

Kierunek chemia studia stacjonarne: plan studiów, [treści programowe](#), [efekty uczenia się](#)

ROK STUDIÓW: I											
SEMESTR: PIERWSZY											
Nazwa przedmiotu/zajęć	O/W/OzW	Forma zajęć Liczba godzin zajęć						Sposób weryfikacji efektów uczenia się	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia
		W	S	L	K	Inne	Suma				
Zaawansowane metody eksperymentalne	O	90					90	E	6	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Metody komputerowe w chemii II	O	15		30			45	E/Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Szkolenie BHP	O					4	4	Z	0		Dział Bezpieczeństwa Higieny Pracy i Ochrony Przeciwpożarowej UWr
Metodologia pracy badawczej	O					100	100	Zo	8	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Blok specjalnościowy I (przedmiot obowiązkowy dla wybranej specjalności)	OzW						135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							374	3E	30		
Specjalność chemia fizyczna: Praktyczne i teoretyczne podstawy pomiarów fizykochemicznych	O	60	15	60			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Specjalność chemia organiczna: Współczesna synteza organiczna - teoria i praktyka	O	60	15	60			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność chemia nieorganiczna i kataliza: Związki metali przejściowych w katalizie	O	45	15	75			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność analityka instrumentalna: Analityka instrumentalna I	O	45	30	60			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność chemia materiałów dla nowoczesnych technologii: Zastosowania materiałów chemicznych	O	60	15	60			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii

ROK STUDIÓW: I

SEMESTR: DRUGI

Nazwa przedmiotu/zajęć	O/W/OzW	Forma zajęć Liczba godzin zajęć						Sposób weryfikacji efektów uczenia się	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia
		W	S	L	K	Inne	Suma				
Modelowanie molekularne	O	30	15	30			75	E/Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Lektorat języka obcego*	OzW					60	60	E	4		Studium Praktycznej Nauki Języka Obcego
Blok specjalnościowy II (przedmiot obowiązkowy dla wybranej specjalności)	OzW						135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Pracownia magisterska **	OzW							Zo	10	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							270	3E	31		
Specjalność chemia fizyczna: Zaawansowane techniki pomiarów fizykochemicznych	O	60	15	60			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność chemia organiczna: Zaawansowana synteza i analiza spektroskopowa związków organicznych	O	30	15	90			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność chemia nieorganiczna i kataliza: Struktura i reaktywność związków kompleksowych metali	O	45	15	75			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność analityka instrumentalna: Analityka instrumentalna II	O	30	15	90			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Specjalność chemia materiałów dla nowoczesnych technologii: Wybrane zagadnienia z fizyki i chemii ciała stałego	O	60	15	60			135	E/Zo/Zo	12	nauki chemiczne	Wydział Chemii

ROK STUDIÓW: II											
SEMESTR: TRZECI											
Nazwa przedmiotu/zajęć	O/W/OzW	Forma zajęć Liczba godzin zajęć						Sposób weryfikacji efektów uczenia się	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia
		W	S	L	K	Inne	Suma				
Pracownia magisterska **	OzW							Zo	10	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Przedmioty do wyboru z puli poniżej	W						240		22	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							240	2E	32		
<i>Przedmioty do wyboru</i>											
Biospektroskopia oscylacyjna	W	30		15			45	Zo/Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemia kryminalistyczna	W	7	14	24			45	Zo /Zo/Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemia w archeologii i sztuce	W	30		15			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemometria	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Fotochemia stosowana	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Kataliza w ochronie środowiska	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Magnetyzm molekularny	W	30		15			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Metody dynamiki molekularnej ab initio	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Polimery w medycynie	W	15	15	15			45	Zo /Zo/Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Projektowanie materiałów luminescencyjnych	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Współczesne metody analiz	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Współczesne metody chromatograficzne	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Krystalografia	W	15		30			45	Zo /Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemia pierwiastków f-elektronowych	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Fizykochemia dielektryków	W	15		15			30	E/Zo	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Oddziaływania molekularne	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Promieniowanie jonizujące w obrazowaniu medycznym	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Spektrometria mas	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Spektroskopia fluorescencyjna	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Zastosowanie spektroskopii EPR w nauce i w przemyśle	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Synteza organiczna na nośniku stałym	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemia supramolekularna	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Współczesne techniki NMR w chemii organicznej	W	15	15				30	E/Zo	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Wybrane tematy medycyny molekularnej	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Zastosowanie metod topologicznych w chemii	W	30					30	E	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii

ROK STUDIÓW: II											
SEMESTR: CZWARTY											
Nazwa przedmiotu/zajęć	O/W/OzW	Forma zajęć Liczba godzin zajęć						Sposób weryfikacji efektów uczenia się	Punkty ECTS	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia
		W	S	L	K	Inne	Suma				
Seminarium magisterskie	O		30				30	Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej	O	15					15	Zo	2	ekonomia i finanse/nauki prawne	Wydział Chemii
Pracownia magisterska ** i przygotowanie do egzaminu magisterskiego	OzW							E	18	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Komunikacja wizerunkowa/Nauka a popnauka w dyskursie medialnym***	OzW	30					30	Zo	3	nauki o komunikacji społecznej i mediach	Wydział Komunikacji Społecznej i Mediów
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							75	1E	27		

* Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, poziom B2+. ** W ramach pracowni magisterskiej student realizuje projekt magisterski przez trzy semestry, w jednej z grup badawczych wydziału. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona (szacunkowo łączny nakład pracy studenta to 250 godzin na semestr) Projekt kończy się napisaniem pracy magisterskiej i jej obroną na egzaminie magisterskim.

*** Jeden przedmiot do wyboru.

Liczba godzin w ciągu studiów: 959

Liczba punktów ECTS: 120, z tego 91 ECTS z przedmiotów do wyboru (75,8 %)

OBJAŚNIENIA

Charakter przedmiotu: O - obowiązkowy, W - do wyboru, OzW - obowiązkowy z wyborem – (na przykład przedmioty, którym sumarycznie przypisano punkty ECTS w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym kierunku i poziomie studiów). Przedmioty ogólnouczone – BHP, lektorat języka obcego, wf, lektorat języka polskiego – należy wpisać do tabeli z planem studiów.

Formy realizacji zajęć: W – wykład, S – seminarium, L – laboratorium, K – konwersatorium, Inne – kurs on-line, lektorat. **Sposoby**

weryfikacji efektów uczenia się: E – egzamin, Zo – zaliczenie z oceną, Z – zaliczenie.

Specjalność w języku angielskim ZAAWANSOWANA SYNTEZA W CHEMII/ speciality: ADVANCED SYNTHESIS IN CHEMISTRY

plan studiów/Study plan, [treści programowe](#)/ Curriculum content, [efekty uczenia się](#)/learning outcomes

ROK STUDIÓW/YEAR OF STUDY: I											
SEMESTR/SEMESTER: PIERWSZY/FIRST											
Nazwa przedmiotu/zajęć Name of the subject/course	O/W/OzW	Forma zajęć/ Form of course Liczba godzin zajęć/Number of class hours						Sposób weryfikacji efektów uczenia się Way to verify learning outcomes	Punkty ECTS ECTS credits	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot The discipline(s) to which the course relates	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia Organizational unit conducting the course
		W	S	L	K	Inne Other	Suma Total				
Bezpieczeństwo w laboratorium chemicznym Safety in a chemical laboratory	O	15		15			30	E/Zo	3	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Zaawansowana chemia organiczna (Blok I) Advanced organic chemistry (Block I)	O	90	30	75			195	E/Zo/Zo	17	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry

Szkolenie BHP Health and safety course	O					4	4	Z	0		Dział Bezpieczeństwa Higieny pracy i Ochrony Przeciwpożarowej UWr Department of Occupational Health and Safety and Fire Protection
Przedmioty do wyboru I * Elective Courses I *	W						105	Zo	10	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Język polski dla cudzoziemców** Polish for Foreigners**	O					30	30	Zo	0		Szkoła Języka Polskiego i Kultury dla Cudzoziemców School of Polish Language and Culture for Foreigners
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS TOTAL of class hours/ECTS points							364	2E	30		

