i> i DFT. Bazy danych strukturalnych i sekwencyjnych dla białek. Przygotowywanie modeli strukturalnych na podstawie baz danych. Przewidywanie struktur białkowych. Teoretyczne badanie oddziaływań białek z małymi cząsteczkami – przykłady sytuacji typu receptor – ligand, enzym – inhibitor. Dokowanie. Przewidywanie siły wiązania liganda z receptorem. Projektowanie leków: modyfikacja znanych substancji, analiza miejsc wiążących w receptorze. Techniki QSAR. Metody sztucznej inteligencji a projektowanie leków. Dynamika makroukładów. Metody dynamiki molekularnej.	K_W04 K_U06

44.	Metody obliczeniowe w zastosowaniach fizykochemicznych. (PDW-10)	Metody półempiryczne, <i>ab initio</i> i DFT. Modelowanie reakcji – poszukiwanie struktur minimów energetycznych (produktów, produktów przejściowych) i stanów przejściowych. Wyznaczanie parametrów fizykochemicznych, w tym energii. Metody wzorcowane na termochemię – wybrane funkcjonaty DFT, metody wieloskładnikowe (CBS, G2, G3, G4), parametryzacje półempiryczne. Wkłady oscylacyjne do termochemii (energia punktu zerowego). Teoretyczne modelowanie procesów katalitycznych. Słabe oddziaływania jako siły kierujące samoorganizacją molekuł. Opis teoretyczny i modelowanie właściwości w ciele stałym: baza fal płaskich, pseudopotencjały. Struktura pasmowa, przerwa energetyczna. Opis dynamiki układów złożonych: metody dynamiki molekularnej.	K_W04 K_U06
45.	Ogniwa paliwowe (PDW-11)	Metody elektrochemiczne – elektroliza, elektrochemiczne otrzymywanie wodoru, parametry obwodu zastępczego elektrody w układzie do otrzymywania gazów dla ogniwa paliwowego, zastosowania ogniw paliwowych. Pomiar oporu wewnętrznego ogniwa paliwowego. Otrzymywanie wodoru metodami elektrochemicznymi. Charakterystyka pracy ogniwa paliwowego (charakterystyki ładowania i rozładowania ogniwa w zależności od rodzaju obciążenia).	K_W03 K_U03, K_U04
46.	Wybrane zagadnienia z pomiarów fizykochemicznych (PDW-11)	Praktyczne aspekty prowadzenia pomiarów właściwości fizykochemicznych materiałów istotnych z punktu widzenia technologii wytwarzania i magazynowania energii: zaawansowane techniki analizy termicznej, spektroskopia impedancyjna, spektroskopia dielektryczna, charakterystyki prądowo-napięciowych badanych materiałów. Modele analizy danych eksperymentalnych i metody statystyczne opracowania wyników.	K_W03 K_U03, K_U04
47.	Przygotowanie pracy dyplomowej -projekt indywidualny (PDW-12)	Zagadnienia z chemii zatwierdzone jako tematy prac licencjackich; projekt badawczy indywidualny, realizacja eksperymentu z tematyki badawczej promotora, synteza, badania fizykochemiczne otrzymanego produktu i wnioski z przeprowadzonych badań. Indywidualne opracowanie teoretyczne zagadnienia, które wiąże się z tematyką badawczą zespołu.	K_U08, K_U09 K_K01, K_K02, K_K03
48.	Seminarium licencjackie – projekt grupowy (PDW-12)	Projekt grupowy, zasady pracy w grupie – osiem kroków realizacji projektu. Rola lidera grupy. Grupowe opracowanie literaturowe na wybrany temat: z tematyki związanej z zagadnieniami wybranego zespołu badawczego lub kierunku studiów. Przygotowanie grupowe prezentacji projektu, ocena projektu i ocena prezentacji, samoocena.	K_U08, K_U09 K_K01, K_K02, K_K03
49.	Formy zatrudnienia na rynku pracy (PDW-12)	Pojęcie prawa pracy, stosunku pracy, pracodawcy i pracownika. Stosunek pracy a stosunki cywilnoprawne (umowa o dzieło, umowa zlecenia). Podstawy nawiązania stosunku pracy. Zawarcie i rodzaje umowy o pracę. Rozwiązanie i wygaśnięcie umowy o pracę. Roszczenia stron w razie rozwiązania umowy o pracę z naruszeniem przepisów prawa. Obowiązki pracownika i jego odpowiedzialność. Obowiązki pracodawcy i jego odpowiedzialność. Wynagradzanie za pracę. Czas pracy i urlopy. Bezpieczeństwo i higiena pracy oraz uprawnienia rodzicielskie pracownika.	K_W10 K_U08
50.	Zarządzanie marketingowe (PDW-12)	Marketing - istota i geneza. Otoczenie przedsiębiorstwa zorientowanego marketingowo. Procedura formułowania strategii marketingowej. Analiza możliwości rynkowych: SIM i badania marketingowe, analiza zachowań nabywcy. Segmentacja rynku: identyfikacja segmentów i wybór rynków docelowych. Projektowanie marketingu - mix dla wybranego segmentu: a/ zarządzanie produktem, b/ zarządzanie dystrybucją, c/ zarządzanie ceną, d/ zarządzanie promocją. Rodzaje strategii marketingowych i ich zastosowanie. Ocena i	K_W10 K_U08

