



UCHWAŁA NR 152/2023
SENATU UNIwersYTETU WROCLAWSKIEGO
z dnia 21 czerwca 2023 r.

**w sprawie programu studiów dla kierunku *Chemia*
na poziomie studiów pierwszego i drugiego 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 *Chemia* na poziomie studiów pierwszego i drugiego stopnia o profilu ogólnoakademickim dla cykli kształcenia rozpoczynających się od roku akademickiego 2023/2024 w brzmieniu określonym w załącznikach do niniejszej uchwały.

§ 2. Uchwała wchodzi w życie z dniem podjęcia.

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

Załącznik nr 1

PROGRAM STUDIÓW

Nazwa kierunku studiów: **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 %	Nauki chemiczne
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	59
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	2174
Wymiar, liczba punktów ECTS, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych	Praktyki, 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	Efekty uczenia się dla kierunku studiów Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku <i>Chemia</i> absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (kody)
--	--	---

WIEDZA		
K_W01	posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie podstawowych działów chemii, posługuje się właściwą terminologią i nomenklaturą chemiczną, rozumie relacje pomiędzy strukturą i reaktywnością	P6S_WG
K_W02	zna podstawy matematyki wyższej, opisuje i analizuje zjawiska fizyczne i procesy chemiczne adekwatnym aparatem matematycznym	P6S_WG
K_W03	zna metody obliczeniowe oraz narzędzia informatyczne umożliwiające rozwiązywanie typowych problemów z zakresu chemii	P6S_WG
K_W04	dysponuje zaawansowaną wiedzą w zakresie budowy, funkcjonowania i zastosowania wybranej aparatury kontrolno-pomiarowej	P6S_WG
K_W05	posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu zasad bezpiecznej pracy w laboratorium umożliwiającą odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w praktyce zawodowej	P6S_WG
K_W06	zna aspekty prawne i etyczne związane z działalnością zawodową	P6S_WK
K_W07	posiada podstawową wiedzę z tematyki prawa autorskiego, ochrony własności intelektualnej i systemu informacji patentowej	P6S_WK
K_W08	zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji związane z właściwym gospodarowaniem związkami chemicznymi i ochroną środowiska	P6S_WK
K_W09	ma podstawową wiedzę z zakresu metodologii i terminologii komunikacji społecznej	P6S_WG
K_W10	zna współczesny rynek pracy oraz zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości	P6S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
K_U01	potrafi stosować zdobytą wiedzę do opisu zjawisk i procesów chemicznych oraz rozwiązywania problemów z zakresu chemii	P6S_UW
K_U02	potrafi planować i wykonać badania eksperymentalne oraz rozwiązywać proste problemy chemiczne 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	opracowuje i przedstawia wyniki prac laboratoryjnych w postaci form pisemnych lub prezentacji oraz weryfikuje je z danymi literaturowymi	P6S_UK

K_U06	wybiera niezbędne informacje z literatury specjalistycznej w języku polskim i angielskim, opisuje i dyskutuje aktualne zagadnienia związane z chemią	P6S_UW P6S_UK
K_U07	posługuje się językiem obcym na poziomie B2 określonym dla Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P6S_UK
K_U08	posiada umiejętność organizowania pracy zespołowej i realizacji powierzonych zadań indywidualnych i grupowych	P6S_UO
K_U09	potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i planować własny rozwój zawodowy	P6S_UU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
K_K01	rozumie potrzebę ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych, potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę do wykonywania zawodu oraz korzystać z opinii ekspertów	P6S_KK
K_K02	odpowiedzialnie pełni różne role zawodowe związane z chemią z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy	P6S_KR
K_K03	jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej	P6S_KR
K_K04	jest przygotowany do wypełniania zobowiązań społecznych związanych z bezpieczeństwem chemicznym i ochroną środowiska	P6S_KO
K_K05	jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy w branży chemicznej	P6S_KO

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	Podstawowe prawa chemiczne; pierwiastki chemiczne, związki chemiczne, mieszaniny; definicje pojęć: mol, masa molowa, liczba atomowa, liczba masowa; rodzaje stężeń, przeliczenie stężeń; reakcje chemiczne – typy, stechiometria; budowa atomu, orbitale, zasady zapełniania, reguła Hunda, zakaz Pauliego; układ okresowy, prawo okresowości; wiązania chemiczne, elektryczność; hybrydyzacja, symetria cząsteczek, teoria VSEPR; oddziaływania międzycząsteczkowe, stany skupienia materii, przemiany fazowe; roztwory związków chemicznych, rozpuszczalność; woda, dysocjacja, kwasy i zasady, pH; równowaga chemiczna; efekty cieplne reakcji chemicznych, kryteria samorzutności reakcji; szybkość reakcji chemicznych; podstawy elektrochemii; reakcje jądrowe – podstawy.	K_W01, KW05 K_U01, K_U03, K_U05 K_K03

2	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_W02 K_U04
3	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_W04 K_U01
4	Metody komputerowe w chemii	Program graficzny ChemDraw i jego wykorzystanie do przedstawiania struktur związków chemicznych. Program Matlab - podstawy Matlab, zastosowanie Matlab do graficznej prezentacji wyników, zastosowanie Matlab do numerycznej analizy danych, zastosowanie Matlab do statystycznej analizy danych, podstawy programowania w Matlabie. Przygotowanie multimedialnej prezentacji na zadany temat z wykorzystaniem zrealizowanych zagadnień.	K_W03 K_U04 K_K01
5	Chemia analityczna	Równowagi chemiczne w układach homogenych: kwas-zasada, utleniacz-reduktor, jon metalu-ligand oraz w układach heterogenych: osad-roztwór. Czynniki wpływające na przesunięcie stanu równowagi chemicznej i jego konsekwencje analityczne. Reakcje w roztworach niewodnych. Główne techniki analityczne uwzględniające identyfikację, maskowanie, rozdział oraz oparte na w/w równowagach klasyczne metody ilościowego oznaczania pierwiastków (metody objętościowe i wagowe). Ocena wiarygodności metod analitycznych i oszacowanie błędów. Podstawowe pojęcia. Obliczanie stężeń. Oddziaływania międzyjonowe, prawo Debay'a-Hückla. Reakcje w układach jednofazowych. Elektrolity mocne i słabe. Prawo rozcieńczeń Ostwalda. Reakcje kwas-zasada; obliczenia pH kwasów i zasad wieloprotonowych, roztworów buforowych i soli słabych elektrolitów. Elektrolity amfiprotyczne. Równowagi red-ox. Potencjał Nernsta. Równowagi kompleksowania, stałe tworzenia i trwałości. Reakcje w układach wielofazowych. Strącanie osadów, rozpuszczalność. Krzywe miareczkowania. Wskaźniki. Podstawy analizy statystycznej wyników doświadczalnych. Wybrane reakcje identyfikacji kationów. Specjalne metody analizy: kroplowa i mikrokryształiczna. Klasyfikacja i badania wstępne w analizie anionów. Reakcje z przeniesieniem protonu i ich aspekty analityczne, alkacymetria. Reakcje z przeniesieniem elektronów, metody analityczne oparte na tych reakcjach: manganometria, jodometria, bromianometria. Kompleksometria. Równowagi heterogenne, procesy wpływające na przesunięcie równowagi heterogennej: objętościowa analiza strąceniowa i analiza wagowa. Krzywe miareczkowania, dobór wskaźników.	K_W01, K_W05 K_U02, K_U05 K_K01, K_K03

6	Chemia kwantowa	Postulaty mechaniki kwantowej. Rozwiązanie równania Schrödingera dla: cząstki swobodnej, nieskończenie głębokiej studni potencjału, bariery potencjału (efekt tunelowania, przykłady z chemii) i oscylatora harmonicznego. Moment pędu, rotator sztywny. Atom jednoelektronowy - sposób rozwiązania równania Schrödingera, dyskusja rozwiązań, własności orbitali. Metody przybliżonego rozwiązania równania Schrödingera - metoda wariacyjna (twierdzenie wariacyjne, metoda Ritza), rachunek zaburzeń dla stanów niezdegenerowanych. Spin elektronowy. Sprzężenie spinowo-orbitalne. Układy wieloelektronowe, przybliżenie jednoelektronowe. Przybliżenie Borna-Oppenheimera, całkowita energia cząsteczki.	K_W01, K_W02 K_U01, K_U04
7	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_W06, K_W07, K_W10
8	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,	K_W05, K_W08 K_U02

		celowość zastosowania, zagrożenia, sposoby redukcji zagrożeń. Wizualizacja ryzyka na przykładach: macierz ryzyka, analiza przykładowych wypadków laboratoryjnych, sposoby redukcji zagrożeń (przykłady metody 5S i zasad kaizen).	
9	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; związki metaloorganiczne i ich zastosowanie w katalizie.	K_W01, K_W05, K_W08 K_U01, K_U02, K_U03, K_U06 K_K02
10	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 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.	K_W01, K_W04 K_U01, K_U02, K_U04, K_U05
11	Chemia organiczna	Wpływ budowy chemicznej na właściwości chemiczne i fizyczne związków organicznych. Nazewnictwo związków organicznych. Izomeria, stereochemia, cząsteczki chiralne. Alkany i cykloalkany, analiza konformacyjna, reakcje wolnorodnikowe. Alkeny i alkiny, reakcje addycji, karbeny, przegrupowania karbokationów, efekt mezomeryczny, polimery-	K_W01, K_W04, K_W08 K_U02, K_U03, K_U06 K_K01, K_K02

		<p>zacje alkenów, reakcje cykloaddycji do sprzężonych dienów. Związki aromatyczne i wielopierścieniowe, podstawienie elektrofilowe w związkach aromatycznych. Chlorowcowe związki organiczne, reakcje podstawienia nukleofilowego i eliminacji. Związki metaloorganiczne i ich znaczenie w syntezie organicznej. Alkohole i etery, reakcje utlenienia i redukcji związków organicznych. Fenole i halogenopochodne związków aromatycznych. Aldehydy i ketony, nukleofilowe addycje do grupy karbonylowej, reaktywność anionów enolanowych, kondensacja aldolowa. Kwasy karboksylowe i ich pochodne, podstawienie nukleofilowe przy węglu acylowym. Związki azoto- siarko- i fosforoorganiczne. Znaczenie biologiczne jednofunkcyjnych związków organicznych. Proste związki heterocykliczne.</p>	
12	Chemia fizyczna II	<p>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).</p>	<p>K_W01, K_W05, K_W08 K_U02, K_U04, K_U05 K_K01, K_K02</p>
13	Analityka instrumentalna	<p>Podział technik analitycznych. Prawo Lamberta-Beera, zastosowania analityczne. Absorpcyjna (ASA) i emisyjna (EAS-ICP) spektroskopia atomowa w analizie śladowych i ultraśladowych stężeń metali. Spektroskopia molekularna w zakresie UV-VIS; analityczne zastosowania spektrofotometrii i spektrofluorymetrii. Spektrometria FTIR i spektroskopia ramanowska w analizie układów biologicznych. Analityczne aspekty metody NMR. Spektrometria mas – zastosowanie do identyfikacji i analizy strukturalnej związków organicznych. Potencjometria, elektrody jonoselektywne. Metody woltamperometryczne. Konduktometria, miareczkowanie konduktometryczne. Metody kulometryczne w analizie przemysłowej i monitoringu zanieczyszczeń atmosfery. Stosowane metody analityczne: atomowa spektroskopia absorpcyjna (ASA), emisyjna (ICP-EAS) i fotometria płomieniowa, spektrofotometria w zakresie UV i VIS, spektrofluorymetria, spektrometria IR oraz spektroskopia ramanowska, potencjometria, kulometria, metody woltamperometryczne, konduktometria.</p>	<p>K_W01, K_W04, K_W05, K_W08 K_U01, K_U02, K_U04, K_U05 K_K02</p>

14	Technologia chemiczna	<p>Podstawowe pojęcia, terminologia, zasady technologiczne. Projektowanie procesów technologicznych (koncepcja chemiczna, koncepcja procesu, operacje i procesy jednostkowe, schematy blokowe, bilanse, badania MIM, projekt procesowy i technologiczny, rodzaje reaktorów, aparaty technologiczne, procesy ciągłe, okresowe). Ekonomika produkcji, aspekty prawne związane z wieloformatową produkcją w przemyśle chemicznym, badania BR, własność przemysłowa, ochrona patentowa. Ocena technologii w aspekcie ochrony środowiska, koncepcji zrównoważonego rozwoju, metody LCA, analiza wybranych przykładów. Analiza wybranych klasycznych i innowacyjnych procesów technologicznych (koncepcja, rozwój technologii, potencjalne innowacje). Chemia i technologia surfaktantów (synteza, analityka, aplikacje, przemysł detergentów, przemysł kosmetyczny). Metalurgia (wzbogacanie surowców mineralnych, klasyfikacja procesów metalurgicznych, otrzymywania metali i ich rafinacja z wykorzystaniem procesów chemicznych). Surowce w technologii syntez nieorganicznych. Technologie uzdatniania wody. Wymieniacze jonowe w technologiach wielkoformatowych. Technologie przemysłu nieorganicznego (syntezy kwasów, nawozów mineralnych). Technologie przemysłowe syntez organicznych (procesy przerobu surowców kopalnych i odnawialnych do syntez organicznych, wielkoformatowa synteza organiczna). Wybrane procesy przemysłowe uwodornienia, utleniania, alkilowania, chlorowania związków organicznych, syntez z tlenku węgla i związków organicznych, procesy hydratacji, kondensacji, estryfikacji. Chemia i technologia polimerów i biopolimerów (klasyfikacja, definicje, terminologia, właściwości, metody syntezy, technologie otrzymywania wybranych polimerów m.in. poliolefiny, poliestry, poliamidy). Proste obliczenia charakteryzujące procesy technologiczne, bilanse, rozwiązywanie problemów ilustrujących wybrane zagadnienia wykładu. Praktyczne aspekty związane z tematyką ochrony własności intelektualnej, systemu informacji patentowej, podstaw przedsiębiorczości. Otrzymywanie i analiza wybranych produktów i wyrobów chemicznych opartych na realnych technologiach przemysłowych opracowanych na potrzeby ćwiczeń w skali laboratoryjnej. MIM procesów opracowanych we współpracy z wiodącymi firmami przemysłu chemicznego.</p>	<p>K_W01, K_W05, K_W08 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K04</p>
15	Podstawy chromatografii	<p>Chromatografia gazowa i cieczowa z podziałem – podstawy i obecne rozwiązania analityczne. Derywatywacja substancji w analizie chromatograficznej GC-FID, GC-MS. Analiza cukrów, aminokwasów, kwasów tłuszczowych, steroli. Techniki oczyszczania próbek biologicznych, preparatyka złożonych mieszanin, ekstrakcja do fazy stałej, mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej, ekstrakcja cieczowa. Metody ilościowo-jakościowe w analizie chromatograficznej. Walidacja danych, wybrana chemometria i sposób wykonania raportów końcowych z uzyskanych wyników. Wybrane techniki oczyszczania próbek do analizy – Synteza adsorbentu C18 i ekstrakcja substancji zapachowych z próbek organicznych. Ekstrakcja cieczowo-cieczowa substancji zapachowych z próbek organicznych. Analiza chromatograficzna (chromatografia gazowa z detekcją FID i MS) próbek przygotowanych do analizy wybranymi technikami ekstrakcyjnymi. Porównanie rodzajów detekcji w chromatografii gazowej. Rozdział kolumnowy (faza normalna) ekstraktu z wybranych próbek bio-</p>	<p>K_W04, K_W05 K_U02, K_U03, K_U04</p>

		logicznych pod kątem porównania zawartości substancji bioaktywnej. Zastosowanie chromatografii cienkowarstwowej (TLC) jako detekcji w rozdziale kolumnowym. Zastosowanie HPLC w odwróconym układzie faz w analizie jakościowej: rozdział w warunkach gradientowych i izokratycznych, dobór składu fazy ruchomej, warunki identyfikacji substancji, określanie czystości preparatu., ocena skuteczności oczyszczania metodą HPLC. Prezentacja sprzętu, warunków pracy, restabilizacja kolumny. Analiza jonów organicznych i nieorganicznych z zastosowaniem chromatografii jonowej IC-HPLC. Dobór warunków, metody detekcji, analiza jakościowa i ilościowa. Detekcja pośrednia. Metody przygotowania próbek. Zastosowanie HPLC w analizie ilościowej: optymalizacja warunków do oznaczenia ilościowego metodą HPLC (warunki izokratyczne), przygotowanie serii kalibracyjnej metodą rozcieńczeń i z wykorzystaniem automatycznego dozownika, przeprowadzenie analizy ilościowej, analiza wyników i ocena ich wiarygodności.	
16	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, chemicznych zakładach przemysłowych.	K_W06, K_W10 K_U06, K_U10 K_K01, K_K02, K_K03, K_K04, K_K05
17	Praktyka badawcza	Ten rodzaj praktyki oferowany jest studentom zdolnym, 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_W06, K_W10, K_W05 K_U06, K_U10 K_K01, K_K03, K_K04, K_K05
18	Krystalochemia	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_W03, K_W04 K_U02, K_U03, K_U05 K_K01

19	Zarządzanie laboratorium	Podstawowe strategie statystycznego sterowania jakością. Karty kontrolne w monitorowaniu stabilności procesu. Zintegrowane systemy zarządzania jakością w laboratoriach chemicznych. Normalizacja i formy oceny zgodności (akredytacja, certyfikacja). Spójność pomiarowa w procedurach analitycznych. Podstawowe pojęcia metrologii. Szacowanie niepewności wyniku analizy. Charakterystyka i zastosowanie podstawowych typów materiałów odniesienia. Badania międzylaboratoryjne w kontroli jakości badań analitycznych. Walidacja procedur analitycznych w laboratoriach akredytowanych. Etapy walidacji, charakterystyka i wyznaczanie parametrów metody analitycznej. Przykłady walidacji dla wybranych metod analitycznych. Standardy zarządzania środowiskowego. Wdrażanie systemu zarządzania jakością w laboratorium chemicznym, certyfikacja, integracja. Wybrane metody i narzędzia doskonalenia systemów jakości.	K_W05, K_W06, K_W08 K_U08, K_U09 K_K01, K_K04, K_K05
20	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_W01
21	Człowiek a środowisko (PDW-1)*	Zakres i zadania nauki o środowisku. Pierwiastki biogenne i cykle biogeochemiczne. Klasyfikacja i składowanie odpadów (odpady ciekłe, stałe i gazowe). Źródła energii oraz odnawialne źródła surowców i energii. Litosfera – gleby (degradacja, denudacja, zmęczenie). Sposoby zwiększania produkcji żywności (nawożenie, ochrona roślin). Środki ochrony roślin – szkodliwość, zabezpieczenia. Podstawowe zanieczyszczenia i skażenia żywności. Chemiczne zanieczyszczenia i skażenia gleb; rekultywacja. Pestycydy (podział oraz ogólna charakterystyka toksykologiczna, adsorpcja i degradacja). Atmosfera – skład i struktura (zmiany cykliczne i acykliczne). Źródła zanieczyszczeń atmosfery i mechanizmy samoregulacji. Aerosole i smogi. Efekt cieplarniany. Ozon w atmosferze. Kwaśne opady atmosferyczne. Hydrosfera – charakterystyka w środowisku i klasyfikacja. Chemiczne zanieczyszczenia wód (czynniki wpływające na specjację substancji chemicznych). Eutrofizacja. Wskaźniki zanieczyszczenia wód, charakterystyka procesów samooczyszczania się wód. Detergenty i środki czyszczące – oddziaływanie na środowisko, utylizacja odpadów. Ropa naftowa i zanieczyszczenia olejowe. Koncepcja zrównoważonego rozwoju	K_W01, K_W08

		- chemia przyjazna człowiekowi i otoczeniu.	
22	Analiza chemiczna środowiska i materiałów (PDW-2)*	Analizyczna charakterystyka próbek środowiskowych i materiałowych. Sposób pobierania i przygotowywania próbek środowiskowych (gazowe, ciekłe i stałe), praca z próbkami rzeczywistymi (produkty farmaceutyczne, artykuły spożywcze). Walidacja wybranej metody analitycznej, ewaluacja wyników w oparciu o krzywe kalibracyjne, ocena wiarygodności wybranych metod analitycznych z uwzględnieniem błędów eksperymentalnych. Omówienie wybranych technik instrumentalnych (elektrogravimetria, miareczkowanie potencjometryczne, rodzaje chromatografii, pomiary turbidymetryczne i kolorymetryczne). Przykładowe oznaczanie: argentometryczne oznaczanie chlorków w produktach kosmetycznych, pH-metryczne oznaczenie wieloprotonowych kwasów organicznych, Turbidymetryczne oznaczanie siarczanów w wodzie pitnej i mineralnej, chromatograficzne oznaczanie barwników organicznych (TLC, dobór eluentu), kolorymetryczne oznaczanie żelaza w minerałach, jodometryczne oznaczanie kofeiny w produktach farmaceutycznych i w artykułach spożywczych, oznaczenie zawartości cukrów redukujących w artykułach spożywczych, kolorymetryczne oznaczanie fosforanów w artykułach spożywczych.	K_W04, K_W08 K_U02
23	Wybrane specjalne techniki w analizie chemicznej (PDW-2)*	Charakterystyka wybranych metod analizy ilościowej, z uwzględnieniem zarówno klasycznych metod chemicznych, jak i metod instrumentalnych. Procedury pobierania i przechowywania próbek rzeczywistych (środowiskowych, biologicznych, żywności, leków, stopów) do analizy jakościowej i ilościowej. Omówienie technik rozkładu próbek stałych (przeprowadzenie do roztworu) – rozkład na mokro, rozkład na sucho, stapianie z nadmiarem topnika. Kryteria wyboru metody analitycznej ze względu na rodzaj oraz zawartość oznaczanych składników, granice wykrywalności i oznaczalności. Omówienie wybranych metod instrumentalnych stosowanych w analizie ilościowej (podstawy fizyczne, budowa aparatury pomiarowej, specyfika oznaczeń): atomowa emisyjna spektrometria (ICP-AES), elektrogravimetria, miareczkowanie konduktometryczne i pehametryczne. Przedstawienie podstawowych zagadnień dotyczących wymiany jonowej (opis zjawiska, rodzaje wymienniczy jonowych, zastosowania). Wykorzystanie wymiany jonowej, w połączeniu z miareczkowaniem alkacymetrycznym, do oznaczania zawartości soli (np. NaCl, KCl, MgCl ₂). Omówienie procesu ekstrakcji (podstawy fizyczne zjawiska, rodzaje ekstrakcji, współczynnik podziału Nersta, kryteria doboru optymalnego ekstrahenta). Zastosowanie ekstrakcyjno-wagowej metody (z wykorzystaniem aparatu Soxhleta) do określenia zawartości tłuszczów w produktach naturalnych i spożywczych. Analiza danych pomiarowych, ocena wiarygodności wyników pomiarów ilościowych i oszacowanie błędów.	K_W04, K_W08 K_U02
24	Wstęp do chemii nowoczesnych materiałów (PDW-2)*	Wielkości fizyczne, układ jednostek SI, inne układy jednostek, przeliczanie jednostek. Stan skupienia, parametry zewnętrzne, addytywność. Właściwości mechaniczne substancji. Właściwości termiczne substancji. Właściwości elektryczne substancji. Właściwości magnetyczne substancji. Właściwości optyczne substancji. Właściwości chemiczne. Sprężone właściwości substancji.	K_W01 K_U02