ROK STUDIÓW/YEAR OF STUDY: I
SEMESTR/SEMESTER: DRUGI/SECOND

Nazwa przedmiotu/zajęć Name of the subject/course	O/W/OzW	Forma zajęć/ Form of course Liczba godzin zajęć/Number of class hours						Sposób weryfikacji efektów uczenia się Way to verify learning outcomes	Punkty ECTS credits	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot The discipline(s) to which the course relates	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia Organizational unit conducting the course
		W	S	L	K	Inne Other	Suma Total				
Zaawansowana chemia nieorganiczna (Blok II) Advanced inorganic chemistry (Block II)	O	60	45	90			195	E/Zo/Zo	17	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Modelowanie molekularne Molecular modelling	O	20	15	30			65	E/Zo/Zo	7	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Język polski dla cudzoziemców** Polish for Foreigners**	O					30	30	E	5**		Szkoła Języka Polskiego i Kultury dla Cudzoziemców School of Polish Language and Culture for Foreigners
Lektorat języka obcego Foreign language course***	OzW***					60	60	E	4***		Studium Praktycznej Nauki Języka Obcego Foreign Languages Centre
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS TOTAL of class hours/ECTS points							350	4E	28/33**		

ROK STUDIÓW/YEAR OF STUDY: II											
SEMESTR/SEMESTER: TRZECI/THIRD											
Nazwa przedmiotu/zajęć Name of the subject/course	O/W/OzW	Forma zajęć/ Form of course Liczba godzin zajęć/Number of class hours						Sposób weryfikacji uczenia się Way to verify learning outcomes	Punkty ECTS ECTS credits	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot The discipline(s) to which the course relates	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia Organizational unit conducting the course
		W	S	L	K	Inne Other	Suma Total				
Pracownia magisterska **** Master's Degree Project****	OzW								16	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Przedmioty do wyboru II* Elective Courses II*	W						180	Zo	16	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS TOTAL of class hours/ECTS points							180		32		

ROK STUDIÓW/YEAR OF STUDY: II											
SEMESTR/SEMESTER: CZWARTY/FOURTH											
Nazwa przedmiotu/zajęć Name of the subject/course	O/W/OzW	Forma zajęć/ Form of course Liczba godzin zajęć/Number of class hours						Sposób weryfikacji efektów uczenia się Way to verify learning outcomes	Punkty ECTS ECTS credits	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot The discipline(s) to which the course relates	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia Organizational unit conducting the course
		W	S	L	K	Inne Other	Suma Total				
Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej Entrepreneurship and protection of intellectual property	O	15					15	E	2	ekonomia i finanse/nauki prawne economics and finance/law	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
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	Zo	3	nauki o komunikacji społecznej i mediach communication and media studies	Wydział Komunikacji Społecznej i Mediów Faculty of Social Communication and Media
Pracownia magisterska i przygotowanie do egzaminu magisterskiego **** Master's Degree Project and preparation for the master's exam ****	OzW							E	21	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Seminarium magisterskie Master's Seminar	O		30				30	Zo	4	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS TOTAL of class hours/ECTS points							75	2E	30		

Nazwa przedmiotu do wyboru I i II* Name of elective courses I and II*	W	Forma zajęć/ Form of course Liczba godzin zajęć/Number of class hours						Sposób weryfikacji efektów uczenia się Way to verify learning outcomes	Punkty ECTS ECTS credits	Dyscyplina, do której odnosi się przedmiot The discipline(s) to which the course relates	Jednostka organizacyjna realizująca zajęcia Organizational unit conducting the course
		W	S	L	K	Inne Other	Suma Total				
Chemia kombinatoryczna Combinatorial chemistry	W	15		30			45	Zo/Zo	4	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Zastosowanie materiałów chemicznych Applications of chemical materials	W	30					30	Zo/Zo	3	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Komputerowe projektowanie i modelowanie nowych materiałów Computer design and modeling of new materials	W	30		15			45	Zo/Zo	4	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Chemia w działaniu: pomysły i zastosowania Chemistry in action: ideas and applications	W	45					45	Zo/Zo	4	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Kataliza i zielona chemia Catalysis and green chemistry	W	15		45			60	Zo/Zo	6	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Biologiczna chemia nieorganiczna Biological inorganic chemistry	W	30					30	Zo/Zo	3	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Chemia bioorganiczna Bioorganic chemistry	W	15		15			30	Zo/Zo	3	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Chemia białek Protein chemistry	W	15		15			30	Zo/Zo	3	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry

Chemia kryminalistyczna Forensic chemistry	W	7	14	24			45	Zo/Zo/Zo	4	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Magnetyzm molekularny Molecular magnetism	W	15		15			30	Zo/Zo	3	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry
Metody analityczne w badaniach dziedzictwa kulturowego Analytical methods in cultural heritage research	W	30		15			45	Zo/Zo	4	nauki chemiczne chemical sciences	Wydział Chemii Faculty of Chemistry

* Przedmioty do wyboru z tabeli z wykazem przedmiotów do wyboru, poniżej. Przedmioty do wyboru, proponowane w semestrze pierwszym ((I) i trzecim (II) / Elective Courses from the Table below with a list of courses. Elective Courses offered in the first semester (I) and third semester (II)

** 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+/ Modern language elective, B2+ level.

**** W ramach pracowni magisterskiej 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 (szacunkowo łączny nakład pracy studenta to 400 godzin na semestr). / Upon choosing the topic of 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 (estimated total student workload is 400 hours per semester).

Liczba godzin w ciągu studiów: 969/ Total number of hours during studies: 969

Liczba punktów ECTS w ciągu studiów: 120, z tego 67 ECTS z przedmiotów do wyboru (55,8%) / Total number of ECTS credits: 120, including 67 ECTS in electives (55,8%)

OBJAŚNIENIA/ EXPLANATIONS

Charakter przedmiotu / Character of the course: O - obowiązkowy/mandatory , W - do wyboru/elective, OzW - obowiązkowy z wyborem / mandatory with choice – (na przykład przedmioty, którym sumarycznie przypisano punkty ECTS w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym kierunku i poziomie studiów).

Forma zajęć / Course form: W – wykład/lecture, S – seminarium/seminar, L - laboratorium /laboratory, K – konwersatorium/ conversion course, Inne/Other – kurs on-line, lektorat online course, lectorate.

Sposoby weryfikacji efektów uczenia się/ Ways of verification of learning outcomes: E - egzamin / exam, Zo – zaliczenie na ocenę/ passing with grade, Z- zaliczenie/pass.

Treści programowe/ Curriculum content

l.p.	Nazwa przedmiotu Name of the course	Treści programowe Curriculum content	Przypisane do przedmiotu kierunkowe efekty uczenia się Course-assigned directional learning outcomes
1.	Szkolenie BHP Health and safety course	Podstawowe pojęcia dotyczące bhp. Czynniki szkodliwe dla zdrowia lub uciążliwe występujące podczas zajęć studenckich. Treść rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 5 lipca 2007 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w szkołach wyższych. Postępowanie w razie zaistnienia wypadku. Podstawowe zasady udzielania pierwszej pomocy. Zagrożenia bhp i ppoż. występujące w miejscu nauki. Przyczyny powstawania i rozprzestrzeniania się pożarów. Podstawowe obowiązki i zadania wynikające z przepisów w zakresie zapobiegania pożarom i na wypadek powstania pożaru. Zasady stosowania i umiejętności posługiwania się sprzętem i urządzeniami pożarniczymi. Basic concepts of occupational health and safety. Harmful or burdensome factors affecting health that may occur during student activities. Content of the Regulation of the Minister of Science and Higher Education of 5 July 2007 on occupational health and safety in higher education institutions. Procedures in the event of an accident. Basic principles of first aid. Occupational health and fire safety hazards present in the place of study. Causes of fire outbreaks and fire spread. Basic duties and responsibilities arising from fire prevention regulations and procedures in case of fire. Principles of use and ability to operate firefighting equipment and device.	K_W07
2.	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

3.	Metody komputerowe w chemii II	Numeryczna analiza danych: macierze, wyznaczniki, układy równań liniowych (cramerowskich 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
4.	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 cieczech. Techniki pomiaru zespolonej przenikalności elektrycznej; metody statyczne, dynamiczne, analiza fourierowska, metoda timedomain. 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_W05 K_U02, K_U05

5.	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 wydzielania produktów syntez organicznych. Specjalne techniki 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.	K_W01, K_W03, K_W05, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03 K_K02, K_K03, K_K04, K_K05
----	--	--	--