	kontrola działalności marketingowej. Obszary zastosowań marketingu: marketing w usługach, marketing w organizacjach <i>non – profit</i> . Organizacja marketingu w firmie.	
--	--	--

6. Plan studiów.

ROK I / SEMESTR I									
Nazwa przedmiotu/moduły zajęć	O/F	Forma zajęć				Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot
		W	S	L	Inne				
Podstawy chemii	O	60	45	60		165	E/Z/Z	13	Nauki chemiczne
Matematyka	O	60	30			90	E/Z	7	Nauki chemiczne
Transformacja energetyczna	O	15				15	Z	1	Nauki chemiczne
Bezpieczeństwo w laboratorium	O	15		15		30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Kurs BHP	O				4	4	Z	0	
Przedmioty do wyboru*	F					60	E/E	4	
RAZEM						364	4E	27	
Ekologia (PDW-1)	F	30				30	E	2	Nauki chemiczne
Chemia środowiska (PDW-1)	F	30				30	E	2	Nauki chemiczne
Historia chemii (PDW-1)	F	30				30	E	2	Nauki chemiczne

* Do wyboru dwa z trzech przedmiotów fakultatywnych w ramach PDW-1

ROK I / SEMESTR II								
Nazwa przedmiotu/moduły zajęć	O/F	Forma zajęć			Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot
		W	S	L				

Chemia analityczna z elementami analizy środowiska	O	30	30	45	105	E/Z/Z	7	Nauki chemiczne
Fizyka	O	30		45	75	E/Z	6	Nauki chemiczne
Chemia kwantowa	O	30	30		60	E/Z	6	Nauki chemiczne
Surowce chemiczne dla zrównoważonego rozwoju	O	15			15	Z	1	Nauki chemiczne
Energetyka jądrowa	O	15			15	Z	1	Nauki chemiczne
Metody komputerowe w chemii	O	15		30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Metrologia chemiczna	O	10		20	30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Prawo własności intelektualnej	O	15			15	E	1	Nauki prawne
RAZEM					360	4E	28	

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 1: 27

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 2: 28

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 1: 364

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 2: 360

ROK II / SEMESTR III									
Nazwa przedmiotu/moduły zajęć	O/F	Forma zajęć				Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot
		W	Ć	S	L				
Chemia nieorganiczna	O	60		30	75	165	E/Z/Z	13	Nauki chemiczne
Chemia fizyczna I	O	30		30	45	105	E/Z/Z	7	Nauki chemiczne
Odnawialne źródła energii	O	10		10	10	30	E/Z/Z	2	Nauki chemiczne
Podstawy spektroskopii	O	10			20	30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Lektorat (PDW-2)**	O			60		60	Z	0	
W-F	O		30			30	Z	0	

Przedmioty do wyboru*	F					30	Z	4	
RAZEM						450	3E	28	
Język angielski w laboratorium chemicznym (PDW-3)	F	15		15		30	Z/Z	4	Nauki chemiczne
English for science and technology (PDW-3)	F	15		15		30	Z/Z	4	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny w ramach PDW-3

**Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, w wymiarze 180 godz. (12 ECTS) rozliczany jest do końca 5 semestru, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.