25	Podstawy mikroskopii (PDW-2)*	Historia mikroskopii. Mikroskop optyczny. Wybrane modyfikacje mikroskopu optycznego, cz. 1. Wybrane modyfikacje mikroskopu optycznego, cz. 2. Mikroskop elektronowy. Mikroskop sił jonowych. Mikroskopy skaningowe. Skaningowy mikroskop tunelowy. Skaningowy mikroskop elektronowy i mikroskop sił atomowych. Mikroskop sił atomowych c.d. Sposoby uzyskiwania super wysokich próżni (ultra-high vacuum). Mikroskop w przemyśle i medycynie. Mikroskop optyczny – aplikacje. Optyczny mikroskop polaryzacyjny - aplikacje. Badanie przemian fazowych ciekłych kryształów. Badanie przemian fazowych kryształów ferroelastycznych. Pomiary konoskopowe. Skaningowy mikroskop elektronowy - zastosowania. Transmisyjny mikroskop elektronowy. Badanie materiałów ferromagnetycznych przy pomocy AFM w trybie PFM (piezoelectric force microscopy).	K_W04 K_U02
26	Lektorat (język nowożytny) (PDW-3)	Biegłość językowa w posługiwaniu się wybranym językiem. Treści i słownictwo niezbędne do egzaminu, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.	K_U07
27	Analiza minerałów (PDW-4)*	Opracowanie protokołu dla analizy minerałów. Kryteria wyboru metody do celów analitycznych, pobieranie i przygotowanie materiału do analizy ze szczególnym uwzględnieniem złożonych próbek. Analiza materiałów wieloskładnikowych zawierający zarówno mikro i makroskładniki, usunięcie składników interferujących. Wykorzystanie metod klasycznych oraz technik instrumentalnych w analizie minerałów – badanie próbek rzeczywistych. Ocena wiarygodności metod analitycznych i oszacowanie błędów. Strategia analizy nieznanymi minerałami, porównawcze badania literaturowe. W protokole analitycznym wykorzystane zostaną komplementarnie metody klasyczne i instrumentalne. Dla analizy śladowej wykorzystane będą metody spektroskopowe ICP-AES, UV-Vis, luminescencja, a dla potwierdzenia składu mikroskopia elektronowa SEM.	K_W04, K_W05 K_U01, K_U08, K_U02
28	Nowoczesne materiały półprzewodnikowe – synteza, właściwości i zastosowania (PDW-4)*	Klasyfikacja materiałów ze szczególnym uwzględnieniem właściwości elektrycznych. Cechy i właściwości elektrycznych materiałów półprzewodnikowych. Metody otrzymywania i modyfikowania właściwości półprzewodników. Budowa i zasada działania diody półprzewodnikowej. Budowa i zasada działania tranzystora bipolarnego i polowego. Urządzenia: fotoogniwo, termoogniwo Peltier’a i in. Wyznaczanie charakterystyk układów półprzewodnikowych takich jak: diody, fotodetektory, ogniwa fotowoltaiczne i termoelektryczne.	K_W01, K_W04 K_U01, K_U02
29	Analiza śladowa (PDW-4)*	Charakterystyka i specyfika analizy śladowej. Procedury pobierania i przechowywania próbek rzeczywistych (środowiskowych, biologicznych, żywności, stopów) do analizy. Kryteria doboru metody przygotowywania próbek do oznaczania śladowych ilości pierwiastków. Techniki rozkładu próbek (przeprowadzenie próbek stałych do roztworu) – rozkład na mokro, rozkład na sucho, stapianie z nadmiarem topnika. Kierunki rozwoju technik rozkładu próbek. Typowe techniki analityczne służące do rozdzielania i wzbogacania ślądów uwzględniające klasyczne metody chemiczne (współstrącanie, strącanie, maskowanie) a także ekstrakcję, elektrolizę oraz chromatografię. Kryteria wyboru instrumentalnej metody analitycznej ze względu na rodzaj i stężenie oznaczanych składników, granice wykrywalności i oznaczalności wybranych dostępnych technik. Omówienie zasad metod atomowej (ASA, ICP-AES) oraz molekularnej spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej. Ka-	K_W04 K_U01, K_U02

		libracja w pomiarach śladowych ilości pierwiastków – metody kalibracyjne, dobór warunków prawidłowej kalibracji, eliminacja lub zmniejszanie efektu interferencyjnego. Materiały odniesienia i certyfikowane (atestowane) materiały odniesienia – ich zastosowanie w analizie śladowej. Analiza danych pomiarowych, ocena wiarygodności wyników pomiarów analitycznych i oszacowanie błędów.	
30	Podstawy spektroskopii PDW-4)*	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 elektronowych. Przykłady zastosowań spektroskopii w chemii, biologii i medycynie.	K_W04 K_U01, K_U02
31	Język angielski w laboratorium chemicznym (PDW-5)*	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. Skrót. Pułapki słownikowe. Autotranslatory. Szybkie wyszukiwanie informacji w tekście angielskim. Podstawy skutecznego korzystania z literatury fachowej. Żywe źródła: webinary i e-konferencje.	K_U06, K_U08 K_K01
32	English for science and technology (PDW-5)*	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_U06, K_U08 K_K01
33	Zarządzanie chemikaliami (PdW-6)*	Zasady dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) – wg OECD. Aktualizacja przepisów odnośnie klasyfikacji i znakowania substancji chemicznych zgodnie z obowiązującymi przepisami (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	K_W01, K_W05, K_W08

		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.	
34	Informacja naukowa w chemii (PDW-6)*	Źródła informacji naukowej - ich wiarygodność i wykorzystanie. Wyszukiwanie informacji w źródłach drukowanych i elektronicznych. Wyszukiwanie wg. słów kluczowych i elementów strukturalnych. Zasoby informacji o związkach chemicznych: Chemical Abstracts, PubChem, czasopisma chemiczne. Wyszukiwarki internetowe – ogólne i naukowe (Google Scholar, Web of Science, SciFinder, Scopus, ChemSpider, ChemWeb, bazy bibliograficzne). Katalogi firm chemicznych jako źródło informacji. Chemiczne i biologiczne bazy danych: Medline, PDB, bazy widm NMR, IR, MS, Organic Syntheses, bazy sekwencji DNA i białek, bazy danych instytucji. Bazy informacji patentowych. Bazy danych BHP, MSDS, toksykologiczne. Źródła informacji o lekach, metabolitach i innych związkach biologicznie czynnych. Poszukiwanie metod syntezy i zastosowań związków biologicznie aktywnych. Źródła informacji o odczynnikach i reakcjach, reakcje imienne. Porządkowanie informacji, ustalanie zakresu poszukiwań, prawidłowe cytowanie źródeł oraz tworzenie własnych baz danych bibliograficznych, np. z wykorzystaniem programu Zotero. Metody i formy prezentowania informacji: raporty, sprawozdania, prezentacje multimedialne oraz tabele, wykresy i schematy. Grafika naukowa. Programy do rysowania wzorów i analizy struktury związków organicznych. Zasady przygotowania prac dyplomowych i publikacji naukowych.	K_W01 K_U06
35	Elektrochemia-podstawy (PDW-7)*	Podstawy opisu procesów transportu i zjawisk powierzchniowych/międzyfazowych. Jonika i elektrodyka, podwójna warstwa elektryczna. Przewodnictwo elektryczne roztworów elektrolitów i cieczy jonowych. Inne przewodniki jonowe. Elektrody metaliczne i półprzewodnikowe. Procesy faradajowskie, procesy elektrodowe: geneza potencjałów i prądów elektrodowych. Parametry procesów elektrodowych. Elektrochemia dynamiczna i równowagowa. Geneza potencjałów membranowych. Siła elektromotoryczna ogniw galwanicznych a napięcie elektryczne elektrolizy. Układy elektrod w urządzeniach elektrochemicznych i ich funkcje. Lepkość, napięcie powierzchniowe i międzyfazowe, liczby przenoszenia, współczynnik dyfuzji, potencjał standardowy, standardowa stała szybkości.	K_W01 K_U03, K_U04
36	Oddziaływania niekowalencyjne (PDW-7)*	Klasyfikacja oddziaływań niekowalencyjnych. Wiązania wodorowe, wodorokowe, litowe, do metali ziem rzadkich, trielowe, tetrelowe, pnikogenowe, chalkogenowe, nietypowe wiązania typu „blue shift” i oddziaływania van der Waalsa. Natura i charakterystyki oddziaływań konwencjonalnych i niekonwencjonalne. Koncepcja dziur σ i π . Wpływ oddziaływań specyficznych i polarności rozpuszczalnika na izomerię w stanach podstawowym i wzbudzonym. Oddziaływania między układami makroskopowymi. Fizykochemia powierzchni, opis termodynamiczny zjawisk powierzchniowych. Metody fizykochemiczne (teoretyczne i eksperymentalne) i ich komplementarność w badaniach oddziaływań niekowalencyjnych i zjawisk międzyfazowych. Rola oddziaływań niekowalencyjnych w układach biologicznych.	K_W01 K_U03, K_U04

37	Molekularna chemia fizyczna (PDW-7)*	Molekuła izolowana a faza skondensowana. Ciecze – niezwykły stan materii. Częstkowe wielkości molowe. Struktura i opis właściwości cieczy i roztworów ciekłych. Współczynniki aktywności i wielkości nadmiarowe jako sposób opisu odstępstw od idealności. Współczynniki aktywności obliczane teoretycznie i wyznaczone doświadczalnie. Równowaga i jej brak, stabilność i brak stabilności – droga do zrozumienia Świata. Elementy termodynamiki procesów nierównowagowych. Niezwykłość układów w skali „nano” – aspekty termodynamiczne, wpływ rozmiaru na temperaturę wrzenia, topnienia, rozpuszczalność nukleację.	K_W01 K_U03, K_U04
38	Analiza związków organicznych (PDW-8)*	Metody identyfikacji związków organicznych. Wzorce i procedury porównawcze. Wyznaczanie podstawowych parametrów fizykochemicznych i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych. Reakcje charakterystyczne i derywatywacja analitu. Pomiar masy cząsteczkowej i analiza składu. Spektrometria mas (metody jonizacji, pomiary wysokorozdzielcze, badania fragmentacyjne). Spektroskopia w podczerwieni (pasma charakterystyczne). Spektroskopia NMR (widma jedno- i wielowymiarowe). Bazy danych, pewność i wiarygodność wyników wyszukiwania. Ocena stosowalności metod analitycznych do identyfikacji różnych grup związków organicznych. Wpływ posiadanych środków i aparatury na wybór procedury identyfikacyjnej. Wpływ zanieczyszczeń na wyniki oznaczeń. Analiza problemów – identyfikacja związków chemicznych na podstawie zestawu widm.	K_W04, K_W05, K_W08 K_U02, K_U03
39	Monitoring środowiska (PDW-8)*	Istniejące w Polsce systemy pomiarów, ocen i prognoz stanu środowiska, metody i gromadzenia, przetwarzania informacji o środowisku. Opracowywanie zestawień, raportów, komunikatów. Nauka korzystania z dostępnych zasobów informacji o stanie środowiska. Omówienie metod laboratoryjnych stosowanych w monitoringu środowiska, podstawy monitorowania powietrza wody i gleby. Pobieranie próbek wody i gleb. Konserwacja, zażęzanie próbek. Przygotowywanie próbek do pomiarów. Podstawowe oznaczania fizykochemiczne wody: pH, przewodnictwo, zawartość rozpuszczonego tlenu. Analizy chemiczne wody - oznaczanie stężeń jonów metali różnymi metodami. Wykonywanie ekstraktów glebowych. Monitoring gleb: Podstawowe oznaczania fizykochemiczne roztworów glebowych: pH (w wodzie i roztworze KCl) , przewodnictwo. Rozdział frakcji humusowych i ich oznaczenia ilościowe. Oznaczenia zawartości jonów metali w glebach oraz roztworach glebowych.	K_W04, K_W05, K_W09 K_U02, K_U03 K_K04
40	Elementy syntezy organicznej (PDW-8)*	Praktyczne aspekty wieloetapowej syntezy organicznej. Synteza wieloetapowa, analiza poszczególnych etapów przy użyciu metod spektroskopowych (NMR, IR, UV-Vis, Fluorescencja) Kontrola nad wykonywanym eksperymentem. Ocena wyniku badań eksperymentalnych w oparciu o dane literaturowe.	K_W04, K_W05, K_W08 K_U02, K_U03, K_K04
41	Spektroskopia ciała stałego (PDW-8)*	Związek symetrii struktury krystalicznej z widmami IR i Ramana. Zastosowanie teorii grup w problemach spektroskopowych. Korelacja między strukturą molekularną, strukturą kryształu a geometrią pomiaru spektroskopowego w ciele stałym. Spektroskopia w podczerwieni i ramanowska w zastosowaniu do kryształów. Efekty związane ze strukturalnymi przemianami fazowymi. Drgania wewnętrzne cząsteczek organicznych – przypisania drgań do pasm obserwowanych w widmach. Wiązanie wodorowe. Spektroskopia UV-Vis.	K_W04, K_W05, K_W08 K_U02, K_U03

		Wpływ symetrii, struktury cząsteczki, temperatury i ciśnienia na widmo UV-Vis. Nieelastyczne rozpraszanie neutronów (IINS) – zastosowanie do ciała stałego. Rejestracja i analiza widma w podczerwieni dla ciała stałego. Rejestracja i analiza widma ramanowskiego dla polikryształu. Rejestracja i analiza widma ramanowskiego dla monokryształu w różnych konfiguracjach. Analiza widma rozpraszania neutronów (INS i QENS) dla kompleksu molekularnego, spektroskopia tunelowa. Zastosowanie całki splotu w dopasowaniu modelu do widma eksperymentalnego. Rejestracja i analiza widma UV-Vis dla ciała stałego.	
42	Spektroskopia elektronowa w praktyce (PDW-8)*	Podziały przejść elektronowych, czytanie widma elektronowego, budowa aparatury do pomiarów widm elektronowych, dobór parametrów pomiaru, filtry promieniowania, synergiczność wyników pomiarów widm elektronowych z wynikami innych badań fizykochemicznych.	K_W04, K_W05, K_W08 K_U02, K_U03
43	Elementy chemii produktów naturalnych (PDW-8)*	Pojęcie i definicja produktów naturalnych, metabolizm pierwotny i wtórny, mechanizmy najważniejszych reakcji metabolicznych, metody badania dróg biosyntezy produktów naturalnych, produkty naturalne powstające w wyniku metabolizmu: „aktywnego octanu”, kwasu szikimowego, kwasu mewalonowego, Aminokwasów, poszukiwanie nowych substancji aktywnych biologicznie. wyodrębnianie, oczyszczanie oraz określanie struktury produktów naturalnych, metabolomika – próba całościowego ujęcia przemian chemicznych w komórce, dlaczego produkty naturalne są „aktywne biologicznie”? przeprowadzenie izolacji i oczyszczania siedmiu substancji z załączonej listy preparatów (kofeina, piperyna, eugenol, acetylo Eugenol, aldehyd cynamonowy, cholesterol, nikotyna, limonen, teobromina, karotenoidy, trimirystyna, taksyny), dla wszystkich wydzielonych substancji należy zbadać stopień czystości preparatu, na podstawie Tt, wsp. załamania, TLC, dla 3 wybranych substancji przeanalizować i zinterpretować załączone widmo (NMR, EI-MS, ESI-MS, IR)	K_W04, K_W05, K_W08 K_U02, K_U03
44	Sensory chemiczne i biosensory (PDW-8)*	Klasyfikacja czujników chemicznych i bioczujników. Selektywność i specyficzność sensorów i biosensorów. Typy związków i biomolekuł w konstruowaniu sensorów chemicznych i biosensorów. Metody pomiarowe wykorzystywane w pracy sensorów i biosensorów. Sensory chemiczne i biosensory wykorzystywane w przemyśle, farmacji i medycynie. Sensory oparte o włókna światłowodowe. Zastosowanie sensorów chemicznych i biosensorów. Aktualne kierunki rozwoju sensorów chemicznych i biosensorów.	K_W04, K_W05, K_W08 K_U02, K_U03
45	Analiza matematyczna (PDW-9)*	Matematyka dla chemików, podstawowe metody matematyczne. Wykład i ćwiczenia będą prowadzone równolegle do wykładu kursowego z matematyki, dlatego treść zajęć będzie odpowiadała treści głównego wykładu. Część zajęć będzie poświęcona dowodzeniu podstawowych twierdzeń, które na wykładzie kursowym będą jedynie sformułowane, dokładniejsze omawianie trudniejszych zagadnień oraz rozwiązywanie trudniejszych zadań.	K_W02, K_W03 K_U04
46	Siły i równowaga w układach molekularnych (PDW-9)*	Rys historyczny i rozwój podstawowych pojęć termodynamiki. Podstawowe koncepcje metody statystycznej w termodynamice. Podstawowe pojęcia kombinatoryki i rachunku prawdopodobieństwa. Zasada ekstremum a stan równowagi. Zasada zachowania energii. Entropia i rozkład Boltzmanna. Wielkości termodynamiczne, warunki równowagi, potencjały termodynamiczne. Warunki laboratoryjne a energia swobodna i entalpia swobodna.	K_W02, K_W03 K_U04

		Związek termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej, suma statystyczna. Zespół mikrokanoniczny i kanoniczny. Twierdzenie o ekwipartycji energii, paradoks Gibbsa. Suma stanów układów molekularnych. Wybrane zastosowania.	
47	Symetria w chemii (PDW-9)*	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 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.	K_W02, K_W03 K_U04
48	Wiązania chemiczne (PDW-9)*	Atom wieloelektronowy – przybliżenie jednoelektronowe, funkcja falowa układu wieloelektronowego. Przybliżenie Borna-Oppenheimera – krzywe energii potencjalnej, powierzchni i hiperpowierzchnie energii potencjalnej. Teoria orbitali molekularnych (MO) – wiązania chemiczne w cząsteczkach: H ₂ ⁺ , H ₂ , He ₂ ⁺ . Teoria wiązań walencyjnych (VB). Porównanie obu metod na przykładzie cząsteczki H ₂ . Wiązania chemiczne w cząsteczkach dwuatomowych homo- i heterojądrowych, konfiguracje elektronowe. Metoda LCAO-MO i warunki jej stosowalności. Wiązania wielokrotne. Hybrydyzacja w cząsteczkach wieloatomowych, zalety i wady koncepcji hybrydyzacji. Wiązania zdelokalizowane. Diagramy Walsha.	K_W02, K_W03 K_U04
49	Podstawy chemometrii (PDW-9)*	Podstawowe pojęcia stosowane w chemometrii, matematyczne podstawy chemometrii, narzędzia stosowane w analizie chemometrycznej, wstępna obróbka i przygotowanie danych do analizy chemometrycznej, analiza wielowymiarowych danych, analiza głównych składowych (PCA), klasyczna metoda najmniejszych kwadratów (CLS), metoda cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS), metody klasyfikacji obiektów.	K_W02, K_W03 K_U04
50	Matematyczna interpretacja danych doświadczalnych (PDW-10)*	Dane doświadczalne jako wynik eksperymentu, wynik pomiaru i sposoby jego zapisu, pojęcie błędu oraz jego wpływ na wyniki, powtarzalność wyników oraz metody jej testowania, elementy statystyki: rozkład Poissona, rozkład dwumianowy, rozkład gamma, rozkład Weibulla, rozkład Studenta, testy na nieprzypadkowość, korelacja i regresja, testowanie hipotez statystycznych: testy parametryczne, testy nieparametryczne, interpretacja wyników pomiarów o tej samej dokładności, interpretacja wyników pomiarów o różnej dokładności, zarządzanie zbiorami danych eksperymentalnych, walidacja wybranych metod.	K_W02, K_W03 K_U04