6.	Związki metali przejściowych w katalizie	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. Metody syntezy i budowa związków metaloorganicznych, karbonylków metali, kompleksów wodorkowych oraz związków z wiązaniem metalmetal. Korelacja struktury z reaktywnością związków kompleksowych metali. Podstawowe pojęcia z zakresu katalizy. Elementarne etapy reakcji katalitycznych i cykl katalityczny. Mechanizmy reakcji katalizowanych przez kompleksy metali. Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i nanokataliza. Zastosowanie reakcji katalitycznych w przemysłowej syntezie organicznej. Laboratorium 1. Synteza związków metaloorganicznych, kompleksów chelatowych i wielordzeniowych. 2. Synteza związków chemicznych w warunkach beztlenowych i bezwodnych, synteza z użyciem mikrofal, metod solwotermalnych i mechanochemicznych. 3. Przykłady reakcji katalizowanych związkami metali. Charakterystyka strukturalna otrzymanych związków metodami fizykochemicznymi.	K_W01, K_W03, K_W06, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05
7.	Analityka instrumentalna I	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). Odsprzęganie, 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	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

		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 chromatograficzne: Podział i charakterystyka poszczególnych technik chromatograficznych z uwzględnieniem technik SPE, HPLC i GC, stosowanych w analityce. Wpływ ważniejszych parametrów układu oraz warunków rozdziału na retencję. Zasada doboru odpowiednich detektorów i kolumn w analityce. Specjalne techniki chromatograficzne, stosowane w analizie materiałów biologicznych, próbek środowiskowych, leków i żywności (derywatyzacja, 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 (ICPAES). Lasery - podstawy działania i zastosowanie w spektroskopii atomowej. Fluorescencyjna analiza rentgenowska - podstawy fizyczne, WDXRF, EDXRF, metoda całkowitego odbicia, metoda ϕ-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.	
--	--	---	--

8.	Zastosowania materiałów chemicznych	Omówienie właściwości materiałów ferroicznych (głównie ferroelektryków i ferroelastyków). Przedstawienie głównych metod badawczych do charakteryzowania kryształów ferroicznych. Opis teoretyczny związany z energią swobodną kryształów - model Landaua 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 analiza aktualnych kierunków badawczych, istotnych z punktu widzenia chemika. Spektroskopia EPR ciała stałego - możliwości jej wykorzystania dla charakteryzowania i wyjaśnienia właściwości materiałów. Otrzymywanie i wykorzystanie materiałów miękkich, takich jak polimery, ciekłe kryształy, układy supramolekularne. Metody otrzymywania ciekłych kryształów oraz współczesne dziedziny ich wykorzystania. Zastosowanie metod dielektrycznych do badań ciała stałego. Relaksacja dielektryczna w monokryształach. Efekt piroelektryczny w monokryształach siarczany tryglicyny. Obserwacja i analiza pętli histerezy dielektrycznej. Obserwacja domen ferroelastycznych. Elementy syntezy materiałów optycznych. Synteza zol-żel. Badania spektroskopowe materiałów.	K_W01, K_W03, K_W05 K_U02, K_U03
9.	Zaawansowane 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. Miękkie materiały. Ciekłe kryształy, klasyfikacje, właściwości, synteza. Metody pomiarowe stosowane we współczesnych laboratoriach analitycznych, naukowych i przemysłowych: Chronopotencjometria,	K_W03, K_W04, K_W05 K_U02, K_U05

		Chronoamperometria, Cykliczna woltametria, 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.	
10.	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

11.	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 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. 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
12.	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 (woltametria cykliczna, woltametria z falą prostokątną) do oznaczeń analitycznych. Metody elektrochemiczne stosowane w analizie śladowej (metody różnicowe impulsowe, anodowa	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

		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.	
13.	Wybrane zagadnienia z fizyki i chemii ciała stałego	Dynamika sieci krystalicznej. Półprzewodniki – rodzaje i charakterystyka, model pasmowy ciała stałego. Metody otrzymywania i oczyszczania monokryształów. Wybrane elektroniczne elementy półprzewodnikowe. Dielektryki i ferroelektryki, ferroiki. Nadprzewodnictwo. Ciała niekrystaliczne, 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 i opracowanie w formie pisemnej na zadany temat.	K_W01, K_W03, K_W05 K_U02, K_U03
14.	Metodologia pracy badawczej	Przedmiot ma na celu przygotowanie studenta do samodzielnej pracy badawczej poprzez uczestnictwo w rzeczywistym procesie badawczym realizowanym w Zespole Badawczym. Studenci poznają metody formułowania problemu badawczego, prowadzenia przeglądu literatury, planowania i organizacji badań, a także dokumentowania ich wyników.	K_W01, K_W04, K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_K01, K_K03