ROK II / SEMESTR IV									
Nazwa przedmiotu/moduły zajęć	O/F	Forma zajęć				Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot
		W	Ć	S	L				
Chemia organiczna	O	60		30	105	195	E/Z/Z	14	Nauki chemiczne
Zielona chemia	O	30			30	60	E/Z	5	Nauki chemiczne
Chemia fizyczna II	O	15		15	30	60	E/Z/Z	6	Nauki chemiczne
Lektorat (PDW-2)**	O			60		60	Z	0	
W-F	O		30			30	Z	0	
Przedmioty do wyboru*	F					45	Z	4	
RAZEM						450	3E	29	
Chemia polimerów i biomateriałów (PDW-4)	F	15			30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Zielona chemia kosmetyczna (PDW-4)	F	15			30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny w ramach PDW-4

**Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, w wymiarze 180 godz. (12 ECTS) rozliczany jest do końca 5 semestru, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 3: 28

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 4: 29

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 3: 450

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 4: 450

ROK III / SEMESTR V								
Nazwa przedmiotu/moduły zajęć	O/F	Forma zajęć			Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot
		W	S	L				
Analityka instrumentalna	O	30	15	45	90	E/Z/Z	5	Nauki chemiczne
Technologia chemiczna	O	30	15	45	90	E/Z/Z	5	Nauki chemiczne
Gospodarka wodorowa	O	15	15		30	E/Z	2	Nauki chemiczne
Podstawy chromatografii	O	10		20	30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Lektorat (PDW-2)**	O		60		60	E	12**	
Przedmioty do wyboru*	F				120	Z	10	
RAZEM					420	4E	36	
Krystalochemia (PDW-5)	F	25		20	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Symetria w chemii (PDW-5)	F	15	30		45	Z/Z/Z	4	Nauki chemiczne
Aktywacja małych cząsteczek i ich zastosowanie w ochronie środowiska i przemyśle (PDW-6)	F	10		35	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Katalityczne metody uwodornienia cząsteczek organicznych (PDW-6)	F	10		35	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Magnetochemia (PDW-7)	F	20		10	30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Nanomateriały magnetyczne (PDW-7)	F	20		10	30	Z/Z	2	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z każdego PDW: 5, 6 i 7.

** Lektorat z języka nowożytnego, w wymiarze 180 godz. (12 ECTS) rozliczany jest do końca 5 semestru, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego

ROK III / SEMESTR VI								
Nazwa przedmiotu/moduły zajęć	O/F	Forma zajęć			Liczba godzin	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot

		W	S	L	Inne	zajęć			
Metody magazynowania energii	O	20	10	15		45	E/Z/Z	3	Nauki chemiczne
Ogniwa paliwowe	O	15				15	E	1	Nauki chemiczne
Wprowadzenie do biochemii toksykologicznej	O	30				30	Z	2	Nauki chemiczne
Zarządzanie chemikaliami	O	15				15	Z	1	Nauki chemiczne
Praktyka zawodowa/ Praktyka badawcza***	O				60	60	Z	3	Nauki chemiczne
Przygotowanie pracy dyplomowej - projekt indywidualny/ Seminarium licencjackie – projekt grupowy (PDW-8)****	O		30			30	Z	5	Nauki chemiczne
Przygotowanie do egzaminu dyplomowego	O					0	E	5	Nauki chemiczne
Przedmioty do wyboru*	F					140	Z/E	12	
RAZEM						335	4E	32	
Chemia atmosfery (PDW-9)	F	15		15		30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Chemosensory (PDW-9)	F	15		15		30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Metody obliczeniowe w zastosowaniach fizykochemicznych (PDW-10)	F	15		30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Metody obliczeniowe w modelowaniu biochemicznym i w badaniach makromolekuł (PDW-10)	F	15		30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Ogniwa paliwowe (PDW-11)	F		10	10		20	Z	2	Nauki chemiczne
Wybrane zagadnienia z pomiarów fizykochemicznych (PDW-11)	F		10	10		20	Z	2	Nauki chemiczne
Formy zatrudnienia na rynku pracy (PDW-12)	F	30	15			45	E	4	Nauki prawne
Zarządzanie marketingowe (PDW-12)	F	30	15			45	E	4	Nauki o zarządzaniu i jakości

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z każdego PDW: 8, 9, 10, 11 i 12

*** Do wyboru praktyka przemysłowa lub w instytucjach naukowych praktyka badawcza

**** Student ma do wyboru: projekt indywidualny w ramach pracowni licencjackiej (bezwymiarowa), który kończy się pracą dyplomową albo realizację projektu grupowego na seminarium licencjackim, który kończy się przygotowaną prezentacją. Każdy student niezależnie zdaje egzamin dyplomowy.

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 5: 36

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 6: 32
Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 5: 420
Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 6: 335
Łączna liczba godzin w ciągu studiów: 2379
Liczba punktów ECTS 180, z tego 54 ECTS z przedmiotów do wyboru (30 %)