51	Nowoczesne metody preparatyki nieorganicznej (PDW-10)*	Metody syntezy prostych związków nieorganicznych z wykorzystaniem konwencjonalnych źródeł energii. Synteza związków koordynacyjnych i metaloorganicznych. Reakcje kompleksowania indukowane prekursorem. Metody syntezy oparte na fizycznych metodach aktywacji substancji reagujących - mikrofałe. Metody syntezy w wysokich temperaturach, metody hydrotermalne i solwotermalne. Metody syntezy i oczyszczania związków nieorganicznych w niskich temperaturach. Reakcje fotochemiczne. Reakcje syntezy w fazie stałej - mechanochemia. Synteza polimerów koordynacyjnych.	K_W01, K_W04, K_W08 K_U02, K_U06 K_K04
52	Struktura i zastosowania związków nieorganicznych (PDW-10)*	Synteza w ciele stałym, z użyciem topników, solwotermalna, zasady doboru substratów do techniki syntezy, sposoby monitorowania przebiegu reakcji chemicznej w ciele stałym, uzupełniający charakter informacji o materiale uzyskiwanych technikami: spektroskopowymi, dyfrakcji proszkowej, mikroskopii elektronowej, raportowanie: analiza - synteza - wnioski.	K_W01, K_W04, K_W08 K_U02, K_U06 K_K04
53	Zielona chemia (PDW-10)*	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_W04, K_W08 K_U02, K_U06 K_K04
54	Zaawansowane metody badania materiałów (PDW-10)*	Klasyfikacja metod pomiarowych stosowanych do charakteryzowania materiałów w fazie stałej, metody termiczne (DSC, TMA, DTG), rozszerzalność termiczna kryształów, DTA, DTG, metody dielektryczne statyczne, metody dielektryczne - relaksacja, NMR ciała stałego, czas relaksacji spin-sieć i drugi moment, metoda rozpraszania neutronów INS, QENS i dyfrakcja neutronów, metody synchrotronowe, metody spektroskopowe jakościowej i ilościowej charakteryzacji materiałów w fazie stałej, pomiar różnicowej kalorymetrii skaningowej dla przemiany strukturalnej, pomiar statycznej charakterystyki dielektrycznej monokryształu i polikryształu, wyznaczanie dielektrycznego czasu relaksacji, pomiar rozszerzalności termicznej monokryształu, pomiar temperaturowej zależności przewodnictwa monokryształu.	K_W01, K_W04, K_W08 K_U02, K_U06 K_K03
55	Chemia polimerów i biomateriałów (PDW-11)*	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 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,	K_W01, K_W04, K_W08 K_U01, K_U02, K_U06 K_K04

		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.	
56	Biomakromolekuły (PDW-11)*	Chemia polimerów: pojęcie makromolekuły i polimeru, polimeryzacja i polikondensacja, polimeryzacja jako reakcja łańcuchowa: mechanizmy reakcji łańcuchowych: Specjalne zastosowania polimerów: w medycynie, w syntezie chemicznej, w analityce; elementy chemii supramolekularnej; biomakromolekuły: polipeptydy i białka; kwasy nukleinowe: nukleotydy nukleozydy i polinukleotydy, konformacja oraz budowa przestrzenna; cukry: monosacharydy, polisacharydy, oligosacharydy; praktyczne przeprowadzenie wybranych eksperymentów (Wyznaczanie masy cząsteczkowej oligomerów, modyfikacja chemiczna oraz oczyszczanie białka, synteza i sekwencjonowanie oligolipeptydów, depolimeryzacja polistyrenu).	K_W01, K_W04, K_W08 K_U01, K_U02, K_U06 K_K03
57	Metody luminescencyjne w badaniach materiałów (PDW-11)*	Materiały luminescencyjne i miejsca ich aplikacji. Przykładowe luminofory komercyjne, elementy historii ich odkrycia i rozwoju. Nowoczesny sprzęt pomiarowy i techniki w badaniu luminoforów. Zastosowania, podstawowe wymagania stawiane luminoforom, synergiczność wybranych technik badawczych.	K_W01, K_W04, K_W08 K_U01, K_U02, K_U06 K_K04
58	Chemia jądrowa i radiacyjna (PDW-11)*	Składniki jądra atomowego. Energia jąder, siły jądrowe i cząstki elementarne. Modele struktury jądra atomowego. Kinetyka rozpadu promieniotwórczego. Samorzutne przemiany jądrowe. Reakcje jądrowe i termojądrowe – reaktory atomowe. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych. Źródła promieniowania jonizującego w środowisku naturalnym. Działanie promieniowania jądrowego na materię żywą. Działanie promieniowania jonizującego na organizm człowieka – hipoteza LNT oraz hormeza radiacyjna. Radioliza wody i roztworów wodnych. Technika radiacyjna w medycynie, przemyśle, rolnictwie i ochronie środowiska.	K_W01, K_W04, K_W08 K_U01, K_U02, K_U06 K_K04
59	Podstawy diagnostyki laboratoryjnej (PDW-11)*	Dobra Praktyka Laboratoryjna. Postępowanie pacjenta przed przystąpieniem do badań laboratoryjnych – informacje podstawowe. Przyszłość i terażniejszość diagnostyki. Choroby cywilizacyjne- sposoby diagnozowania. Współpraca chemik- diagnosta laboratoryjny. Co dzieje się z materiałem oddanym do laboratorium. Metody klasyczne stosowane w laboratoriach medycznych oraz metody kontrowersyjne obecne na rynku. Interferencje w metodach suchej chemii. Interpretacja podstawowych parametrów występujących na wynikach badań laboratoryjnych.	W04, K_W09 K_U01, K_U02, K_U06 K_K03
60	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_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U07, K_U09 K_K01, K_K02, K_K03
61	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_U01, K_U02, K_U05, K_U06, K_U09 K_K01, K_K02, K_K03

62	Dyskursy mediów (PDW-13)*	Wprowadzenie do teorii dyskursu i komunikacji. Dyskurs z perspektywy lingwistycznej – paradygmat obiektywistyczny i doświadczeniowy, język i wytwarzanie wiedzy. Konstruktywistyczne rozumienie komunikacji. Teoria mediów masowych i dyskursy medialne według Niklasa Luhmanna. Różne spojrzenia na dyskursy medialne i ich analizy – Foucault, Bourdieu, Fairclough, Chomsky. Typologia dyskursów. Modele komunikacji a dyskursy medialne. Typy dyskursów: interdyskurs, dyskursy specjalistyczne (subkulturowe). Pojęcie mediatyzacji. Sposoby badania dyskursów. Dyskursy medialne w dobie postprawdy. Jak badać dyskursy. Rzetelność i obiektywność informacji medialnych.	K_W09
63	Perswazyjne działania językowe (PDW-13)*	Różnice znaczeniowe między terminami: perswazja, retoryka, erystyka, propaganda, argumentacja, manipulacja. Historia propagandy. Język polskiej propagandy politycznej. Retoryka w komunikacji społecznej. Perswazja – znaczenie; perswazja w komunikacji interpersonalnej. Zasady przygotowania i realizowania wystąpień publicznych. Przemówienia – specyficzny rodzaj wypowiedzi retorycznej. Erystyka – znaczenie technik erystycznych w komunikacji medialnej. Wykorzystanie technik erystycznych w debatach medialnych. Językowe aspekty reklam komercyjnych i politycznych. Techniki prowadzenie nagocjacji. Język reklam radiowych i telewizyjnych. Zasady redagowania ulotnych druków reklamowych. Techniki dyskredytacji przeciwnika. Niewerbalne aspekty komunikacji perswazyjnej.	K_W09

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	60	60		180	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Matematyka	O	60	60			120	E/Z	10	Nauki chemiczne
Bezpieczeństwo w laboratorium	O	15		15		30	Z/Z	2	Nauki chemiczne
Kurs BHP	O				4	4	Z	0	
Przedmiot do wyboru*	F					30	Z	2	
RAZEM						364	2E	29	
Historia Chemii (PDW-1)	F	30				30	Z	2	Nauki chemiczne

Człowiek a środowisko (PDW-1)	F	30				30	Z	2	Nauki chemiczne
-------------------------------	---	----	--	--	--	----	---	---	-----------------

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny 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	O	30	30	60	120	E/Z/Z	10	Nauki chemiczne
Fizyka	O	30		45	75	E/Z	6	Nauki chemiczne
Chemia kwantowa	O	30	30		60	E/Z	6	Nauki chemiczne
Metody komputerowe w chemii	O	15		30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Prawo własności intelektualnej	O	15			15	E	1	Nauki prawne
Przedmiot do wyboru*	F				45	Z	4	
RAZEM					360	4E	31	
Analiza chemiczna środowiska i materiałów (PDW-2)	F	15		30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Wybrane specjalne techniki w analizie chemicznej (PDW-2)	F	15		30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Wstęp do chemii nowoczesnych materiałów (PDW-2)	F	30		15	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Podstawy mikroskopii (PDW-2)	F	10	5	30	45	Z/Z/Z	4	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny w ramach PDW-2

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 1: 29

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 2: 31

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	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina(y) do której odnosi się

		W	Ć	S	L	zajęć			przedmiot
Chemia nieorganiczna	O	60		30	75	165	E/Z/Z	13	Nauki chemiczne
Chemia fizyczna I	O	30		30	30	90	E/Z/Z	6	Nauki chemiczne
Lektorat (PDW-3)**	O			60		60	Z	0	Nauki chemiczne
W-F	O		30			30	Z	0	Nauki chemiczne
Praktyka zawodowa/ Praktyka badawcza***	O					60	Z	3	
Przedmiot do wyboru*	F					30	Z	3	
RAZEM						435	2E	25	
Analiza minerałów (PDW-4)	F	5			25	30	Z/Z	3	Nauki chemiczne
Nowe materiały - zastosowania i metody badawcze (PDW-4)	F	10			15	30	Z/Z	3	Nauki chemiczne
Analiza śladowa (PDW-4)	F	10			20	30	Z/Z	3	Nauki chemiczne
Podstawy spektroskopii (PDW-4)	F	20		10		30	Z/Z	3	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z 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.

***Do wyboru praktyki przemysłowe lub w instytucjach naukowych

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
Chemia fizyczna II	O	15		15	45	75	E/Z/Z	6	Nauki chemiczne

Zarządzanie laboratorium	O	15		10	25	25	E/Z	2	Nauki chemiczne
Lektorat (PDW-3)**	O			60		60	Z	0	
W-F	O		30			30	Z	0	
Przedmiot do wyboru*	F					45	Z	5	
RAZEM						430	3E	27	
English for science and technology (PDW-5)	F	15		15		30	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Język angielski w laboratorium chemicznym (PDW-5)	F	15		15		30	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Zarządzanie chemikaliami (PDW-6)	F	15				15	Z	1	Nauki chemiczne
Informacja naukowa w chemii (PDW-6)	F	15				15	Z	1	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z PDW-5 i jeden z PDW-6

**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: 25

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 4: 27

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 3: 435

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 4: 430

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	Inne				
Analityka instrumentalna	O	30		45		75	E/Z	7	Nauki chemiczne
Podstawy chromatografii	O	10		20		30	E/Z	3	Nauki chemiczne
Lektorat (PDW-3)**	O		60			60	E	12**	
Przedmiot do wyboru*	F					135	Z	12	

				RAZEM	300	3E	34		
Elektrochemia-metody i zastosowania (PDW-7)	F	15	30			45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Oddziaływania niekowalencyjne (PDW-7)	F	10		35		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Molekularna chemia fizyczna (PDW-7)	F	10		35		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Spektroskopia ciała stałego (PDW-7)	F	30		15		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Analiza związków organicznych (PDW-8)	F	11	22	12		45	Z/Z/Z	4	Nauki chemiczne
Elementy syntezy organicznej (PDW-8)	F		15	30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Elementy chemii produktów naturalnych (PDW-8)	F	15		30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Monitoring środowiska (PDW-8)	F	15		30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Spektroskopia elektronowa w praktyce (PDW-8)	F	15		30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Sensory chemiczne i biosensory (PDW-8)	F	15		30		45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Analiza matematyczna (PDW-9)	F	23	22			45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Siły i równowaga w układach molekularnych (PDW-9)	F	15	30			45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Symetria w chemii (PDW-9)	F	15	30			45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Wiązania chemiczne (PDW-9)	F	15	30			45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Postawy chemometrii (PDW-9)	F	15	30			45	Z/Z	4	Nauki chemiczne

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z każdego PDW: 7, 8, 9.

** 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 III / SEMESTR VI								
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				

Technologia chemiczna	O	30	15	30	75	E/Z/Z	7	Nauki chemiczne
Krystalochemia	O	15	15	15	45	Z/Z/Z	4	Nauki chemiczne
Przygotowanie do egzaminu dyplomowego	O					E	5	Nauki chemiczne
Przygotowanie pracy dyplomowej - projekt indywidualny/ Seminarium licencjackie - projekt grupowy**** (PDW-10)	O		30		30	Z	5	Nauki chemiczne
Przedmiot do wyboru*	F				135	Z/E	13	
RAZEM					285	3E	34	
Matematyczna interpretacja danych doświadczalnych (PDW-11)	F	15	45		60	Z/Z	5	Nauki chemiczne
Nowoczesne metody preparatyki nieorganicznej (PDW-11)	F	10		50	60	Z/Z	5	Nauki chemiczne
Struktury i zastosowania związków nieorganicznych (PDW-11)	F	30	30		60	Z/Z	5	Nauki chemiczne
Zielona chemia (PDW-11)	F	30		30	60	Z/Z	5	Nauki chemiczne
Biomakromolekuły (PDW-11)	F	15		45	60	Z/Z	5	Nauki chemiczne
Zaawansowane metody badania materiałów (PDW-11)	F	30		30	60	Z/Z	5	Nauki chemiczne
Chemii polimerów i biomateriałów (PDW-12)	F	15	15	15	45	Z/Z/Z	4	Nauki chemiczne
Metody luminescencyjne w badaniach materiałów (PDW-12)	F	15		30	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Chemia jądrowa i radiacyjna (PDW-12)	F	15		30	45	Z	4	Nauki chemiczne
Podstawy diagnostyki laboratoryjnej (PDW-12)	F	10		35	45	Z/Z	4	Nauki chemiczne
Dyskursy mediów (PDW-13)	F	30			30	E	4	Nauki o komunikacji społecznej i mediach
Perswazyjne działania językowe (PDW-13)	F	30			30	E	4	Nauki o komunikacji społecznej i mediach

* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z każdego PDW: 10, 11, 12 i 13

**** 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: 34

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 6: 34

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 5:300

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 6: 285

Łączna liczba godzin w ciągu studiów: 2174

Liczba punktów ECTS 180, z tego 59 ECTS z przedmiotów do wyboru (32,7 %).

PROGRAM STUDIÓW/STUDY PROGRAM

Nazwa kierunku studiów: **Chemia**
 Dyscyplina naukowa: **nauki chemiczne**
 Poziom kształcenia: **studia drugiego stopnia**
 Poziom kwalifikacji: **7 Polskiej Ramy Kwalifikacji**
 Profil kształcenia: **ogólnoakademicki**
 Forma studiów: **stacjonarna**
 Tytuł zawodowy nadawany absolwentom: **magister**
 Nazwa wydziału: **Wydział Chemii**

Course: **Chemistry**
 Discipline: **chemical sciences**
 Level of studies: **second-cycle studies**
 Qualification level: **7 Polish Qualifications Framework**
 Education profile: **general academic**
 Form of study: **full time**
 Title awarded to graduates: **magister**
 Faculty name: **Faculty of Chemistry**

1. Przyporządkowanie kierunku studiów do dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, w których prowadzony jest kierunek studiów / Attribution of the field of study to the fields of science and scientific disciplines.

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział dyscyplin	Dyscyplina wiodąca(ponad połowa efektów uczenia się)
Field of science	Scientific discipline	centage share of the disciplines	Leading discipline (more than half of the learning outcomes)
Nauki ścisłe i przyrodnicze	Nauki chemiczne	100%	Nauki chemiczne
Natural sciences	Chemical sciences		Chemical sciences
Razem:	-	100%	-

2. Tabela procentowego udziału liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin kierunku / Table of percentage share of ECTS credits between the disciplines

Dziedzina nauki	Dyscyplina naukowa	Procentowy udział liczby punktów ECTS w łącznej liczbie punktów ECTS dla każdej z dyscyplin
Field of science	Scientific discipline	Percentage share of ECTS credits between the disciplines
Nauki ścisłe i przyrodnicze	Nauki chemiczne	100%
Natural sciences	Chemical sciences	

3. Informacje ogólne o programie studiów. /General information of the curriculum.

Liczba semestrów Number of semesters	4
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów na danym poziomie Number of ECTS credits required to complete the studies	120
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom Degree awarded to graduates	Magister
Forma Studiów Form of the studies	Stacjonarne Full-time studies
Kod ISCED ISCED code	0531
Liczba punktów ECTS obejmująca zajęcia do wyboru Number of ECTS credits within elective courses	57/63*
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia Total number of ECTS credits to be gained within courses led by academic teachers or other instructors	120
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych (nie mniej niż 5 ECTS) Number of ECTS credits to be gained within courses in the field of humanities and/or social sciences (not less than 5 ECTS)	5
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć z lektoratu języka obcego lub lektoratu języka polskiego Number of ECTS credits to be gained within foreign language course and/or Polish courses	4 – lektorat języka nowożytnego / Language course 5 – lektorat języka polskiego dla cudzoziemców / Polish course for foreigners
Łączna liczba godzin realizowanych na kierunku Total number of class hours	799/939*
Wymiar, liczba punktów ECTS, zasady i forma odbywania praktyk zawodowych	nie dotyczy not applicable

Number of hours, number of ECTS credits, rules and form of professional practice	
--	--

*63- Advances Synthesis in chemistry, 57 - other specialties

*939 - Advances Synthesis in chemistry, 799 - other specialties

4. Opis efektów uczenia się zdefiniowanych dla programów studiów w odniesieniu do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji (PRK) dla kwalifikacji na poziomie 7 / Description of learning outcomes defined for the curriculum in relations to the second-cycle characteristics of the Polish Qualifications Framework (PQF) for qualifications at level 7

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów Symbol of the learning outcome for the curriculum	<u>Efekty uczenia się dla kierunku studiów</u> Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku <i>Chemia</i> , absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie: <u>Learning outcomes for the field of study</u> The graduate of the Master's program in <i>Chemistry</i>	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK (<i>kody</i>) Reference to second-cycle characteristics of PQF
WIEDZA/KNOWLEDGE		
K_W01	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie chemii, zna koncepcje i teorie chemiczne i ich znaczenie dla rozwoju nauk ścisłych possesses extended knowledge of chemistry, knows chemical concepts and theories, and their importance in the development of science	P7S_WG
K_W02	posiada wiedzę z matematyki wyższej, opisuje i analizuje zjawiska fizyczne i procesy chemiczne o średnim poziomie złożoności is in possession of mathematical knowledge required to understand and describe physical and chemical phenomena of medium complexity	P7S_WG
K_W03	dysponuje pogłębioną wiedzą z zakresu metod eksperymentalnych i obliczeniowych umożliwiających rozwiązywanie problemów chemicznych is in possession of extended knowledge of experimental and numerical methods used in chemistry	P7S_WG
K_W04	zna techniki informatyczne i metody obliczeniowe stosowane do analizy problemów z obszaru chemii knows the theoretical background of calculations and IT methods used in solving typical chemical problems	P7S_WG

K_W05	<p>dysponuje poszerzoną wiedzą w zakresie budowy, funkcjonowania i zastosowania wybranej aparatury kontrolno-pomiarowej</p> <p>has an in-depth knowledge of the theoretical background of functioning of scientific instruments used in chemistry</p>	P7S_WG
K_W06	<p>zna najnowsze odkrycia i aktualne trendy rozwoju w zakresie nauk chemicznych</p> <p>is in possession of general knowledge of current trends and discoveries in chemistry</p>	P7S_WG
K_W07	<p>posiada aktualną wiedzę z zakresu zasad bezpiecznej pracy w stopniu umożliwiającym odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w praktyce zawodowej</p> <p>knows the occupational safety rules sufficiently enough to be able to work as an independent researcher or analyst</p>	P7S_WK
K_W08	<p>zna aktualne aspekty prawne i etyczne związane z działalnością zawodową</p> <p>possesses basic knowledge of legal and ethical regulations related to science and education</p>	P7S_WK
K_W09	<p>rozumie zasady i aspekty prawne związane ochroną własności przemysłowej i zna system informacji patentowej</p> <p>knows the basic concepts and regulations of industrial and intellectual property protection and uses patent information resources</p>	P7S_WK
K_W10	<p>zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju form, indywidualnej przedsiębiorczości, z uwzględnieniem, obszaru nowoczesnych technologii</p> <p>knows the principles of creating and developing forms of individual entrepreneurship, including the branch of modern technologies</p>	P7S_WK
K_W11	<p>zna zasady tworzenia form indywidualnego rozwoju zawodowego w branży chemicznej</p> <p>knows the rules of creation and is able to plan the form of individual professional development in the chemical industry</p>	P7S_WK
K_W12	<p>ma rozszerzoną wiedzę o człowieku jako twórcy kultury, pogłębioną w odniesieniu do wybranych obszarów aktywności człowieka, zna fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji</p> <p>has extended knowledge about man as a creator of culture, deepened in relation to selected areas of human activity, knows the dilemmas of modern civilization</p>	P7S_WK

UMIEJĘTNOŚCI/SKILLS

K_U01	<p>potrafi planować i wykonać badania eksperymentalne do analizy i rozwiązywania problemów chemicznych</p> <p>is able to plan and carry out experimental research to analyse and solve chemical problems</p>	P7S_UW
K_U02	<p>potrafi stosować zdobytą wiedzę do opisu i oceny wyników badań i procesów chemicznych</p> <p>is able to use acquired knowledge to describe and evaluate the results of research and chemical processes.</p>	P7S_UW
K_U03	<p>potrafi posługiwać się odpowiednimi bazami danych i literaturą specjalistyczną w celu poszukiwania i weryfikacji informacji naukowych w obszarze chemii</p> <p>is able to use appropriate databases and specialist literature to search for and verify scientific information in the field of chemistry</p>	P7S_UW
K_U04	<p>potrafi interdyscyplinarnie stosować zdobytą wiedzę z obszaru chemii</p> <p>is able to apply the acquired chemical knowledge in other areas of science</p>	P7S_UW
K_U05	<p>przedstawia w sposób zaawansowany wyniki i analizę badań, dyskutuje aktualne zagadnienia z obszaru chemii w języku polskim i angielskim</p> <p>presents, in advanced manner, results and analysis of research, discusses current issues in the field of chemistry forms in Polish and English</p>	P7S_UK
K_U06	<p>posiada umiejętność opracowania i prezentacji aktualnych zagadnień z zakresu chemii, komunikuje się z różnymi grupami odbiorców</p> <p>has the ability to develop and present current issues in the field of chemistry, communicates with various audiences</p>	P7S_UK
K_U07	<p>posługuje się językiem obcym na poziomie B2+ określonym dla Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego</p> <p>Presents language skills described by B2+ specifications of Common European Framework of Reference (CEFR)</p>	P7S_UK
K_U08	<p>rozumie potrzebę ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych i korzystania ze źródeł informacji naukowej, potrafi organizować proces uczenia się</p> <p>understands the need for continuous education and professional development, understands the need to systematically follow the professional literature to broaden the knowledge, is able to organize the learning process</p>	P7S_UU
K_U09	<p>posiada umiejętność organizowania pracy zespołowej i realizacji powierzonych zadań indywidualnych i grupowych</p>	P7S_UO

	has the ability to organize teamwork and completed assigned individual and group tasks	
KOMPETENCJE SPOŁECZNE/SOCIAL COMPETENCIES		
K_K01	jest gotów do rozwiązywania problemów związanych z pracą zawodową, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego is ready to solve problems related to professional work, to initiate activities in the public interest	P7S_KO
K_K02	jest krytyczny wobec posiadanej wiedzy, promuje postawę naukową, odróżnia teorie naukowe od poglądów pseudonaukowych is critical of the knowledge possessed, promotes a scientific attitude, distinguishes scientific theories from pseudo-scientific views	P7S_KK
K_K03	jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych przestrzegania zasad etyki zawodowej i rozwijania dorobku zawodu w zakresie chemii is ready to perform professional roles, responsibility and the rules of professional ethics and developing the achievements of the profession related to the field of chemistry	P7S_KR
K_K04	planuje rozwój zawodowy, działa w sposób przedsiębiorczy plans professional development in an entrepreneurial way	P7S_KO

5. Treści programowe. Efekty uczenia się dla przedmiotów / Course content. Learning outcomes assigned to courses

I.p.	Przedmiot Course	Treści programowe Course content	Efekty uczenia się dla przedmiotu Learning outcomes for the course
1.	Zaawansowane metody eksperymentalne	UV-Vis, CD (Spektroskopia w zakresie światła widzialnego oraz bliskiego nadfioletu, dichroizm kołowy); IR/Raman (Spektroskopia w podczerwieni, Ramana); metody magnetyczne; NMR (Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego); EPR (spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego); metody elektrochemiczne; MS (spektrometria mas); metody chromatograficzne; metody termochemiczne; spektroskopia dielektryczna; mikroskopia SEM i TEM (mikroskopia elektronowa skanningowa i transmisyjna).	K_W01, K_W05, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K03

2.	Metody komputerowe w chemii II	Numeryczna analiza danych: macierze, wyznaczniki, układy równań liniowych (Cramera, rowaskich oraz nadmiarowych); równania nieliniowe; interpolacja wielomianowa; aproksymacja średniokwadratowa (wielomianowa oraz za pomocą funkcji dowolnej postaci); numeryczne obliczanie pochodnych; całkowanie numeryczne; minimalizacja funkcji jednej i wielu zmiennych; wektory i wartości własne macierzy. Statystyczna analiza danych: wstępna analiza danych, statystyka opisowa; techniki wnioskowania statystycznego; analiza wariancji; podstawy korelacji i regresji (w tym wielorakiej); analiza błędów; statystyczne podstawy planowania doświadczeń.	K_W02, K_W03, K_W04 K_U05
3.	Specjalność chemia fizyczna - Praktyczne i teoretyczne podstawy pomiarów fizykochemicznych	Podstawowe prawa i zastosowania elektrochemii, nazewnictwo. Podstawy teoretyczne, symulacja/modelowanie procesów elektrodowych. Nowe materiały elektrodowe i elektrolity – wprowadzenie do elektrochemii nowych materiałów. Polaryzacja dielektryka w ujęciu makroskopowym i mikroskopowym. Model Debye'a-Langevina. Modele pól lokalnych. Równania Debye'a, Onsagera, Kirkwooda - Fröhlicha. Techniki pomiarów momentów dipolowych, związek między momentami dipolowymi a strukturą i oddziaływaniami międzycząsteczkowymi. Wpływ silnego pola elektrycznego na przenikalność elektryczną - teoria i praktyka nieliniowego efektu dielektrycznego. Relaksacja dielektryczna w cieczach. Techniki pomiaru zespolonej przenikalności elektrycznej; metody statyczne, dynamiczne, analiza fourierowska, metoda time-domain. Empiryczne parametry polarności rozpuszczalników. Termodynamika procesów solwatacji. Wpływ środowiska na stan równowagi chemicznej – tworzenie kompleksów molekularnych, samoasocjacja, izomeria rotacyjna, tautomeria, jonizacja i dysocjacja elektrolityczna. Efekty rozpuszczalnikowe w spektroskopii molekularnej i elektrochemii. Ciecze jonowe i rozpuszczalniki nadkrytyczne. Solwaty. Nanomateriały; klasyfikacja, oddziaływania molekularne w materiałach, biosensory.	K_W03, K_W04, K_W0 K_U02, K_U05
4.	Specjalność: chemia organiczna - Współczesna synteza organiczna - teoria i praktyka	Znaczenie syntezy organicznej we współczesnej chemii i przemyśle chemicznym. Typy transformacji w chemii organicznej. Reakcje utlenienia i redukcji w chemii organicznej. Reagenty i ich zastosowanie. Metody rozbudowy szkieletu węglowego. Reakcje typu kondensacji aldolowej, reakcje z karboanionami, reakcje sprzęgania (katalityczne, utleniające i reduktywne). Metody syntezy struktur jedno i wielopierścieniowych. Metody syntezy heterocykli i makrocycyli. Strategia i planowanie syntezy. Analiza retrosyntetyczna, syntony, umpolung. Wykorzystanie metod analitycznych w procesie wieloetapowej syntezy. Standardy publikacyjne. Zaawansowane techniki laboratoryjne w chemii organicznej. Współczesna preparatyka organiczna: Informacja naukowa w chemii organicznej i jej użyteczność w syntezie. Bezpieczeństwo w laboratorium chemii organicznej. Prowadzenie notatek i dokumentacji. Sprzęt laboratoryjny stosowany w nowoczesnym laboratorium chemii organicznej. Prowadzenie reakcji chemicznych. Wyodrębnianie i oczyszczanie produktów reakcji. Techniki próżniowe i destylacja próżniowa. Praca w atmosferze kontrolowanej i w warunkach bezwodnych. Komora rękawicowa. Oczyszczanie rozpuszczalników i odczynników. Podstawowe i zaawansowane techniki chromatograficzne stosowane do identyfikacji i wydzielenia produktów syntez organicznych. Specjalne tech-	K_W01, K_W03, K_W05, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03 K_K02, K_K03, K_K04, K_K05

		<p>niki reakcyjne. Wizualizacja danych eksperymentalnych. Techniki laboratoryjne: Przygotowanie reagentów i rozpuszczalników, niezbędne do dalszej pracy w ramach pracowni: przeprowadzenie destylacji przy ograniczonym dostępie wilgoci i tlenu. Synteza na mikroskalę. Prowadzenie syntezy przez noc, także we wrzącym rozpuszczalniku. Synteza przy ograniczonym dostępie wilgoci i tlenu. Prowadzenie syntezy w niskich temperaturach. Prowadzenie syntezy wieloetapowej bez wydzielania produktów pośrednich. Izolacja produktu z mieszaniny zawierającej bardzo reaktywne związki. Wydzielanie produktów syntezy na drodze destylacji, krystalizacji i chromatografii. Praca na linii próżniowej. Usuwanie wysokowrzących reagentów za pomocą wysokiej próżni. Destylacja próżniowa (w tym frakcyjna) oraz typu „bulb-to-bulb”. Synteza na nośniku stałym. Pokazowe ćwiczenia z: preparatywnej chromatografii HPLC, syntezy fotochemicznej oraz syntezy z użyciem mikrofal.</p>	
5.	<p>Specjalność: chemia nieorganiczna i kataliza - Związki metali przejściowych w katalizie</p>	<p>Podstawowe pojęcia z zakresu katalizy. Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i nanokataliza. Zastosowanie reakcji katalitycznych w przemyśle i syntezie farmaceutyków. Elementarne etapy reakcji katalitycznych i cykl katalityczny. Budowa i właściwości kompleksów karbonylowych metali przejściowych i ich zastosowanie w katalizie. Budowa i reaktywność katalityczna kompleksów wodorkowych metali przejściowych. Reakcje katalityczne z udziałem ditlenu i ditlenku węgla. Mechanizmy reakcji katalizowanych przez kompleksy metali. Katalizatory immobilizowane i nanocząstkowe. Nieorganiczna chemia supramolekularna. Rola wiązania koordynacyjnego w tworzeniu struktur supramolekularnych, kompleksy makrocycliczne, selektywne wiązanie kationów i anionów, samoorganizacja kompleksów metali. Supramolekularne aspekty chemii bionieorganicznej, materiały optyczne i magnetyczne, elektronika molekularna, czujniki chemiczne. Katalizatory supramolekularne.</p>	<p>K_W01, K_W03, K_W06, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05</p>
6.	<p>Specjalność: analityka instrumentalna - Analityka Instrumentalna I</p>	<p>I Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego NMR: Aspekty praktyczne: przygotowanie próbki – dobór rozpuszczalnika, temperatury pomiaru, wzorce przesunięcia chemicznego. Dobór parametrów akwizycji i obróbki danych; obróbka komputerowa widm NMR. Parametry widm NMR. Aspekt ilościowy spektroskopii NMR, interpretacja widm mieszanin. Widma 2-wymiarowe (COSY, NOESY, TOCSY). Spektroskopia NMR różnych jąder. Relaksacja jądrowa, pomiar czasów relaksacji i inne techniki wieloimpulsowe (2D). Odsprężanie, jądrowy efekt Overhausera. Wymiana chemiczna, obliczanie parametrów kinetycznych i termodynamicznych na danych NMR. II Spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego EPR: Operatorowo-wektorowy opis EPR najważniejszych oddziaływań (hamiltonian spinowy). Zasady spektroskopii fali ciągłej EPR. Rezonans magnetyczny: niesparowanych elektronów – tensor g (EPR), niesparowanych elektronów oddziałujących z jądrami –tensor A (EPR), niesparowanych elektronów oddziałujących wzajemnie - tensor D (EPR). Czułość detekcji EPR oraz metody jej zwiększania. Izotropia i anizotropia tensorów g, A i D. Zasady interpretacji widm EPR: widma centrów paramagnetycznych w roztworach ciekłych i stałych, w proszkach i kryształach, w ośrodkach wywołujących pośredni stopień immobilizacji. III. Metody chromatogra-</p>	<p>K_W01, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06 K_K02, K_K05</p>

		<p>ficzne: Podział i charakterystyka poszczególnych technik chromatograficznych z uwzględnieniem technik SPE, HPLC i GC, stosowanych w analityce. Wpływ ważniejszych parametrów układu oraz warunków rozdzielania na retencję. Zasada doboru odpowiednich detektorów i kolumn w analityce. Specjalne techniki chromatograficzne, stosowane w analizie materiałów biologicznych, próbek środowiskowych, leków i żywności (derywatywacja, head-space, połączenie z metodami ekstrakcyjnymi itd.). Dyskusja ze studentami na temat doboru technik chromatograficznych, detektorów i kolumn oraz parametrów procesu, uwzględniając specyfikę i właściwości fizyko-chemiczne składników mieszanin na różnych przykładach, interpretacja chromatogramów i obliczenia. IV. Elektronowa spektroskopia atomowa oraz spektroskopia promieniowania rentgenowskiego: Podstawy spektroskopii atomowej - oddziaływanie promieniowania z materią, termy atomowe, reguły wyboru, efekt Zeemana. Atomowa spektroskopia absorpcyjna - podstawy fizyczne i podstawowe pojęcia, technika generowania wodorków i zimnych par rtęci, atomizery elektrotermiczne, interferencje i sposoby ich eliminacji. Atomowa spektroskopia emisyjna - metody analityczne wykorzystujące emisję promieniowania, źródła wzbudzenia, AES z wykorzystaniem lampy jarzeniowej, atomowa spektroskopia fluorescencyjna. Wzbudzenie w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-AES). Lasery - podstawy działania i zastosowanie w spektroskopii atomowej. Fluorescencyjna analiza rentgenowska - podstawy fizyczne, WDXRF, EDXRF, metoda całkowitego odbicia, metoda μ-XRF, zastosowania analityczne. V. Elektronowa spektroskopia molekularna: Absorpcja i emisja promieniowania UV-vis a struktura cząsteczki. Klasyfikacja przejść elektronowych. Reguły wyboru. Charakterystyka elektronowych widm absorpcyjnych i emisyjnych. Prawa absorpcji, natężenie promieniowania emitowanego. Techniki oznaczeń ilościowych. Wykorzystanie znaczników fluorescencyjnych oraz spektroskopii czasowo-rozdzielczej w diagnostyce medycznej. Fosforescencyjna spektroskopia cząsteczkowa. Metody chemiluminescencyjne.</p>	
7.	<p>Specjalność: chemia materiałów dla nowoczesnych technologii - Zastosowania materiałów chemicznych</p>	<p>Omówienie właściwości materiałów ferroicznych (głównie ferroelektryków i ferroelastyków). Przedstawienie głównych metod badawczych do charakteryzowania kryształów ferroicznych. Opis teoretyczny związany z energią swobodną kryształów - model Landau-Ginzburga. Opis tensorowy. Omówienie właściwości nieliniowych kryształów ferroelektrycznych. Katalizatory metaloorganiczne w zastosowaniu syntezy materiałów organicznych. Typy katalizatorów, układy, w których są stosowane, ich projektowanie i zastosowania nanomateriałów. Spektroskopię elektronową jako narzędzie do badania właściwości różnorodnych materiałów luminoforowych: monokryształów, proszków, ceramicznych spieków, szkielek, układów warstwowych. Analiza widm absorpcji i emisji. Techniki badawcze, np. spektroskopia rozdzielcza czasowo oraz pomiary czasu zaniku luminescencji. Praktyczne zastosowania luminoforów i przy tej okazji analizuje aktualne kierunki badawcze, istotne z punktu widzenia chemika. Spektroskopia EPR ciała stałego - możliwości jej wykorzystania dla charakteryzowania i wyjaśnienia właściwości materiałów. Otrzymywaniu i wykorzystanie materiałów miękkich, takich jak polimery, ciekłe kryształy, układy supramolekularne. Metody otrzymywania ciekłych kryształów oraz współczesne</p>	<p>K_W01, K_W03, K_W05 K_U02, K_U03</p>

		dziedziny ich wykorzystania. Zastosowanie metod dielektrycznych do badań ciała stałego. Relaksacja dielektryczna w monokryształach. Efekt piroelektryczny w monokryształach siarczanu tri glicyny. Obserwacja i analiza pętli histerezy dielektrycznej. Obserwacja domen ferroelastycznych. Elementy syntezy materiałów optycznych. Synteza zol-żel. Badania spektroskopowe materiałów.	
8.	Specjalność: chemia fizyczna - Zastosowane techniki pomiarów fizykochemicznych	Wpływ silnego pola elektrycznego na przenikalność elektryczną substancji w fazie stałej - teoria i praktyka nieliniowego efektu dielektrycznego. Modele relaksacji w fazach skondensowanych. Relaksacja dielektryczna w ciałach stałych. Techniki pomiaru zespolonej przenikalności elektrycznej; metody statyczne, dynamiczne, analiza fourierowska. Termodynamika przemian fazowych. Nieliniowość elektryczna i optyczna materii. Klasyfikacja materiałów o właściwościach nieliniowych elektrycznych. Przemiany fazowe ferroiczne - multiferroiczność, możliwości aplikacyjne. Chiralność a właściwości nieliniowe substancji. Klasyfikacje oddziaływań międzycząsteczkowych. Miękka materia. Ciekłe kryształy, klasyfikacje, właściwości, synteza. Metody pomiarowe stosowane we współczesnych laboratoriach analitycznych, naukowych i przemysłowych: Chronopotencjometria, Chronoamperometria, Cykliczna voltametria, Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna. Spektroskopia dielektryczna, Pomiar momentu dipolowego, Nieliniowy efekt dielektryczny w cieczach, Mikroskopia w świetle spolaryzowanym - ferroelastyczność, Pomiar pętli histerezy dielektrycznej, Pomiar liniowej rozszerzalności termicznej kryształów (termomechaniczny analizator), Pomiar średniej masy cząsteczkowej, Widma oscylacyjne a wiązanie wodorowe, Widma IR w świetle spolaryzowanym.	K_W03, K_W04, K_W05 K_U02, K_U05
9.	Specjalność: chemia organiczna - Zaawansowana synteza i analiza spektroskopowa związków organicznych	Techniki analityczne w chemii organicznej: IR: Ocena przebiegu reakcji a widmo IR. Sposób wykonania widma (pastylka KBr, roztwór, ciecz). Drgania charakterystyczne grup funkcyjnych. Praktyczna interpretacja widm IR. Aspekty praktyczne: przygotowanie próbki - dobór rozpuszczalnika, temperatury pomiaru, wzorce. Dobór parametrów akwizycji i obróbki danych; obróbka komputerowa widm NMR. Układy spinowe pierwszego rzędu i wyższych rzędów, chemiczna i magnetyczna równowaga. Techniki impulsowe. Relaksacja jądrowa. Zjawiska dynamiczne w spektroskopii NMR (badania kinetyczne i termodynamiczne). Techniki wieloimpulsowe. Odprężanie. Jądrowy efekt Overhausera. Pomiar czasów relaksacji. Spektroskopia dwuwymiarowa (COSY, NOESY, ROESY, TOCSY, HMQC, HMBC, DOSY). Analiza problemów. MS: Jakie informacje można uzyskać z widma mas substancji chemicznej. Dobór metody jonizacji w zależności od właściwości próbki. Procesy fragmentacji jonów. Tandemowe techniki w spektrometrii mas. Praktyczna interpretacja widm masowych związków organicznych. Spektrometria mas w badaniach ilościowych. Metody Optyczne: Podstawy spektroskopii absorpcyjnej i cechy charakterystyczne widma, spektrofotometria luminescencyjna (fluorescencja, fosforescencja, chemiluminescencja, fotoluminescencja). Synteza, z wykorzystaniem zaawansowanych technik laboratoryjnych, oczyszczanie produktów pośrednich, oczyszczenie i analiza produktu końcowego (NMR, MS, IR). Rozdział i analiza spektroskopowej złożonej mieszaniny syntetycznej związków organicznych.	K_W01, K_W03, K_W05, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03 K_K02, K_K03, K_K04, K_K05

10.	Specjalność: chemia nieorganiczna i kataliza - Struktura i reaktywność związków kompleksowych metali	Podstawy teoretyczne fizykochemii nieorganicznej. Teoria orbitali molekularnych, teoria pola krystalicznego, podstawowe właściwości spektroskopowe i magnetyczne kompleksów w oparciu o teorię grup. Widma absorpcyjne, emisyjne i prawa absorpcji. Elektronowa spektroskopia absorpcyjna i emisyjna oraz spektroskopia elektronowego rezonansu jądrowego i ich zastosowania analityczne. Nieorganiczna chemia supramolekularna. Rola wiązania koordynacyjnego w tworzeniu struktur supramolekularnych, kompleksy makrocykliczne, selektywne wiązanie kationów i anionów, samoorganizacja kompleksów metali. Supramolekularne aspekty chemii bionieorganicznej, materiały optyczne i magnetyczne, elektronika molekularna, czujniki chemiczne. Nieorganiczno-organiczne polimery hybrydowe. Idea węzła i łącznika w polimerze koordynacyjnym. Podstawowe grupy polimerów koordynacyjnych. Struktury zeolitowe oraz ich analogi nieorganiczno-organiczne. Kowalencyjne materiały porowate. Podejście izotretikularne w projektowaniu polimerów koordynacyjnych. Synteza solwotermalna i mechanochemiczna. Topologia i izomeria w sieciach polimerów koordynacyjnych. Opis porowatości w ujęciu teoretycznym i eksperymentalnym. Elastyczne i dynamiczne sieci koordynacyjne. Sorpcja i separacja gazów i par w materiałach porowatych. Ciepło adsorpcji. Materiały porowate w katalizie. Polimery koordynacyjne jako nośniki leków. Materiały elektroaktywne. Projekt badawczy obejmujący syntezę związków kompleksowych, badania strukturalne i badania reaktywności.	K_W01, K_W03, K_W06, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05
11.	Specjalność: analityka instrumentalna - Analityka Instrumentalna II	I. Spektroskopia oscylacyjna: Cechy charakterystyczne widm w fazie gazowej, ciekłej i stałej. Zastosowanie techniki refleksyjnych (REFL., ATR, DRIFT) i mikroskopii w podczerwieni w badaniach analitycznych. Spektroskopia Ramana i rezonansowa spektroskopia Ramana jako narzędzie badań układów biologicznych. Spektroskopia ramanowska próbek zaadsorbowanych na powierzchni (SERS) oraz mikroskopia ramanowska i ich zastosowanie w analizie. II. Metody elektrochemiczne: Podstawy podziału metod elektrochemicznych. Koncepcja i zastosowania spektroelektrochemii oraz innych metod hybrydowych. Zastosowanie metod woltamperometrycznych (woltamperia cykliczna, woltamperia z falą prostokątną) do oznaczeń analitycznych. Metody elektrochemiczne stosowane w analizie śladowej (metody różnicowe impulsowe, anodowa i katodowa woltamperometria inwersyjna). Elektrody jonoselektywne, enzymatyczne, czujniki gazowe i biosensory-budowa i zastosowanie. Biosensory elektrochemiczne do oznaczania stężenie glukozy. Metodyka pomiarów elektroanalitycznych oraz analizy danych. III. Elementy chemometrii: Podstawowe pojęcia w eksploracji danych: wielowymiarowość, obiekt, obiekt odstający, zmienna objaśniająca. Macierz kowariancji. Ortogonalność i ortogonalność wektorów. Wstępna obróbka danych. Centrowanie, autoskalowanie. Metoda czynników głównych. Czynniki głównych, wartości czynnikowe, ładunki czynnikowe. Algorytm SVD. Regresja jednokrotna, wieloraka, wieloparametrowa. Klasyfikacja a kalibracja. Dwuwymiarowa analiza korelacyjna. Widmo mocy. Mapa synchroniczna. Mapa asynchroniczna.	K_W01, K_W03, K_W04, K_W05, K_W06, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06 K_K02, K_K05
12.	Specjalność: chemia materiałów dla nowoczesnych technologii -	Dynamika sieci krystalicznej. Półprzewodniki - rodzaje i charakterystyka, model pasmowy ciała stałego. Metody otrzymywania i oczyszczania monokryształów. Wybrane	K_W01, K_W03, K_W05 K_U02, K_U03

	Wybrane zagadnienia z fizyki i chemii ciała stałego. Własności materiałów i metody badawcze	elektroniczne elementy półprzewodnikowe. Dielektryki i ferroelektryki, ferroiki. Nadprzewodnictwo. Ciała niekryształiczne, defekty, fizyka powierzchni. NMR ciała stałego. Molekularne i nanocząstkowe katalizatory reakcji organicznych. Metody identyfikacji magnetyków. Metody syntezy luminoforów i materiałów ceramicznych. Historia badań nad materiałami luminescencyjnymi. Proces luminescencji, jego parametry i techniki analizy. Metody badań strukturalnych materiałów nanorozmiarowych. Metody dyfraktometryczne. Mikroskopia elektronowa transmisyjna i skaningowa. Analiza składu luminoforu technikami elektronowymi. Proponowane tematy prezentacji: metamateriały, nowe metody diagnostyczne w medycynie, materiały protetyczne, krwiozastępcze i sztuczna skóra, technologia nośników informacji, technologie półprzewodnikowe, metody synchrotronowe i rozpraszania neutronów, paliwa odnawialne, ogniwa paliwowe, energetyka nuklearna itp. oraz zebranie literatury oraz opracowanie w formie pisemnej na zadany temat.	
13.	Komunikacja wizerunkowa	Definicja proces komunikowania: wyznaczniki pragmatyczne, strukturalne, językowe. Typologia komunikacji – komunikowanie interpersonalne bezpośrednio, medialne, komunikowanie interpersonalne pośrednie. Komunikowanie werbalne i niewerbalne - strategie komunikacyjne. Komunikowanie informacyjne oraz perswazyjne. Tekst jako akt komunikacji, relacja: tekst a dyskurs, tekst a styl, tekst a język, tekst a gatunek. Dyskursywny i językowy obraz świata. Wyznaczniki tekstu jako zdarzenia komunikacyjnego. Teksty wizerunkowe w dyskursie publicznym. Wizerunek jako instrument zarządzania obrazem świata. Struktura logiczna i retoryczna tekstu. Schematy argumentacji. Warsztaty w redagowaniu tekstów. Obraz świata utrwalaony w tekstach intencjonalnie perswazyjnych. Język i styl tekstów intencjonalnie perswazyjnych.	K_W11
14.	Nauka a popnauka w dyskursie medialnym	Teoria stylów i kolektywów myślowych Ludwika Flecka (I) – zarys teorii. Teoria stylów i kolektywów myślowych Ludwika Flecka (II) – myślenie potoczne. Jak konstruuje się autorytet naukowy (przykład medioznawcy W. Godzica). Nauka jako show. Dominujący model mediów (szkoła z Birmingham). Propaganda scjentystyczna. Projekcja „Genialnych”. Kto tworzy naukę? Potoczny obraz naukowca jako geniusza. Znachorzy i szeptuchy: wczoraj a dzisiaj. Analiza wybranych materiałów prasowych (np. „Porady babuni”). Zakazana psychologia oraz neurobiologiczne pranie mózgow. Kim jest ekspert? Kultura ekspertów na przykładzie coachingu oraz wybranych fragmentów telewizji śniadaniowej. Jaki obraz nauki tworzy kino? I jakie ma to konsekwencje... Czy ADHD istnieje? Kontrowersje medyczne. Nauka skorumpowana. Nauka a wielkie koncerty. Czy w przeszłości odwiedzali nas kosmici? To pewne, a dzisiaj?	K_W11
15.	Biospektroskopia oscylacyjna	Spektroskopia w podczerwieni w badaniu struktur białek, lipidów, kwasów nukleinowych i cukrów. Spektroskopowe techniki pomiarowe stosowane do badania układów biologicznych w zakresie podczerwieni. Wpływ czynników zewnętrznych (temperatury, pH, składu rozpuszczalnika, stopnia uwodnienia, podstawienia izotopowego H/D, itd.) na właściwości strukturalne biomolekuł. Analiza czynników głównych danych spektralnych bioukładów. Badanie techniką FTIR-ATR liposomowych struktur błon lipidowych: analiza stanu	K_W01 K_U01, K_U02

		konformacyjnego części hydrofobowej błony, stopnia uwodnienia części polarnej i inter-fazy błony. Wpływ wybranego związku o aktywności biologicznej na strukturę błon lipidowych. Analiza wybranych pasm lipidowych będących markerami struktury błon lipidowych. Badanie transmisyjną techniką FITR struktur wybranych polipeptydów i/lub białek. Analiza pasm amidowych w kontekście struktury II-rzędowej białek. Chemometryczna analiza oparta na metodzie analizy czynników głównych, z ang. Principal Component Analysis (PCA), widm FTIR-ATR uwodnionych błon lipidowych otrzymanych w funkcji wzrastającej temperatury.	
16.	Chemia kryminalistyczna Forensic chemistry	<p>Chemia kryminalistyczna – historia i rozwój. Metody analityczne stosowane w chemii kryminalistycznej. Pojęcie i definicja „ślądu materialnego”. Substancje toksyczne i produkty ich przemian metabolicznych. Wykrywanie i identyfikacja substancji psychoaktywnych. Metody badania odcisków palców i śladów pochodzenia biologicznego. Metody badania śladów i pozostałości po użyciu broni palnej i materiałów wybuchowych, problem terroryzmu. Techniczne badanie dokumentów tzw. przestępstwa „białych kołnierzyków”. Problemy oznaczania wieku środków kryjących na dokumentach. Metody badania podpaleń i skutków pożarów. Raportowanie wyników analiz kryminalistycznych. Praktyczne zastosowanie metod chemicznych w analizie materiału dowodowego. Ocena wiarygodności uzyskanych wyników.</p> <p><u>Lecture</u>: Forensic chemistry: history and methods. Analytical methods in forensic chemistry. Material evidence and biological traces. Toxic substances and their methabolism. Detection and identification of psychoacitive substances. Fingerprints, blood traces, analysis of hair and fibers. GSR and arson analysis. Forensic analysis of documents.</p> <p><u>Seminar</u>: Discussion of forensic cases and suitability of method selection.</p> <p><u>Laboratory</u>: Analysis of forensic samples. Reporting results and discussing quality of data.</p>	K_W01, K_W03, K_W07, K_W08 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K05
17.	Chemia w archeologii i sztuce	<p>Metodologia badań obiektów archeologicznych i dzieł sztuki stosowana w chemii konserwatorskiej. Metody i techniki fizykochemiczne (spektroskopia w podczerwieni, Ramana, ATR, XRD, XRF, SEM-EDX, UV-VIS, radiografia cyfrowa i inne) stosowane w badaniach obiektów zabytkowych: materiałów malarskich takich jak pigmenty, barwniki i spoiwa; ceramiki i historycznych materiałów budowlanych; materiałów rękopiśmienniczych i papieru; metali i stopów; żywic naturalnych; drewna; minerałów; materiałów stosowanych w konserwacji. Procesy degradacji materiałów zabytkowych. Zagadnienia dotyczące badania autentyczności obiektów zabytkowych. Metody datowania obiektów zabytkowych (np. dendrochronologia, metody izotopowe, termoluminescencja, datowanie C14). Identyfikacja pochodzenia obiektów archeologicznych za pomocą badań fizykochemicznych. Badania pochodzenia minerałów i kamieni szlachetnych. Synteza historycznych pigmentów i farb. Opracowanie testów identyfikacyjnych dla otrzymanych farb oraz spoiw w oparciu o metody analizy jakościowej. Identyfikacja nieznanymi pigmentów i spoiw w oparciu o metody analizy jakościowej i spektroskopii Ramana. Identyfikacja materiałów zabytkowych za pomocą technik spektroskopowych – spektroskopia podczerwona, ATR,</p>	K_W01, K_W04, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U07 K_K01, K_K02, K_K05

		spektroskopia Ramana, SEM-EDS. Zapoznanie z zagadnieniami prawnymi i etycznymi związanymi z badaniami z zakresu chemii konserwatorskiej. Doskonalenie umiejętności pisania sprawozdań i opracowania danych uzyskanych z przeprowadzonych badań oraz poszukiwania informacji naukowej.	
18.	Chemometria	Matematyczne podstawy chemometrii. Klasyfikacja metod chemometrycznych. Podstawy wybranych metod chemometrycznych. Analiza głównych składowych (PCA). Wielowymiarowy rozkład krzywych (MCR). Metoda częściowych najmniejszych kwadratów (PLS). Sieci neuronowe (NN). Wstępna obróbka i przygotowanie danych do analizy chemometrycznej. Praktyczna analiza wielowymiarowych danych: analiza głównych składowych (PCA), wielowymiarowy rozkład krzywych (MCR), metoda cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS), sieci neuronowe (NN).	K_W03, K_W04 K_U02, K_U05
19.	Fotochemia stosowana	Reakcje termiczne a reakcje indukowane przez światło. Typy reakcji fotochemicznych. Podstawowe prawa i pojęcia fotochemii. Wydajność kwantowa procesów fotochemicznych. Tworzenie i zanik elektronowych stanów wzbudzonych. Mechanizmy przekazywania energii. Źródła promieniowania stosowane w fotochemii. Metody badania reakcji fotochemicznych i ich wydajności. Procesy fotopolimeryzacji. Fotoinicjatory. Typy fotopolimeryzacji i ich przykłady. Fotochromizm i jego przykłady. Zastosowanie materiałów fotochromowych. Szkła fotochromowe i materiały maskujące. Fotochemia stosowana w medycynie. Oddziaływanie promieniowania z biomateriałami. Fotochemiczne dozowanie i kierowanie leków. Terapia i diagnostyka fotodynamiczna (PDT, PDD). Biofizyczne podstawy PDT i PDD. Fotouczulacze stosowane w terapii fotodynamicznej. Przykłady reakcji fotochemicznych w chemii organicznej oraz ich znaczenie praktyczne. Słońce jako proekologiczne źródło energii. Ogniwa fotowoltaiczne. Fotochemiczne otrzymywanie nanocząstek metali. Dobór odpowiednich źródeł światła do prowadzenia procesów fotochemicznych. Badania kinetyki wybranych reakcji fotochemicznych. Otrzymywanie filtrów fotochromowych i obserwacja zmian ich właściwości optycznych pod wpływem radiacji słonecznej i sztucznej. Określenie optymalnych warunków syntezy fotochemicznej nanocząstek złota i srebra ze złomu elektronicznego. Zastosowanie reakcji fotopolimeryzacji w procesach odwzorowywania obrazów (obwodów drukowanych).	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U02, K_U03, K_U04 K_K02, K_K03, K_K06
20.	Kataliza w ochronie środowiska	Zjawisko katalizy, podział procesów katalitycznych, aktywność i selektywność katalizatorów, kataliza homo- i heterogeniczna, potencjalne możliwości zastosowań w ochronie środowiska, zalety i wady katalizatorów homo- i heterogenicznych, przykłady zastosowania katalizy heterogenicznej i enzymatycznej w zastosowaniu w procesach przyjaznych dla środowiska). Metody prowadzenia reakcji katalitycznych. Zapobieganie nadmiernym stężeniom substancji szkodliwych w produktach ubocznych i odpadach, oczyszczanie gazów wylotowych metodami katalitycznymi (zmniejszenie emisji NO _x , CO, węglowodorów, SO ₂ , SCR, procesy DENOX, DESOX, DESONOX). Kataliza w produkcji paliw oraz paliw ekologicznych. Katalizatory samochodowe do oczyszczania spalin. Katalizatory usuwania lotnych substancji organicznych (VOC). Podział zjawisk katalitycznych przebiegających w obecności światła, mechanizmy degradacji substancji szkodliwych dla środowiska w obecności TiO ₂ , zastosowanie procesów fotokatalitycznych do oczyszczania	K_W01, K_W03 K_U01, K_U02 K_K01, K_K02, K_K04

		wody). Katalizatory dla ogniw paliwowych. Fotokatalizatory rozkładu wody. Fotokatalityczny rozkład barwników organicznych za pomocą serii fotokatalizatorów heterogenicznych. Badania szybkości i wydajności procesów za pomocą spektroskopii UV-Vis. Otrzymywanie i charakterystyka katalizatora heterogenicznego służącego do syntezy składnika paliw – MTBE. Proces katalityczny i analiza otrzymanego produktu za pomocą GC. Otrzymywanie estrów metylowych serii olejów rzepakowych i innych za pomocą katalizatorów homo- i heterogenicznych. Wpływ katalizatora na szybkość reakcji. Analiza chromatograficzna i spektroskopowa otrzymanych związków i organicznych w ochronie środowiska, farmacji i medycynie, kryminalistyce oraz analizie żywności.	
21.	Magnetyzm molekularny Molecular magnetism (Elective course)	Wybrane zagadnienia z teorii magnetyzmu "fazy stałej" i układów molekularnych. Podstawowe jednostki i parametry opisujące właściwości magnetyczne związków. Rodzaje porządkowań w polu magnetycznym i ich charakterystyka; paramagnetyzm, antyferromagnetyzm, ferromagnetyzm, ferrimagnetyzm, metamagnetyzm. Teoria Langevin'a, Neel'a. Uporządkowanie dalekiego zasięgu. Nadwymiana magnetyczna w związkach koordynacyjnych. Parametry określające i determinujące wielkość magnetycznych oddziaływań. Nowe molekularne materiały magnetyczne: magnesy molekularne, nanodruły molekularne, szkła spinowe, superparamagnetyki, związki wykazujące zjawisko spin – crossover. Czynniki określające zachowania typu SMM: anizotropia magnetyczna, wysoki spin, zjawisko relaksacji, efekt tunelowania kwantowego. Wybrane techniki pomiarowe. Technologiczne zastosowania magnetyków molekularnych: nanomateriały, mikroprocesory, pamięć komputerowa, diagnostyka medyczna. Badania naturalnych i syntetycznych biosystemów. Występowanie i rola magnetyków w organizmach. Selected issues from the theory of "solid phase" magnetism and molecular systems. Basic units and parameters describing the magnetic properties of compounds. Types of orders in a magnetic field and their characteristics; paramagnetism, antiferromagnetism, ferromagnetism, ferrimagnetism, metamagnetism. The theory of Langevin, Neel. Long range order. Magnetic superexchange in coordination compounds. Parameters defining and determining the magnitude of magnetic interactions. New molecular magnetic materials: molecular magnets, molecular nanowires, spin glasses, superparamagnets, compounds showing the spin-crossover phenomenon. Factors determining SMM behavior: magnetic anisotropy, high spin, relaxation phenomenon, quantum tunneling effect. Selected measurement techniques. Technological applications of molecular magnetics: nanomaterials, microprocessors, computer memory, medical diagnostics. Research on natural and synthetic biosystems. Occurrence and role of magnets in organisms	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03
22.	Metody dynamiki molekularnej ab initio	Przykłady zastosowania dynamiki molekularnej Born'a-Oppenheimera i dynamiki molekularnej Car'a-Parrinello. Opis przy użyciu fal płaskich. Metadynamika oraz dynamika z więzami – czyli jak efektywnie badać reakcje. Uwzględnienie efektów kwantowych – metoda Path Integral Molecular Dynamics (PIMD). Zastosowanie metod dynamiki molekularnej w badaniach mechanochemii, badaniu roztworów, katalizie homogenicznej i do	K_W09 K_U05, K_U08 K_K01

		symulacji właściwości spektroskopowych. Pakiet obliczeniowy CPMD (wprowadzenie do programu i zastosowanie do podstawowych badań reaktywności).	
23.	Polimery w medycynie	Pojęcia i definicje z podstaw chemii polimerów i biomateriałów. Klasyfikacja biomateriałów i biopolimerów oraz kryteria wyboru tych materiałów do celów medycznych. Metody syntezy polimerów, mechanizmy reakcji polimeryzacji, kontrolowane reakcje polimeryzacji (ROP, ATRP, RAFT itp.), kopolimeryzacja, katalizatory i inicjatory stosowane w reakcjach polimeryzacji. Biopolimery, polimery biodegradowalne, polimery biocydowe, biomateriały polimerowe. Zawansowane metody analizy polimerów, badania struktury polimerów, badania korelacji struktura – właściwości polimerów. Polimerowe proleki, zastosowanie polimerów do modyfikacji białek. Zastosowania polimerów w medycynie (polimery w stomatologii, chirurgii: nici chirurgiczne, kleje medyczne, cementy kostne, implanty, rusztowania tkankowe, polimery w kardiochirurgii, mocowania ortopedyczne, membrany polimerowe w hemodializie, materiały opatrunkowe, matryce kontrolowanego uwalniania leków). Metody sterylizacji i degradacja materiałów polimerowych. Toksykologia monomerów, katalizatorów, polimerów i tworzyw polimerowych. Analiza i interpretacja danych pomiarowych wybranych biomateriałów i biopolimerów. Strategie syntezy materiałów polimerowych dla wybranych aplikacji medycznych. Synteza i charakterystyka wybranych biomateriałów, materiałów hybrydowych do sterowanej rekonstrukcji kości, materiałów stomatologicznych, koniugatów lek-polimer. Drukowanie 3D.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_W06 K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06 K_K01, K_K02, K_K04
24.	Projektowanie materiałów luminescencyjnych	Specyfika spektroskopii jonów lantanowców. Parametry charakteryzujące materiały luminescencyjne (luminofory) oraz sposoby ich wyznaczania metodami spektroskopowymi. Jakże parametry luminoforu można projektować i czynniki, które na nie wpływają. Przykłady projektowania luminoforów dla nowoczesnych technologii (LEDy, znaczniki luminescencyjne, systemy laserowe) z uwzględnieniem takich zjawisk jak up-konwersja, efekt antenowy, akcja laserowa. Opanowanie podstawowych metod syntezy luminoforów. Badanie luminoforu pod względem struktury (XRD), morfologii i składu chemicznego (mikroskopia elektronowa TEM, SEM, fluorescencja rentgenowska EDAX) i właściwości optycznych (spektroskopia absorpcyjna i luminescencyjna, wyznaczanie parametrów fotometrycznych).	K_W01, K_W03, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05 K_K05
25.	Współczesne metody analiz	Metody przygotowania próbek rzeczywistych do analizy. Rodzaje mikroskopów stosowane w analityce. Zastosowanie mikroskopii ramanowskiej do badania dzieł sztuki. Analiza aktywności i jej zastosowanie w kryminalistyce. Antocyjany i metody ich oznaczania w produktach naturalnych. Szkło jako obiekt zainteresowania chemików analityków. Korozja Szkła. Miód – metody oznaczania jego jakości i autentyczności oraz marker zanieczyszczenia środowiska. Zastosowanie metody NMR do monitorowania procesów zachodzących w czasie procesów fermentacyjnych. Obrazowanie NMR – podstawy teoretyczne. Sztuczne opakowania produktów żywnościowych – dobrodziejstwo czy zagrożenie? Analiza chemiczna pojedynczych komórek. Oznaczanie składników podstawowych i śladowych w następujących grupach substancji złożonych (próbek rzeczywistych): produktach	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U02, K_U05 K_K02

		żywnościowych, napojach i odżywkach, karmie dla zwierząt, lekach, witaminach, rudach i minerałach, stopach, katalizatorach.	
26.	Współczesne metody chromatograficzne	Współczesne metody chromatograficzne (wysokosprawna chromatografia cienkowarstwowa HPTLC, chromatografia gazowa GC, wysokosprawna chromatografia cieczowa HPLC). Mechanizmy selektywności wykorzystywane w poszczególnych rodzajach chromatografii. Aparatura, metody detekcji, rodzaje dostępnych kolumn chromatograficznych. Wybór warunków rozdziału w zależności od charakteru analizowanej próbki. Zasady doboru optymalnych warunków rozdziału w chromatografii gazowej i cieczowej. Techniki łączone i dwuwymiarowe. Analiza jakościowa i ilościowa. Wiarygodność wyników i walidacja metod. Przygotowanie próbek do analizy chromatograficznej. Zastosowania chromatografii, w tym technik specjalnych, do rozdzielania substancji nieorganicznych i organicznych w ochronie środowiska, farmacji i medycynie, kryminalistyce oraz analizie żywności. Dwuwymiarowa analiza TLC środków leczniczych. Rozdziały chiralne. Optymalizacja układów chromatograficznych (chromatografia gazowa i cieczowa - techniki gradientowe). Metody derywatyżacji i nietypowe metody detekcji. Analiza jakościowa i ilościowa związków organicznych występujących w benzynie metodą GC. Metoda headspace (fazy nadpowierzchniowej) do identyfikacji i oznaczeń ilościowych lotnych składników w artykułach spożywczych i materiałach biologicznych. Metoda derywatyżacji do oznaczania jakościowego i ilościowego wyższych kwasów tłuszczowych w artykułach spożywczych. Rozdzielanie, identyfikacja i oznaczenie ilościowe substancji czynnych w produktach farmaceutycznych oraz produktów pochodzenia naturalnego metodą HPLC (RP i HILIC). Dobór i optymalizacja warunków rozdzielania derywatyżowanych pochodnych aminokwasów dla elucji izokratycznej i gradientowej. Walidacja wybranych parametrów metody analitycznej wykorzystującej HPLC.	K_W01, K_W03, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K04, K_K05
27.	Krystalografia	Mikroskopia elektronowa, polowa, tunelowa, sił atomowych. Kryształ jako faza uporządkowana; metody otrzymywania, etapy wzrostu, budowa i symetria. Krystalografia geometryczna: przestrzenie, operacje symetrii, sieci przestrzenne, komórki elementarne, klasy krystalograficzne, grupy przestrzenne, proste i płaszczyzny sieciowe, sieć odwrotna, odstęp międzypłaszczyźniany, układy i rodziny krystalograficzne. Otrzymywanie i właściwości promieni X i neutronów; neutronografia. Elektronografia. Warunki dyfrakcji w monokryształach. Techniki eksperymentalne i aparatura w krystalografii. Czynniki atomowe i czynnik struktury. Czynniki wpływające na intensywność refleksów. Rozwiązywanie i udokładnianie struktury krystalicznej. Elementy krystalochemii: wiązania chemiczne w kryształach (metaliczne, jonowe, kowalencyjne, wodorowe, van der Waalsa), konfiguracja absolutna cząsteczek i kryształów, wyznaczanie rozkładu gęstości elektronowej. Poli- i izomorfizm. Magnetyki i ferroelektryki. Struktura szkieł. Elementy krystalofizyki. Pojęcie właściwości fizycznej i jej opis tensorowy, grupy graniczne. Otrzymywanie kryształów. Bazy danych krystalograficznych: baza organiczna (CSD) i nieorganiczna (ICSD). Elektronografia, neutronografia a rentgenografia. Wiązania atomowe, jonowe,	K_W02, K_W04, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K03

		<p>koordynacyjne, van der Waalsa w krystalografii. Promienie jonowe i atomowe. Przestrzeń odwrotna. Symetria, elementy symetrii, operacje symetrii. Grupy punktowe w krystalografii, grupy przestrzenne, punkty symetrycznie równoważne. Mapa Pattersona. Transformacje w krystalografii. Modelowanie struktury związków chemicznych, kryształów oraz sieci przestrzennych. Budowa dyfraktometru proszkowego i bazy proszkowe. Identyfikacja substancji na podstawie dyfraktogramów proszkowych. Pomiar intensywności wiązek ugiętych na dyfraktometrze monokrystalicznym. Morfologia kryształu, wybór kryształu, wyznaczenie gęstości. Wyznaczanie grupy dyfrakcyjnej. Rozwiązywanie i udokładnianie struktury krystalicznej.</p>	
28.	Chemia pierwiastków f-elektronowych	<p>Lantanowce i aktynowce na tle układu okresowego. Metody klasyfikacji pierwiastków ziem rzadkich do odpowiednich grup (skandowce, lantanowce i aktynowce). Geochemia i technologia przetwórstwa pierwiastków ziem rzadkich - występowanie w przyrodzie, wydobycie z minerałów i metody rozdziału (klasyczne i nowoczesne). Otrzymywanie i zastosowanie metali pierwiastków ziem rzadkich. Struktura elektronowa i właściwości magnetyczne związków pierwiastków f-elektronowych. Otrzymywanie, właściwości i zastosowanie związków pierwiastków ziem rzadkich na +3 stopniu utlenienia. Metody syntezy związków pierwiastków f-elektronowych na nietrwałych stopniach utlenienia. Chemia koordynacyjna lantanowców i aktynowców. Lantanowce i aktynowce – podobieństwa i różnice we właściwościach fizykochemicznych. Metody syntezy i najważniejsze kierunki badań związków pierwiastków ziem rzadkich. Metody otrzymywania nanorozmiarowych związków pierwiastków f-elektronowych. Właściwości i zastosowanie tego typu materiałów. Właściwości fluorescencyjne związków f-elektronowych. Zastosowanie modeli matematycznych do przewidywania właściwości fluorescencyjnych związków pierwiastków f-elektronowych. Zastosowanie związków pierwiastków bloku f w różnych dziedzinach nauki i techniki. Czynne i bierne urządzenia optoelektroniczne oparte na związkach pierwiastków f-elektronowych</p>	<p>K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W06, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U06, K_U07 K_K01, K_K04, K_K06</p>
29.	Fizykochemia dielektryków	<p>Opis kondensatora bezstratnego w stałym polu elektrycznym. Definicja i znaczenie trzech wektorów elektrycznych. Termodynamika dielektryków; efekt elektrostrykcyjny i elektrokaloryczny. Polaryzacja z makroskopowego i mikroskopowego punktu widzenia. Polaryzowalność, podział na składowe, znaczenie poszczególnych wkładów do polaryzowalności. Sposoby wyznaczania polaryzowalności indukowanej. Dyskusja i porównanie poszczególnych metod. Teoria Debye'a - Langevina polaryzowalności orientacyjnej. Pole lokalne Lorentza, definicja i znaczenie polaryzowalności molowej i refrakcji molowej. Katastrofa Mossotiego. Pole lokalne Onsagera, wyprowadzenie podstawowych zależności, zdefiniowanie pola wewnętrznego, pola reakcji, polaryzowalności wewnętrznej. Modyfikacja Kluka modelu pola lokalnego. Porównanie modelu Onsagera i Kluka. Mikroskopowe modele pól lokalnych Kirkwooda i Frohlicha. Metody ekstrapolacyjne wyznaczania momentów dipolowych. Związek między momentami dipolowymi cząsteczki i ich strukturą. Przykłady wykorzystania rachunku wektorowego do konkretnych zagadnień. Momenty dipolowe cząsteczek ze swobodną rotacją - wzór Eyringa. Czynniki wpływające na mo-</p>	<p>KW_01 K_U01, K_U05</p>

		<p>ment dipolowy cząsteczki (efekty mezomeryczne, oddziaływania wewnątrz i międzycząsteczkowe, asocjacja, wpływ rozpuszczalnika). Wpływ silnego pola elektrycznego na dielektryczne własności cieczy - nieliniowy efekt dielektryczny. Wyprowadzenie nieliniowego inkrementu dielektrycznego dla pola lokalnego Lorentza i Onsagera. Anomalny efekt dielektryczny- model Debye'a, model Piekary, model z rotacją wewnętrzną, model Małeckiego, zjawiska krytyczne. Relaksacja nieliniowego efektu dielektrycznego. Metody pomiarowe stosowane w NDE. Opis dielektryka stratnego w przemiennym polu elektrycznym. Zdefiniowanie zespolonej przenikalności elektrycznej, znaczenie i interpretacja składowej rzeczywistej i urojonej. Relaksacja polaryzacji w zmiennym polu elektrycznym. Wyprowadzenie równania Debye'a dla pojedynczego czasu relaksacji. Reprezentacja krzywych dyspersyjnych i absorpcyjnych na wykresie Cole'a- Cole'a. Relaksacja o ośrodkach rzeczywistych, widmo czasów relaksacji, funkcje Cole'a- Cole'a, Davidsona- Cole'a, Havrilaka- Nagami, dyskretny rozkład czasów relaksacji, ciągły rozkład czasów relaksacji, rozkład czasów relaksacji wg. Frohlicha. Nieeksponencjalne procesy relaksacyjne. Relacje Kramersa- Kroniga. Molekularne teorie relaksacji dielektrycznej: model dyfuzyjny Debye'a, model Wirtza, model Andersona, model Eyringa, model Glaruma, model fluktuacyjny Andersona- Ullmana. Rozkład czasów relaksacji wg. Fohlicha.</p>	
30.	Kataliza z udziałem związków metali	<p>Nieorganiczna chemia supramolekularna. Rola wiązania koordynacyjnego w tworzeniu struktur supramolekularnych, kompleksy makrocycliczne, selektywne wiązanie kationów i anionów, samoorganizacja kompleksów metali. Supramolekularne aspekty chemii bioinorganicznej, materiały optyczne i magnetyczne, elektronika molekularna, czujniki chemiczne. Metody syntezy i budowa związków metaloorganicznych, karbonylków metali, kompleksów wodorkowych oraz związków z wiązaniem metal-metal. Korelacja struktury z reaktywnością związków kompleksowych metali. Elementarne etapy reakcji katalitycznych. Mechanizmy reakcji katalizowanych przez kompleksy metali. Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i nanokataliza. Zastosowanie reakcji katalitycznych w przemysłowej syntezie organicznej</p>	K_W01, K_W03, K_W06
31.	Oddziaływania molekularne	<p>Podstawy teoretyczne oddziaływań chemicznych. Przekazanie podstawowych informacji na temat metod badawczych oddziaływań chemicznych. Badania eksperymentalne i teoretyczne układów z wiązaniami wodorowymi. Oddziaływania uniwersalne, oddziaływania specyficzne i oddziaływania z przeniesieniem ładunku. Oddziaływania jon-jon, jon-dipol trwałe, dipol trwałe - dipol trwałe, jon - dipol indukowany, dipol trwałe - dipol indukowany. Oddziaływania specyficzne; dyspersyjny charakter i siły Londona. Oddziaływania van der Waalsa. Wiązanie wodorowe w biologii i technice. Definicja wiązania wodorowego. Reguły Canona dla utworzenia wiązania wodorowego. Charakterystyki wiązania wodorowego: kierunkowość, długość, kąt i siła. Parametry podziału wiązań wodorowych. Efekt steryczny. Promień van der Waalsa. Energia oddziaływań sterycznych (równanie). Wpływ efektu sterycznego na wewnątrzcząsteczkowe wiązanie wodorowe; przykłady - zasady Schiffa, pochodne amidu salicylowego i gąbki protonowe. Wpływ środowiska na oddziaływania międzycząsteczkowe.</p>	K_W01, K_W03, K_W04 K_U02, K_U03, K_U04

32.	Promieniowanie jonizujące w obrazowaniu medycznym	Budowa urządzeń do obrazowania planarnego tkanek twardych i miękkich (mammografia). Rola luminoforów w rejestracji obrazów medycznych. Budowa tomografu komputerowego. Budowa tomografu emisyjnego pojedynczego fotonu. Budowa kamery PET. Mechanizm scyntylacji, szybkość scyntylacji. Modelowanie nowych scyntylatorów.	K_W01, K_W04, K_W05
33.	Spektrometria mas	Podstawy spektrometrii mas. Typy źródeł jonów i mechanizmy jonizacji. Analizatory mas i detektory jonów. Analiza widm masowych związków organicznych: Fragmentacja jonów parzysto i nieparzystoelektronowych. Zastosowania tandemowych metod spektrometrii mas. Badania peptydów i białek za pomocą spektrometrii mas. Sprzężenie chromatografu cieczowego i gazowego ze spektrometrem mas. Praktyczna analiza widm mas.	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U02
34.	Spektroskopia fluorescencyjna	Podstawowe definicje i podstawy fizyczne fluorescencji. Aparatura do spektroskopii fluorescencyjnej. Przeprowadzanie pomiaru i analiza danych. Fluorofory. Pomiar w dziedzinie czasowej, interpretacja zaników intensywności emisji; widma TRES. Efekty rozpuszczalnika i otoczenia. Dynamika procesów relaksacji. Wygaszanie fluorescencji; mechanizmy wygaszania. Anizotropia wzbudzenia i emisji; zaniki anizotropii fluorescencji. Rezonansowy transfer energii - określanie odległości między donorem a akceptorem w układach molekularnych. Fluorescencja białek; zastosowanie fluorescencji do badania struktury i dynamiki układów biologicznych. Wzbudzenie wielofotonowe. Sondy fluorescencyjne; testy immunologiczne. Kompleksy metali i kropki kwantowe jako sondy luminescencyjne. Lantanowce jako sondy fluorescencyjne. Detekcja pojedynczych cząsteczek.	K_W01, K_W03, K_W05 K_U02
35.	Zastosowanie spektroskopii EPR w nauce i w przemyśle	Podstawy chemii kwantowej, elektronowa teoria budowy atomów i cząsteczek. Podstawy magnetyzmu i spektroskopii elektronowej. Oddziaływanie momentów magnetycznych spinowego i orbitalnego z polem magnetycznym. Momenty magnetyczne jąder. Kwantowe stany energetyczne spinów elektronów i jąder w polu magnetycznym. Oddziaływanie spinów elektronowych i jądrowych (oddziaływanie nadsubtelne). Elektronowe przejścia rezonansowe; oddziaływanie Zemana (parametr i macierz g). Reguły wyboru dla przejść elektronowych. Oddziaływanie nadsubtelne; fizyczne podstawy, parametry i macierze-A. Wpływ symetrii lokalnej centrów spinowych na relacje diagonalnych składowych macierzy g i A odzwierciedlane w widmach EPR proszków i kryształów oraz w zależności od orbitali stanu podstawowego niesparowanego elektronu. Układy wieloelektronowe odpowiadające $S > 1$, jonów metali wieloelektronowych oraz związków wielordzeniowych i birodników; rozszczepienia w zerowym polu magnetycznym parametr D i macierz D, Ich natura fizyczna. Reguły wyboru dla przejść elektronowych. Rozszczepienia nadsubtelne widm EPR i metody uzyskiwania najlepszej rozdzielczości tych rozszczepień. Specyfika widm EPR w fazach ciekłych, stałych (proszki monokryształy), proszki rozcieńczone diamagnetycznie. Zasady interpretacji widm EPR: widma samodzielnych związków oraz widma układów w równowadze chemicznej, wpływ temperatury. Analiza widm z zastosowaniem metod symulacyjnych. Techniki pomiarowe EPR stosowane w badaniach związków kompleksowych metali, rodników, w biologii, biochemii, biofizyce i geologii, w tym zastosowanie trwałych rodników – znaczników, sond i wygaszaczy spinowych oraz pułapek spinowych.	K_W01, K_W05 K_U01, K_U02 K_K01

36.	Synteza organiczna na nośniku stałym	Idea syntezy na nośniku stałym. Synteza na nośniku a synteza w roztworze. Charakterystyka nośników i grup łączących. Metody osadzania substratów na nośniku. Merrifield i synteza peptydów. Strategie syntezy, metody uwalniania produktów. Grupy ochronne. Osłony ortogonalne. Metody analityczne w syntezie na nośniku stałym. Synteza biopolimerów: peptydy, białka, kwasy nukleinowe, PNA, cukry. Synteza organiczna na nośniku stałym: rozbudowa szkieletu węglowego, kondensacje, utlenianie i redukcja, synteza układów heterocyklicznych. Reakcje wspomagane mikrofalami. Immobilizowane odczynniki. Metody wyodrębniania i oczyszczania produktów wspomagane fazą stałą. Badania biologiczne immobilizowanych substratów. Zastosowania syntezy na nośniku stałym: chemia biopolimerów, chemia produktów naturalnych, biblioteki kombinatoryczne, badanie mechanizmów reakcji, katalizatory. Synteza organiczna na podłożu stałym.	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U03, K_U06 K_K05
37.	Wprowadzenie do chemii supramolekularnej	Podstawowe pojęcia dotyczące chemii supramolekularnej. Klasyfikacja i nomenklatura kompleksów supramolekularnych. Stałe trwałości. Kooperatywność i efekt chelatowy. Natura oddziaływań supramolekularnych. Efekt hydrofobowy. Wiązanie kationów. Etery koronowe, lariatowe i podandy. Kryptandy i sferandy. Selektywność w wiązaniu kationów. Efekt templatowy. Kompleksacja kationów organicznych. Wiązanie anionów. Receptory par jonowych. Wiązanie w roztworze. Molekularni gospodarze i goście. Kawitandy. Cyklodekstryny. Cyklofany. Kryptofany. Samoorganizacja i samoasocjacja. Supramolekularne kompleksy metali. Organiczno-nieorganiczne klatki supramolekularne. Wiązanie mechaniczne. Katenany. Rotaksany. Synteza metodami pasywnej i aktywnej templatacji. Węzły molekularne. Maszyny molekularne. Kataliza supramolekularna.	K_W01, K_W03 K_K04
38.	Współczesna synteza organiczna	Znaczenie syntezy organicznej we współczesnej chemii i przemyśle chemicznym. Typy transformacji w chemii organicznej. Reakcje utlenienia i redukcji w chemii organicznej. Reagenty i ich zastosowanie. Metody rozbudowy szkieletu węglowego. Reakcje typu kondensacji aldolowej, reakcje z karboanionami, reakcje sprzęgania (katalityczne, utleniające i reduktywne). Metody syntezy struktur jedno i wielopierścieniowych. Metody syntezy heterocykli i makrocycyli. Strategia i planowanie syntezy. Analiza retrosyntetyczna, syntony, umpolung. Wykorzystanie metod analitycznych w procesie wieloetapowej syntezy. Standardy publikacyjne.	K_W01, K_W03, K_W07 K_U01 K_K01
39.	Współczesne techniki NMR w chemii organicznej	Elementy teorii NMR, podstawy eksperymentu impulsowego. Parametry widm NMR i wpływ czynników strukturalnych na parametry widm. Przesunięcie chemiczne, sprzężenie spin-spin, układy spinowe, chemiczna i magnetyczna równoważność. Relaksacja jądra, pomiar czasów relaksacji, jądrowy efekt Overhausera. Zjawiska dynamiczne w spektroskopii NMR. Techniki wieloimpulsowe, odprężanie, spektroskopia dwuwymiarowa (COSY, NOESY, HMQC, HMBC). Aspekty praktyczne: przygotowanie próbki, dobór rozpuszczalnika, temperatury pomiaru, parametrów akwizycji i obróbki danych.	K_W01, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01
40.	Wybrane tematy medycyny molekularnej	Definicje z obszaru medycyny molekularnej – interdyscyplinarnej dziedziny wykorzystującej wiedzę z pogranicza chemii, fizyki, biologii oraz medycyny w celu zrozumienia prawidłowego funkcjonowania organizmów oraz patogenezy chorób na poziomie cząsteczkowym; Charakterystyka chemicznych aspektów mechanizmów patogenezy wybranych chorób na poziomie molekularnym, tj. podstawowych cząsteczek i struktur komórkowych	K_W01, K_W06 K_U03, K_U05, K_U07 K_K05, K_K04

		(m.in. białek, kwasów nukleinowych, szlaków metabolicznych); Omówienie chemicznych aspektów molekularnych podstaw i mechanizmów chorób neurodegeneracyjnych (Parkinsona, Alzheimer, Huntingtona, ALS), wybranych chorób nowotworowych, chorób układu krążenia, otyłości, mechanizmów uzależnień, infekcji mikrobiologicznych i lekooporności. Wykorzystanie możliwości chemii w projektowaniu narzędzi do diagnozowania, leczenia i profilaktyki.	
41.	Zastosowania materiałów chemicznych Applications of chemical materials (Elective course)	Klasyfikacja materiałów ze względu na ich właściwości fizykochemiczne. Chemia fullerenów. Nowe materiały: grafen, metamateriały, kompozyty i materiały organiczne w optoelektronice. Omówienie właściwości materiałów ferroicznych (głównie ferroelektryków i ferroelastyków). Przedstawienie głównych metod badawczych do charakteryzowania kryształów ferroicznych. Omówienie właściwości nieliniowych kryształów ferroelektrycznych. Katalizatory metaloorganiczne w zastosowaniu syntezy materiałów organicznych. Typy katalizatorów, układy, w których są stosowane, ich projektowanie i zastosowania nanomateriałów. Classification of materials due to their physicochemical properties. Fullerene chemistry. New materials: graphene, metamaterials, composites and organic materials in optoelectronics. Discussion of the properties of ferroic materials (mainly ferroelectrics and ferroelastics). Presentation of the main research methods for the characterization of ferroic crystals. Discussion of the properties of nonlinear ferroelectric crystals. Organometallic catalysts in the synthesis of organic materials. Types of catalysts, systems in which they are used, their design and applications of nanomaterials	K_W01, K_W06
42.	Zastosowanie metod topologicznych w chemii	Podstawowe pojęcia topologii. Podstawowe pojęcia analizy topologicznej pól skalarnych stosowanych w chemii. Chemiczna Topologia Kwantowa. Charakterystyka struktury elektronowej molekuł w oparciu o analizę topologiczną gęstości elektronowej. Podział oddziaływań międzyatomowych ze względu na parametry opisujące gęstość elektronową w punktach krytycznych wiązań. Populacje, ładunki atomowe. Analiza delokalizacji gęstości elektronowej. Funkcja Lokalizacji Elektronów (ELF) oraz Indeks Lokalizowalności Elektronowej (ELI). Charakterystyka struktury elektronowej molekuł w oparciu o analizę topologiczną funkcji ELF i ELI-D. Podział oddziaływań atomowych ze względu na własności topologiczne. Wiązanie protokowalencyjne. Analiza populacyjna i analiza delokalizacji gęstości elektronowej na bazie topologicznej analizy funkcji ELF i ELI-D. Topologiczna definicja polarności wiązania.	K_W01, K_W06 K_U01
45.	Bezpieczeństwo w laboratorium Safety in a chemical laboratory	Kultura i etyka bezpiecznej pracy. Podstawowe zasady bezpieczeństwa w laboratorium chemicznym, planowanie eksperymentów oraz organizacja pracy. Postępowania w przypadku rozlania substancji chemicznych, pożaru, pierwsza pomoc w laboratorium chemicznym. Oznaczenia, piktogramy i etykiety. Źródła informacji o zagrożeniach i bezpieczeństwie w laboratorium: karty charakterystyki substancji chemicznych GHS. Toksyczne substancje chemiczne oraz czynnik biologiczne. Podstawowe koncepcje w toksykologii: substancje toksyczne, toksyny i trucizny, pomiar toksyczności, toksyczność ostra	K_W01, K_W07 K_K01

		<p>i przewlekła. Rozpoznawanie zagrożeń: substancje palne, substancje żrące, niekompatybilne ze sobą substancje chemiczne, substancje reaktywne, nadtlarki, zagrożenia związane z prądem elektrycznym oraz niskim lub wysokim ciśnieniem, zagrożenia kriogeniczne, zagrożenia związane z promieniowaniem. Ocena ryzyka i zarządzanie nim. Środki ochrony osobistej i zbiorowej. Zarządzanie chemikaliami: przechowywanie, przenoszenie, kontrola, odpady i bezpieczeństwo.</p> <p>Safety culture and ethic. Basic safety rules in chemistry laboratory, experiment planning and organization of work. Preparing for emergency response: chemical spills, fire, first aid in chemistry laboratory. Understanding and communicating laboratory hazards: signs, symbols, and labels. Information resources about laboratory hazards and safety: safety data sheets (SDS/MSDS), GHS. Recognizing laboratory hazards of toxic substances and biological agents. Basic concepts in toxicology: toxicants, toxins and poisons, measuring toxicity, acute and chronic toxicity. Recognizing laboratory physical hazards: flammables, corrosives, incompatible chemicals, reactive chemicals, peroxides, electrical hazard, hazard from low or high pressure systems, cryogenic hazard, radiation related hazard. Risk assessment and managing. Personal protective equipment and engineering control. Chemical management: inspections, storage, local transport, wastes, and security.</p>	
46.	<p>Zaawansowana chemia organiczna (Blok I)</p> <p>Advanced organic chemistry (Block I)</p>	<p><u>Współczesna synteza organiczna</u>: Znaczenie syntezy organicznej we współczesnej chemii i przemyśle chemicznym. Typy transformacji w chemii organicznej. Reakcje utlenienia i redukcji w chemii organicznej. Reagenty i ich zastosowanie. Metody rozbudowy szkieletu węglowego. Reakcje typu kondensacji aldolowej, reakcje z karboanionami, reakcje sprzęgania (katalityczne, utleniające i reduktywne). Metody syntezy struktur jedno i wielopierścieniowych. Metody syntezy heterocykli i makrocycyli. Strategia i planowanie syntezy. Analiza retrosyntetyczna, syntony, umpolung. Wykorzystanie metod analitycznych w procesie wieloetapowej syntezy. Standardy publikacyjne.</p> <p><u>Praktyczna chemia organiczna</u>: Informacja naukowa w chemii organicznej. Bezpieczeństwo w organicznym laboratorium chemicznym. Prowadzenie dziennika laboratoryjnego i dokumentacja pracy syntetycznej. Nowoczesny sprzęt laboratoryjny. Rozdział i oczyszczanie produktów reakcji. Techniki próżniowe – linia próżniowo/azotowa, techniki Schlenka, destylacja próżniowa. Praca w atmosferze obojętnej. Komora rękawicową, jako użyteczne narzędzie zabezpieczania substratów i produktów przed rozkładem. Oczyszczanie reagentów i rozpuszczalników. Chromatografia jako potężne narzędzie do identyfikacji i rozdziału produktów reakcji. Specjalne techniki prowadzenia reakcji (syntezy fotochemiczne i z wykorzystaniem mikrofal, synteza na nośniku stałym). Wizualizacja danych eksperymentalnych.</p> <p><u>Metody analityczne w chemii organicznej</u>: Spektroskopia NMR. Spektrometria mas. Inne techniki analityczne wykorzystywane w chemii organicznej.</p> <p><u>Laboratorium</u>: Przygotowanie reagentów i rozpuszczalników, niezbędne do dalszej pracy w ramach pracowni: przeprowadzenie destylacji przy ograniczonym dostępie wilgoci i</p>	<p>K_W01, K_W03, K_W05, K_W07 K_U01, K_U03, K_U07, K_U08 K_K02, K_K03, K_K04</p>

		<p>tlenu. Synteza na mikroskale. Prowadzenie syntezy przez noc, także we wrzącym rozpuszczalniku. Synteza przy ograniczonym dostępie wilgoci i tlenu. Prowadzenie syntezy w niskich temperaturach. Prowadzenie syntezy wieloetapowej bez wydzielania produktów pośrednich. Izolacja produktu z mieszaniny zawierającej bardzo reaktywne związki. Wydzielanie produktów syntezy na drodze destylacji, krystalizacji i chromatografii. Praca na linii próżniowej. Usuwanie wysokowrzących reagentów za pomocą wysokiej próżni. Destylacja próżniowa (w tym frakcyjna) oraz typu „bulb-to-bulb”.</p> <p><u>Contemporary organic synthesis</u>: Role of organic synthesis in contemporary chemistry and chemical industry. Types of synthetic transformations. Oxidations and reductions in organic chemistry. Reagents and their applications. Methods of carbon-carbon bond formation. Aldol-type condensations, reactions with carbanions, coupling reactions (oxidative, reductive, and catalytic). Synthesis of carbocycles. Synthesis of heterocyclic and macrocyclic systems. Strategy and planning in organic synthesis. Retrosynthetic analysis, synthons, umpolung. Analytical methods in organic synthesis. Publication standards.</p> <p><u>Practical organic chemistry</u>: Scientific information in the organic chemistry. Safety in the organic chemistry laboratory. How to conduct a lab book and a synthetic documentation? Modern laboratory equipment. Separation and purification of the reaction products. High vacuum techniques – vacuum/inert gas line, Schlenk techniques, vacuum distillation. Work in a controlled atmosphere. Glove-box as a convenient tool for protecting substrates/products from decomposition. Purification of reagents and solvents. Chromatography as a powerful tool for identification and separation of products. Special reaction techniques (photochemical and microwave synthesis, solid phase synthesis). Visualisation of the experimental data.</p> <p><u>Analytical methods in organic chemistry</u>: NMR spectroscopy. Mass spectrometry. Other analytical methods useful in organic chemistry</p> <p><u>Laboratory</u>: The laboratory course creates an opportunity to face all steps necessary in organic synthesis. It starts with a purification of reagents and solvents, required for further work, including a distillation in inert atmosphere. All prepared purified chemicals will be used for a microscale synthesis. Some experiments will require the use of moisture and oxygen-sensitive reagents. In this case high vacuum/inert gas Schlenk methodology will be applied. Multistep synthesis will be also conducted. The isolation and purification (crystallization, distillation and chromatography) of the final product will be an important part of the course. Vacuum distillation will be used as a method of removal of high-boiling solvents and separation of mixtures (high vac and bulb-to bulb technique). Variety of chromatographic procedures will be also presented.</p>	
47.	<p>Zaawansowana chemia nieorganiczna (Blok II)</p> <p>Advanced inorganic chemistry (Block II)</p>	<p><u>Wykład, seminarium</u>: Podstawowe teorie opisujące wiązania metal-węgiel. Otrzymywanie, charakterystyka i zastosowanie związków metaloorganicznych. Kompleksy wodorowe i karbonylowe metali. Elementarne etapy reakcji katalitycznych. Mechanizmy reakcji katalitycznych. Korelacja struktura-reaktywność. Zastosowanie reakcji katalitycz-</p>	<p>K_W01, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05, K_U08, K_U09 K_K03</p>

		<p>nych w przemyśle. Nieorganiczna chemia supramolekularna. Rola wiązania koordynacyjnego w tworzeniu struktur supramolekularnych, kompleksy makrocycliczne, selektywne wiązanie kationów i anionów, samoorganizacja kompleksów metali. Supramolekularne aspekty chemii bionieorganicznej, materiały optyczne i magnetyczne, elektronika molekularna, czujniki chemiczne. Nieorganiczno-organiczne polimery hybrydowe. Idea węzła i łącznika w polimerze koordynacyjnym. Podstawowe grupy polimerów koordynacyjnych. Struktury zeolitowe oraz ich analogi nieorganiczno-organiczne. Kowalencyjne materiały porowate. Podejście izoretikularne w projektowaniu polimerów koordynacyjnych. Synteza solwotermalna i mechanochemiczna. Topologia i izomeria w sieciach polimerów koordynacyjnych. Opis porowatości w ujęciu teoretycznym i eksperymentalnym. Elastyczne i dynamiczne sieci koordynacyjne. Sorpcja i separacja gazów i par w materiałach porowatych. Ciepło adsorpcji. Materiały porowate w katalizie. Polimery koordynacyjne jako nośniki leków. Materiały elektroaktywne.</p> <p><u>Laboratorium:</u> Wykonanie syntez związków kompleksowych w warunkach beztlenowych i z wykorzystaniem zaawansowanych technik laboratoryjnych. Charakterystyka strukturalna otrzymanych związków metodami fizykochemicznymi.</p> <p><u>Lecture, seminar:</u> Fundamental theories describing metal-carbon bonds. Synthesis, characterization and applications of organometallic compounds. Metal hydride and carbonyl compounds. Elementary steps in catalytic reactions. Mechanisms of catalytic reactions. Structure-reactivity relationships. Application of catalytic reactions in industrial processes. Inorganic supramolecular chemistry. The role of coordination bonds in the formation of supramolecular assemblies, macrocyclic complexes, selective binding of cations and anions, self-organization of metal complexes. Supramolecular aspects in bioinorganic chemistry, optical and magnetic materials, molecular electronics, chemical sensors. Inorganic-organic hybrid materials, metal-organic frameworks. The concept of a node and a linker in a coordination polymer. Classification of coordination polymers. Zeolites and their inorganic-organic analogues. Covalent organic frameworks. Isoreticular approach in the design of coordination polymers. Solvothermal synthesis and mechanochemistry. Topology and isomerism in coordination polymer frameworks. Theoretical and experimental description of porosity in solids. Dynamic coordination networks. Sorption and separation of gases and vapors in porous materials. Heat of adsorption. Porous materials in catalysis. Coordination polymers as drug delivery systems. Electroactive materials.</p> <p><u>Laboratory:</u> Preparation of selected coordination compounds under inert atmosphere with the use of advanced laboratory techniques. Physico-chemical characterization of obtained compounds.</p>	
48.	Lektorat z języka no-wożytnego (poziom B2+)	Zasoby leksykalno-gramatyczne języka odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	K_U07

	Language course (B2+ level)	Vocabulary and grammar resources of the English language corresponding to proficiency at B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages.	
49.	Język polski dla cudzoziemców (poziom A1) Polish for Foreigners (A1 level)	Zasób słownictwa oraz zasady grammatyczne konieczne do osiągnięcia biegłości na poziomie A1 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Tematyka niezbędna w komunikacji. Vocabulary and grammar rules necessary to achieve fluency at level A1 of the Common European Framework of Reference for Languages. topics necessary in communication.	
50.	Modelowanie molekularne Molecular modeling	Metody mechaniki klasycznej, pola sił. Podstawy teoretyczne metod chemii kwantowej: metoda Hartree-Focka, metody półempiryczne, metody ab initio SCF, funkcje bazy, metody korelacyjne (MPn, CI i CC), metody funkcjonałów gęstości. Punkty stacjonarne na powierzchni energii potencjalnej, optymalizacja struktury geometrycznej, lokalizacja stanów przejściowych, modelowanie drogi reakcji chemicznej. Modelowanie struktury i własności układów molekularnych w fazie gazowej i roztworach (model supermolekularny i metody ciągłego otoczenia). Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych. Oddziaływania międzycząsteczkowe – interpretacja na gruncie metod rachunku zaburzeń i ujęcia supermolekularnego. Zastosowanie metod chemii kwantowej w spektroskopii molekularnej. Modelowanie struktury i własności układów periodycznych: fale płaskie, funkcje Blocha, periodyczna metoda Hartree-Focka, obliczenia struktury pasmowej i gęstości stanów. Modelowanie procesów chemicznych za pomocą metod automatów komórkowych. Badania układów molekularnych za pomocą metod Monte Carlo. Badania właściwości dynamicznych układów molekularnych – metody dynamiki molekularnej (klasycznej, opartej na polu sił i ab initio). Modelowanie procesów chemicznych dla układów typu nano. Methods of classical mechanics, force fields. Theoretical basis of quantum chemistry methods: Hartree-Fock method, semi-empirical methods, ab initio SCF methods, basis functions, correlation methods (MPn, CI and CC), density functional methods. Stationary points on the potential energy surface, optimization of the geometrical structure, localization of transition states, modeling of the chemical reaction path. Modeling of the structure and properties of molecular systems in the gas phase and solutions (supermolecular model and continuous environment methods). Theory of intermolecular interactions. Intermolecular interactions - interpretation on the basis of perturbation calculus methods and the supermolecular approach. Application of quantum chemistry methods in molecular spectroscopy. Modeling of the structure and properties of periodic systems: plane waves, Bloch functions, periodic Hartree-Fock method, calculations of band structure and density of states. Modeling of chemical processes using cellular automata methods. Research of molecular systems using Monte Carlo methods. Research on the dynamic properties of molecular systems - methods of molecular dynamics (classical, based on the force field and ab initio). Modeling of chemical processes for nano systems.	K_W03, K_W04, K_W06 K_U01, K_U02, K_U05, K_U09 K_K01, K_K02

51.	Pracownia magisterska Master's Degree Project	<p>Student realizuje projekt magisterski, który kończy się pracą magisterską, wybierając temat zaproponowany i przypisany do grupy badawczej wydziału. Projekt obejmuje przegląd literatury z zakresu zagadnień poruszanych w pracy magisterskiej, syntezę związków, wykorzystanie metod fizykochemicznych w celu scharakteryzowania i wyjaśnienia właściwości otrzymanych związków, korelację obserwowanych właściwości z aktualnymi danymi literaturowymi.</p> <p>The student completes a master's project, which ends with a master's thesis, choosing a topic proposed and assigned to the research group of the faculty. The project includes a review of the literature on the issues discussed in the master's thesis, synthesis of compounds, the use of physicochemical methods to characterize and explain the properties of the compounds obtained, correlation of the observed properties with current literature data.</p>	K_W01, K_W-03, K_W05, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U06 K_K01, K_K03, K_K04
52.	Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej Entrepreneurship and intellectual property protection	<p>Zapoznanie ze światowym rynkiem wysokich technologii. Ocena umiejętności biznesowych. Selekcja pomysłu biznesowego z obszaru wysokich technologii. Rynkowa ocena pomysłu/technologii. Badania konkurencyjności rynku. Metody ochrony własności intelektualnej. Pozyskiwanie kapitału na działalność innowacyjną. Kolejne etapy wprowadzenia technologii na rynek. Rejestracja i wprowadzenie podmiotu biznesowego na rynek.</p> <p>Introduction to a global high technology market. Assessment of individual business skills. Selection of a new business idea from a high technology area. Market evaluation of a new idea/technology. Study of market competitiveness. Possible methods of IP assessment and protection. Raising capital for innovative activity/business. Successive stages of the introduction of a technology to the market. Registration and introduction of a new entity into the market.</p>	K_W08, K_W09, K_W10, K_W11
53.	Komunikacja, wolność słowa i inne prawa i wolności człowieka w demokratycznym społeczeństwie Communication, speech freedom and other human rights and freedoms in democratic society	<p>Znaczenie i cechy prawa oraz demokracji. Źródła prawa na przykładzie Konstytucji RP. System prawny. Media w regulacjach międzynarodowych. Szczególna odpowiedzialność mediów. Prawo reklamy. Zagadnienie wolności słowa i jej ograniczenia. Prawa i obowiązki dziennikarzy. Prawo konkurencji w działalności mediów. Zagadnienie ochrony prawa autorskich i praw pokrewnych. Prawo mediów cyfrowych. Prawo do prywatności.</p> <p>Meaning and nature of law and democracy. Sources of law in the Constitution of RP. Legal system. Media in international regulations. Specific responsibilities of media. Advertising Law. The issue and limits of freedom of expression. Rights and obligations of journalists. Law on Competition in activity of media. The issue and protection of copyright and related rights. Digital media law. Right for privacy.</p>	K_W12
54.	Seminarium magisterskie Master's Seminar	Zagadnienia z chemii zatwierdzone przez Radę Wydziału jako tematy prac magisterskich. Tematyka jest związana z profilem Zespołu badawczego. Studenci przedstawiają prezentacje-projektu z przeglądu literaturowego i wyników swojej pracy badawczej.	K_W01 K_U02, K_U04, K_U03, K_U05, K_U06 K_K01, K_K02

		Issues of chemistry approved by the Council of the Faculty of Chemistry as topics of diploma theses. The subject matter is related to the profile of the Research Team. Students present presentations-projects from the literature review and the results of their research work.	
55.	<p>Chemia kombinatoryczna (PDW)</p> <p>Combinatorial chemistry (Elective course)</p>	<p>Biblioteki kombinatoryczne - kolekcje związków chemicznych. Biblioteki syntetyczne. Biblioteki ogólne i ukierunkowane. Reprezentatywność bibliotek i kryteria różnorodności. Różnorodność strukturalna i projektowanie bibliotek. Nowoczesne metody poszukiwania związków biologicznie czynnych. Projektowanie związków biologicznie czynnych. Szkielety i elementy budulcowe. Metody syntezy i analizowania bibliotek. Optymalizacja metod syntezy. Synteza równoległa i synteza mieszanin. Automatyzacja i robotyzacja. Techniki analityczne. Gromadzenie i zarządzanie danymi. Chemia kombinatoryczna jako narzędzie badawcze. Zastosowanie metod kombinatorycznych w analizie strukturalnej i chemii materiałowej. Projektowanie inhibitorów i katalizatorów, optymalizacja katalizatorów. Biblioteki naturalne (układ odpornościowy, wirusy i bakteriofagi, białka, antybiotyki, poliketydy). Metody testowania bibliotek, HTPS. Metody komputerowe w chemii kombinatorycznej. Biblioteki wirtualne. Synteza bibliotek kombinatorycznych na nośniku stałym i w roztworze. Projektowanie biblioteki: dobór szkieletu i grup funkcyjnych, ustalenie procedury, dobór substratów. Synteza prostych bibliotek peptydowych, układów heterocyklicznych, synteza kombinatoryczna w roztworze. Ocena skuteczności syntezy.</p> <p>Combinatorial libraries. Natural libraries: immune response, proteins, antibiotics, polyketides, phage systems and viruses. Synthetic and virtual libraries. Combinatorial biosynthesis. General and focused libraries, library design, deconvolution. Chemical diversity, Synthetic and analytical procedures, screening protocols, HTPS. Application of combinatorial libraries in biological and organic chemistry as well as in analytical chemistry and material science. Development of inhibitors and catalysts. Bioinformatics and data mining. Classical organic synthesis, solid phase chemistry and polymer-assisted solution synthesis. Design of a library, synthesis, analysis, prediction of physicochemical and biological properties. Evaluation of synthetic methods. Applications of solid phase synthesis: biopolymers and natural products, combinatorial libraries, analytical applications.</p>	<p>K_W04</p> <p>K_U04</p>
56.	<p>Komputerowe projektowanie i modelowanie nowych materiałów (PDW)</p> <p>Computer design and modeling of new materials (Elective course)</p>	<p>Ogólne założenia modelowania molekularnego. Metody mechaniki molekularnej – sformułowanie, przybliżenia i zastosowania do układów biologicznych i nano. Krótki opis zaawansowanych metod chemii kwantowej – metoda Hartree-Focka, metody półempiryczne, metody ab initio, bazy funkcyjne używane w obliczeniach ab initio, metody post-HF jak MPn, CI i CC. Metody sformułowane na podstawie teorii funkcjonałów gęstości (DFT). Przewidywania właściwości molekularnych istotnych przy projektowaniu nowych materiałów. Przybliżenie Borna-Oppenheimera i powierzchnia energii potencjalnej (PES). Minimalizacja energii i metody związane z badaniem PES – określenie stabilnych struktur, struktur stanu przejściowego i dróg reakcji. Algorytmy genetyczne. Metody kwantowo-chemicznej topologii analizy natury wiązań chemicznych: atomy w molekule</p>	<p>K_W04</p> <p>K_U03, K_U04</p> <p>K_K04</p>

		<p>łach (AIM) funkcja lokalizacji elektronu (ELF). Obliczenia elektronowych stanów wzbudzonych – metody CI i DTDF (struktura i właściwości). Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych – analiza składowych energii. Modelowanie nowych materiałów bazujących na fulerenach i grafenie. Projektowanie nowych leków – podejście QSAR.</p> <p>General aspects of molecular modelling. Molecular mechanics (MM) methods – formulations, approximations and application to biological and nano systems. Short description of advanced quantum chemical methods: the Hartree-Fock method, semiempirical methods, ab initio methods, basis sets used in ab initio calculations, post-HF methods like MPn, CI and CC. Methods formulated on base on density functional theory (DFT). Prediction of molecular properties important to design of new materials. The Born-Oppenheimer approximation and potential energy surface (PES). Energy minimization and related methods for exploring the PES – determination stable structures, transition state structures and reaction pathways. Genetic algorithms. Quantum chemical topology methods for analysis of the chemical bond nature: Atoms in Molecules (AIM) and Electron Localization Function (ELF). Calculations of excited states – CI and DTDF methods (structure and properties). Theory of intermolecular interactions – energy decomposition analysis. Modelling of new materials on base of fullerenes and graphene. Design of new medical drugs – QSAR approach.</p>	
57.	<p>Chemia w działaniu: pomysły i zastosowania (PDW)</p> <p>Chemistry in action: ideas and applications (Elective course)</p>	<p>Wykład ma charakter przekrojowy i porusza zagadnienia związane z wieloma dziedzinami chemii: środki kontrastujące dla diagnostyki medycznej, maszyny molekularne, sensory, przełączniki molekularne, nanotechnologia i komputery molekularne, historia Viagry i tlenku azotu, kataliza enancjoselektywna w przemyśle farmaceutycznym, sztuczne nukleazy i antysensowa terapia genowa, materiały optyczne, magnetyczne i przewodzące.</p> <p>The lecture encompasses selected examples related to many areas of chemistry: Smart contrast agents for medical imaging, molecular machines, sensors, molecular switches, nanotechnology and molecular computers, NO and Viagra story, enantioselective catalysts in pharmaceutical industry, artificial nucleases and antisense technology, optical, conducting and magnetic materials</p>	K_W01, K_W06
58.	<p>Kataliza i zielona chemia (PDW)</p> <p>Catalysis and green chemistry (Elective course)</p>	<p>Zjawisko katalizy. Elementarne etapy reakcji katalitycznych. Mechanizm reakcji katalitycznej, parametry oceny aktywności katalitycznej. Metody badania mechanizmu reakcji katalitycznej. Charakterystyka procesów katalizy homogenicznej i heterogenicznej. Katalizatory immobilizowane i nanocząstkowe. Zastosowanie reakcji katalitycznych w syntezie organicznej i w przemyśle – reakcje utleniania, uwodornienia, hydroformylowania, karbonylowania, metatezy, sprzęgania C-C. Metody rozdziału katalizatora od produktów reakcji.</p> <p>Phenomenon of catalysis, elementary steps of catalytic reactions. Mechanism of catalytic reaction and methods used in mechanistic studies. Evaluation of catalytic activity and</p>	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U02, K_U03 K_K02

		reaction selectivity. Characterization of homogenous and heterogeneous catalytic systems. Immobilised catalysts and nanoparticles in catalysis. Application of catalytic reactions in organic synthesis and industry – oxidation, hydrogenation, hydroformylation, carbonylation, metathesis, C-C coupling. Methods used for recovery of catalyst from reaction mixture (biphasic systems, ionic liquids, supercritical fluids). Application of alternative energy sources in catalytic reactions.	
59.	Biologiczna chemia nieorganiczna (PDW) Biological inorganic chemistry (Elective course)	<p>Metale w procesach biologicznych. Metale podstawowe i toksyczne. Relacje między właściwościami chemicznymi jonu metalu, strukturą jego kompleksów a funkcją biologiczną. Metaloproteiny. Metaloenzymy. Metale w biologii kwasów nukleinowych. Transport i magazynowanie (homeostaza) metali na przykładzie żelaza, miedzi i cynku. Rola jonów sodu i potasu w utrzymaniu potencjału błonowego i transmisji synaptycznej. Magnez i wapń w układach biologicznych. Cynk – kwas Lewisa i regulator kwasowości. Żelazo – element niezbędny do życia. Miedź – oddziaływania z ditlenem. Nikiel i kobalt – ewolucyjne relikty. Mangan – generowanie tlenu i detoksykacja. Molibden, wolfram, wanad i chrom – chemia i biochemia. Wybrane metody analizy metaloenzymów i kompleksów jonów metali z cząsteczkami o znaczeniu biologicznym. Metale w medycynie, wprowadzenie do chemii leków nieorganicznych.</p> <p>Metals in biological processes. Essential and toxic metal ions. Relations between chemical properties of metal ions, structure of their complexes and their biological functions. Metalloproteins. Metalloenzymes. Metals in biology of nucleic acids. Transport, storage and homeostasis of metal ions. Sodium and potassium—channels and pumps. Magnesium and calcium in biological systems. Zinc: Lewis acid and gene regulator. Iron: essential for almost all life. Copper: coping with dioxygen. Nickel and cobalt: evolutionary relics. Manganese: water splitting, oxygen atom donor. Molybdenum, tungsten, vanadium and chromium – chemistry and biochemistry. Selected methods of analysis of metal ions complexes with bio-ligands. Metals in medicine, introduction to chemistry of inorganic drugs.</p>	K_W01, K_W06
60.	Chemia białek (PDW) Protein chemistry (Elective course)	<p>Właściwości chemiczne aminokwasów. Struktury białek. Synteza peptydów i peptydomimetyków. Oczyszczanie i charakterystyka białek. Chemiczne i enzymatyczne modyfikacje białek. Wdrożenie metod prezentowanych na wykładzie do izolacji i analizy białek.</p> <p>Chemical properties of amino acids. Protein structures. Synthesis of peptides and peptidomimetics. Protein purification and characterization. Chemical and enzymatic modifications of proteins. Implementation of methods presented in the lecture. For protein isolation and analysis.</p>	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03
61.	Chemia bioorganiczna (PDW) Bioorganic chemistry (Elective course)	Cząsteczki o znaczeniu biologicznym: wiązania chemiczne i kształt cząsteczek organicznych, nukleotydy i kwasy nukleinowe, aminokwasy, peptydy i białka, węglowodany i lipidy, „Produkty naturalne” – metabolity wtórne. Aktywność biologiczna: ilościowe aspekty aktywności biologicznej, przykłady miejsc działania substancji aktywnych biolo-	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03

		<p>gicznie, cząsteczki oddziałujące z kwasami nukleinowymi, inhibitory enzymów i cząsteczki odpowiadające za oddziaływania z integrynami, projektowania związków aktywnych biologicznie. Izolacja produktów naturalnych ze źródeł biologicznych. Chemiczna i spektroskopowa charakterystyka związków organicznych. Metody chromatograficzne (TLC, chromatografia żelowa, HPLC). Chemia peptydów – synteza i analiza sekwencji.</p> <p>Molecules of Life: Chemical bonds and shape of organic molecules, Nucleotides and nucleic acids, amino acids, peptides and proteins, carbohydrates and lipids, „Natural Products” – secondary metabolites. Biological Activity: quantitative aspects of biological activity, examples of molecular targets: receptors, ion channels and their ligands, molecules interacting with nucleic acids, enzyme inhibitors and molecules interacting with proteins involved in cellular adhesion, designing of biologically active compounds. Isolation of natural products from biological sources. Chemical and spectroscopic characterization of organic compounds. Chromatographic methods: TLC, gel filtration, HPLC. Peptide chemistry: synthesis and sequence analysis.</p>	
62.	<p>Analityczne metody w badaniach dziedzictwa kulturowego (PDW)</p> <p>Analytical methods in cultural heritage research (Elective course)</p>	<p>Metodologia badań obiektów archeologicznych i dzieł sztuki stosowana w chemii konserwatorskiej. Metody i techniki fizykochemiczne spektroskopia podczerwona, Ramana, ATR, XRD, XRF, SEM-EDX, UV-VIS, radiografia cyfrowa i inne) stosowane w badaniach obiektów zabytkowych: materiałów malarskich takich jak pigmenty, barwniki i spoiwa; ceramiki i historycznych materiałów budowlanych; materiałów rękopiśmienniczych i papieru; metali i stopów; żywic naturalnych; drewna; minerałów; materiałów stosowanych w konserwacji. Procesy degradacji materiałów zabytkowych. Zagadnienia dotyczące badania autentyczności obiektów zabytkowych. Metody datowania obiektów zabytkowych (np. dendrochronologia, metody izotopowe, termoluminescencja, datowanie C14). Identyfikacja pochodzenia obiektów archeologicznych za pomocą badań fizykochemicznych. Badania pochodzenia minerałów i kamieni szlachetnych. Synteza historycznych pigmentów i farb. Opracowanie testów identyfikacyjnych dla otrzymanych farb oraz spoiw w oparciu o metody analizy jakościowej. Identyfikacja nieznanymi pigmentów i spoiw w oparciu o metody analizy jakościowej i spektrometrii Ramana. Identyfikacja materiałów zabytkowych za pomocą technik spektroskopowych – spektroskopia podczerwona, ATR, spektroskopia Ramana, SEM-EDS. Zapoznanie z zagadnieniami prawnymi i etycznymi związanymi z badaniami z zakresu chemii konserwatorskiej. Doskonalenie umiejętności pisania sprawozdań i opracowania danych uzyskanych z przeprowadzonych badań oraz poszukiwania informacji naukowej.</p> <p>Research methodology of archaeological objects and works of art used in conservation chemistry. Physical and chemical methods and techniques (infrared spectroscopy, Raman, ATR, XRD, XRF, SEM-EDX, UV-VIS, digital radiography and others) used in the study of historic objects: painting materials such as pigments, dyes and binders; ceramics and historical building materials; writing materials and paper; metals and alloys;</p>	<p>K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03</p>

	<p>natural resins; wood; minerals; maintenance materials. Degradation processes of historic materials. Issues related to the examination of the authenticity of historic objects. Methods of dating historic objects (e.g. dendrochronology, isotopic methods, thermoluminescence, C14 dating). Identification of the origin of archaeological objects using physicochemical tests. Research on the origin of minerals and precious stones. Synthesis of historical pigments and paints. Development of identification tests for the obtained paints and binders based on qualitative analysis methods. Identification of unknown pigments and binders based on the methods of qualitative analysis and Raman spectrometry. Identification of historic materials using spectroscopic techniques - infrared spectroscopy, ATR, Raman spectroscopy, SEM-EDS. Familiarization with legal and ethical issues related to research in the field of conservation chemistry. Improving the skills of writing reports and processing data obtained from conducted research and searching for scientific information.</p>	
--	---	--

6. Plan studiów

ROK I / SEMESTR I									
Przedmiot	O/F	Forma zajęć				Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot.
		W	S	L	Inne				
Zaawansowane metody eksperymentalne	O	90				90	E	8	Nauki chemiczne
Metody komputerowe w chemii II	O	15		30		45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Kurs BHP	O				4	4	Z	0	
Blok specjalnościowy I (przedmiot obowiązkowy dla wybranej specjalności)	O					135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
RAZEM						274	3E	29	
Specjalność chemia fizyczna : Praktyczne i teoretyczne podstawy pomiarów fizykochemicznych	O	60	15	60		135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność chemia organiczna : Współczesna synteza organiczna - teoria i praktyka	O	60	15	60		135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność chemia nieorganiczna i kataliza : Związki metali przejściowych w katalizie	O	45	15	75		135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność analityka instrumentalna : Analityka Instrumentalna I	O	45	30	60		135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne

Specjalność chemia materiałów dla nowoczesnych technologii: Zastosowania materiałów chemicznych	O	60	15	60		135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
--	---	----	----	----	--	-----	-------	----	-----------------

ROK I / SEMESTR II

Przedmiot	O/F	Forma zajęć			Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot.
		W	S	L				
Modelowanie molekularne	O	30	15	30	75	E/Z/Z	11	Nauki chemiczne
Lektorat B2+*	O		60		60	E	4*	
Blok specjalnościowy II (przedmiot obowiązkowy dla wybranej specjalności)	O				135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
RAZEM					270	3E	30	
Specjalność chemia fizyczna: Zastosowane techniki pomiarów fizykochemicznych	O	60	15	60	135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność chemia organiczna: Zaawansowana synteza i analiza spektroskopowa związków organicznych	O	30	15	90	135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność chemia nieorganiczna i kataliza: Struktura i reaktywność związków kompleksowych metali	O	45	15	75	135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność analityka instrumentalna: Analityka Instrumentalna II	O	30	15	90	135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne
Specjalność chemia materiałów dla nowoczesnych technologii: Wybrane zagadnienia z fizyki i chemii ciała stałego. Własności materiałów i metody badawcze	O	60	15	60	135	E/Z/Z	15	Nauki chemiczne

*Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, poziom B2+

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 1: 29

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 2:30

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 1: 274

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 2: 270

ROK II / SEMESTR III

Przedmiot	O/F	Forma zajęć			Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina do której odnosi się przedmiot.
		W	S	L				
Pracownia magisterska	O**						11	Nauki chemiczne
Przedmioty do wyboru z puli poniżej	F				180		21	
RAZEM					180	4E	32	
Biospektroskopia oscylacyjna	F	30		15	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Chemia kryminalistyczna	F	7	14	24	45	E/Z/Z	6	Nauki chemiczne
Chemia w archeologii i sztuce	F	30		15	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Chemometria	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Fotochemia stosowana	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Kataliza w ochronie środowiska	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Magnetyzm molekularny	F	30		15	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Metody dynamiki molekularnej ab initio	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Polimery w medycynie	F	15	15	15	45	E/Z/Z	6	Nauki chemiczne
Projektowanie materiałów luminescencyjnych	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Współczesne metody analiz	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Współczesne metody chromatograficzne	F	15		30	45	E/Z	6	Nauki chemiczne
Krystalografia	F	30		30	60	E/Z	6	Nauki chemiczne
Chemia pierwiastków f-elektronowych	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Fizykochemia dielektryków	F	15		15	30	E/Z	3	Nauki chemiczne
Kataliza z udziałem związków metali	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne

Oddziaływania molekularne	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Promieniowanie jonizujące w obrazowaniu medycznym	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Spektrometria mas	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Spektroskopia fluorescencyjna	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Zastosowanie spektroskopii EPR w nauce i w przemyśle	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Synteza organiczna na nośniku stałym	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Wprowadzenie do chemii supramolekularnej	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Współczesna synteza organiczna	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Współczesne techniki NMR w chemii organicznej	F	15	15		30	E/Z	3	Nauki chemiczne
Wybrane tematy medycyny molekularnej	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Zastosowania materiałów chemicznych	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne
Zastosowanie metod topologicznych w chemii	F	30			30	E	3	Nauki chemiczne

ROK II / SEMESTR IV

Przedmiot	O/F	Forma zajęć			Liczba godzin zajęć	Sposób weryfikacji	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot.
		W	S	L				
Seminarium magisterskie	O		30		30	Z	6	Nauki chemiczne
Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej	O	15			15	Z	2	Ekonomia i finanse/Nauki prawne
Pracownia magisterska**	O					Z	18	Nauki chemiczne
Komunikacja wizerunkowa/Nauka a popnauka w dyskursie medialnym*	F	30			30	Z	3	Nauki o komunikacji społecznej i mediach
RAZEM					75		29	

*jeden do wyboru

**Pracownia magisterska (eksperymentalny projekt badawczy) realizowana jest w wybranym Zespole badawczym. Projekt kończy się napisaniem pracy magisterskiej i jej obroną na egzaminie magisterskim.

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 3: 32
Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 4: 29/
Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 3: 180/
Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 4: 75/

Łączna liczba godzin w ciągu studiów: 799
Łączna liczba punktów ECTS: 120, z tego 57 ECTS z przedmiotów do wyboru (47,5 %)

SPECJALNOŚĆ : ZAAWANSOWANA SYNTEZA W CHEMII (W JĘZYKU ANGIELSKIM)
STUDY PLAN SPECIALITY: ADVANCED SYNTHESIS IN CHEMISTRY

ROK I / SEMESTR I									
YEAR OF STUDY: I / 1ST SEMESTER									
Przedmiot Course	O/F	Forma zajęć/ Course form				Liczba godzin zajęć/ No. of class hours	Sposób weryfikacji/ Assessment method	Punkty ECTS/ ECTS cred- its	Dyscyplina, do któ- rej odnosi się przedmiot/ Scientific disci- plines to which the course is related
		W	S	L	Inne				
Bezpieczeństwo w laboratorium chemicznym Safety in a chemical laboratory	O	15		15		30	E/Z	2	Nauki chemiczne Chemical sciences
Zaawansowana chemia organiczna (Blok I) Advanced organic chemistry (Block I)	O	90	30	75		195	E/Z/Z	17	Nauki chemiczne Chemical sciences
Kurs BHP Health and safety course	O				4	4	Z	0	
Przedmioty do wyboru I * Elective Courses I *	F					105	Z	10	Nauki chemiczne Chemical sciences
Język polski dla cudzoziemców** Polish for Foreigners**	O		30			30	Z		
RAZEM						364	2E	29	

*Przedmioty do wyboru z tabeli poniżej, z wykazem przedmiotów do wyboru. / Elective Courses from the Table below with a list of courses.

**Lektorat języka polskiego jest obowiązkowy wyłącznie dla cudzoziemców, zgodnie z odrębnymi regulacjami na UW. 5 punktów ECTS uzyskanych za jego zaliczenie nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganych do ukończenia studiów. / Polish course is obligatory for foreigners only, subject to separate University regulations. 5 ECTS credits gained for this course do not count for the total of 120 ECTS credits required to complete the curriculum and get the degree.

ROK I / SEMESTR II								
YEAR OF STUDY: I / 2ND SEMESTER								
Przedmiot Course	O/F	Forma zajęć/ Course form			Liczba godzin zajęć/ No. of class hours	Sposób weryfi- kacji/ Assessment method	Punkty ECTS/ ECTS cred- its	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot/ Scientific disciplines to which the course is related
		W	S	L				
Zaawansowana chemia nieorganiczna (Blok II) Advanced inorganic chemistry (Block II)*	O	60	45	90	195	E/Z/Z	17	Nauki chemiczne Chemical sciences
Modelowanie molekularne Molecular modeling	O	20	15	30	65	E/Z/Z	9	Nauki chemiczne Chemical sciences
Język polski dla cudzoziemców** Polish for Foreigners**	O		30		30	E	5**	
Lektorat/ Language course***	F		60		60	E	4***	
RAZEM					350	4E	30	

**Lektorat języka polskiego jest obowiązkowy wyłącznie dla cudzoziemców, zgodnie z odrębnymi regulacjami na UW. 5 punktów ECTS uzyskanych za jego zaliczenie nie wlicza się do puli 120 punktów ECTS wymaganych do ukończenia studiów./ Polish course is obligatory for foreigners only, subject to separate University regulations. 5 ECTS credits gained for this course do not count for the total of 120 ECTS credits required to complete the curriculum and get the degree.

***Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, poziom B2+

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 1: 29/ Total number of ECTS credits , 1st Semester: 29

Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 2:32/ Total number of ECTS credits , 2nd Semester: 30

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 1: 345/ Total number of hours of classes, 1st Semester: 364

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 2: 320/ Total number of hours of classes, 2nd Semester: 350

ROK II / SEMESTR III								
YEAR OF STUDY: II / 3RD SEMESTER								
Przedmiot Course	O/F	Forma zajęć/ Course form			Liczba godzin zajęć/ No. of class hours	Sposób weryfi- kacji/ Assessment method	Punkty ECTS/ ECTS cred- its	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot/ Scientific disciplines to which the course is related
		W	S	L				
Pracownia magisterska*** Master's Degree Project	O						17	Nauki chemiczne Chemical sciences
Przedmioty do wyboru II* Elective Courses II*	F				150	E	14	Nauki chemiczne Chemical sciences
RAZEM					150	1E	31	

*Przedmioty do wyboru z tabeli poniżej / Elective Courses from the Table below

***Student realizuje projekt magisterski przez dwa semestry, w jednej z grup badawczych wydziału. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona. Projekt kończy się napisaniem pracy magisterskiej i jej obroną na egzaminie magisterskim / Upon choosing the topic of his/her Master thesis, the student carries out the Master's Degree Project in one of the research groups at the Faculty. The number of class hours is project-specific, and hence, remains undefined. The project ends with the writing of a

master's thesis and its defense at the master's exam.

ROK II / SEMESTR IV								
YEAR OF STUDY: II / 4TH SEMESTER								
Przedmiot Course	O/F	Forma zajęć/ Course form			Liczba godzin zajęć/ No. of class hours	Sposób weryfi- kacji/ Assessment method	Punkty ECTS/ ECTS cred- its	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot/ Scientific disciplines to which the course is related
		W	S	L				
Przedsiębiorczość I ochrona własności intelektualnej Entrepreneurship and protection of intellectual pro- perty	O	15			15	E	2	Ekonomia i finanse/Nauki prawne Economics and fi- nance/Law
Komunikacja, wolność słowa i inne prawa i wolności człowieka w demokratycznym społeczeństwie Communication, speech freedom and other human rights and freedoms in democratic society	O	30			30	Z	3	Nauki o komunikacji społecznej i mediach Communication and media studies
Pracownia magisterska *** Master's Degree Project	O					Z	19	Nauki chemiczne Chemical sciences
Seminarium magisterskie Master's Seminar	O		30		30	Z	6	Nauki chemiczne Chemical sciences
RAZEM					75	1E	30	

*** Student realizuje projekt magisterski przez dwa semestry, w jednej z grup badawczych wydziału. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona. Projekt kończy się napisaniem pracy magisterskiej i jej obroną na egzaminie magisterskim. / Upon choosing the topic of his/her Master thesis, the student carries out the Master's Degree Project in one of the research groups at the Faculty. The number of class hours is project-specific, and hence, remains undefined. The project ends with the writing of a master's thesis and its defense at the master's exam.

Przedmioty do wyboru I i II* Elective Courses I and II*	F	Forma zajęć/ Course form			Liczba godzin zajęć/ No. of class hours	Sposób weryfi- kacji/ Assessment method	Punkty ECTS/ ECTS cred- its	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot/ Scientific disciplines to which the course is related
		W	S	L				
Chemia kombinatoryczna Combinatorial chemistry	F	15		30	45	Z	4	Nauki chemiczne Chemical sciences
Zastosowanie materiałów chemicznych The use of chemical materials	F	30			30	Z	3	Nauki chemiczne Chemical sciences
Komputerowe projektowanie i modelowanie nowych materiałów Computer design and modeling of new materials	F	30		15	45	Z	4	Nauki chemiczne Chemical sciences
Chemia w działaniu: pomysły i zastosowania Chemistry in action: ideas and applications	F	45			45	Z	4	Nauki chemiczne Chemical sciences
Kataliza i zielona chemia Catalysis and green chemistry	F	15		45	60	Z	6	Nauki chemiczne Chemical sciences
Biologiczna chemia nieorganiczna Biological inorganic chemistry	F	30			30	Z	3	Nauki chemiczne Chemical sciences

Chemia bioorganiczna Bioorganic chemistry	F	15		15	30	Z	3	Nauki chemiczne Chemical sciences
Chemia białek Protein chemistry	F	15		15	30	Z	3	Nauki chemiczne Chemical sciences
Magnetyzm molekularny Molecular magnetism	F	15		15	30	Z	3	Nauki chemiczne Chemical sciences
Analityczne metody w badaniach dziedzictwa kulturowego Analytical methods in cultural heritage research	F	30		15	45	Z	4	Nauki chemiczne Chemical sciences

OBJAŚNIENIA/ EXPLANATIONS

O/F Charakter przedmiotu: O – obowiązkowy, F – fakultatywny
O/F Character of the course: O – mandatory, F – elective

Forma zajęć: W – wykład, L – laboratorium, S – seminarium, K – konwersatorium
Course form: W – lecture, L – laboratory, S, K – seminar.

Sposób weryfikacji: E – egzamin, Z – zaliczenie na ocenę.
Assessment method: E – exam, Z – passing with grade.

Łączna liczba punktów ECTS, semestr 3: 30/ Total number of ECTS credits , 3rd Semester: 31

Łączna liczba punktów ECTS, semestr 4: 29/ Total number of ECTS credits , 4th Semester: 30

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 3: 150/ Total number of hours of classes, 3rd Semester: 150

Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 4: 75 / Total number of hours of classes, 4th Semester: 75

Łączna liczba godzin w ciągu studiów: 939/ Total number of hours during studies: 935

Łączna liczba punktów ECTS w ciągu studiów: 120, z tego 63 ECTS z przedmiotów do wyboru (52,5 %) / Total number of ECTS credits: 120, including 63 ECTS in electives (52.5%)