		Przedmiot jest wprowadzeniem do pracowni magisterskiej i stanowi przygotowanie metodologiczne i organizacyjne do realizacji pracy magisterskiej. Kształcenie odbywa się poprzez: indywidualną pracę studenta z wybranym opiekunem naukowym w ramach zespołu badawczego, uczestnictwo w spotkaniach zespołów badawczych – seminariach zespołowych, dyskusjach projektowych, konsultacjach, opracowanie i prezentację wstępnej koncepcji pracy magisterskiej, naukowe wdrażanie się w metodologię badań prowadzonych w danym zespole – poznanie stosowanych metod, narzędzi analitycznych, praktyk laboratoryjnych. Zajęcia mają charakter mentoringowy i projektowy, ukierunkowany na przygotowanie studenta do świadomego wejścia w proces badawczy i zaplanowania swojej pracy magisterskiej już od kolejnego semestru.	
15.	Komunikacja wizerunkowa	Definicja proces komunikowania: wyznaczniki pragmatyczne, strukturalne, językowe. Typologia komunikacji – komunikowanie interpersonalne bezpośrednie, 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, K_W12
16.	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 scjentyistyczna. 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 mózgów. Kim jest ekspert? Kultura ekspertów na przykładzie	K_W11, K_W12

		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?	
17.	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 konformacyjnego części hydrofobowej błony, stopnia uwodnienia części polarnej i interfazy 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.	K_W01 K_U01, K_U02
18.	Chemia w archeologii i sztuce	Metodologia badań obiektów archeologicznych i dzieł sztuki stosowana w chemii konserwatorskiej. Metody i techniki fizykochemiczne (spektroskopia w podczerwieni, Ramana, ATR, XRD, XRF, SEM-EDX, UVVIS, 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.	K_W01, K_W04, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05, K_U07 K_K01, K_K02, K_K05

		Identyfikacja nieznanymi pigmentów i spoiw w oparciu o metody analizy jakościowej i spektroskopii 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.	
19.	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
20.	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 lekami. 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	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U02, K_U03, K_U04 K_K02, K_K03, K_K06

		sztucznej. Określenie optymalnych warunków syntezy fotochemicznej nanocząstek złota i srebra ze złomu elektronicznego. Zastosowanie reakcji fotopolimeryzacji w procesach odwzorowywania obrazów (obwodów drukowanych).	
21.	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 heterogenizowanej i enzymatycznej w zastosowania 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, SO₂, 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 TiO₂, zastosowanie procesów fotokatalitycznych do oczyszczania 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 UVVis. 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.	K_W01, K_W03 K_U01, K_U02 K_K01, K_K02, K_K04

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 symulacji właściwości spektroskopowych. Pakiet obliczeniowy CPMD (wprowadzenie do programu i zastosowanie do podstawowych badań reaktywności).	K_W02, K_W04, K_W09 K_U02, K_U03, K_U05, K_U08 K_K01
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, aktywowana termicznie opóźniona fluorescencja (TADF) (mechanizm, zalety, zastosowanie), emisja indukowana agregacją (podstawy zjawiska, zastosowania), właściwości fotoluminescencyjne kropek kwantowych. Parametry	K_W01, K_W03, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05 K_K05

		charakteryzujące materiały luminescencyjne (luminofory) oraz sposoby ich wyznaczania metodami spektroskopowymi. Jakie 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, TADF. 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).	
25.	Współczesne metody analiz	Metody przygotowania próbek rzeczywistych do analizy. Rodzaje mikroskopów stosowane w analityce. Zastosowanie mikroskopii ramanowskiej do badania dzieł sztuki. Analiza aktywacyjna 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 żywnościowych, napojach i odżywkach, karmie dla zwierząt, lekach, witaminach, rudach i minerałach, stopach, katalizatorach.	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U02, K_U05 K_K02
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	K_W01, K_W03, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K04, K_K05

		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 derywatyzacji 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 derywatyzacji 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 derywatyzowanych pochodnych aminokwasów dla elucji izokratycznej i gradientowej. Walidacja wybranych parametrów metody analitycznej wykorzystującej HPLC.	
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 atomowy i czynniki 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.	K_W02, K_W04, K_W05 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K03

		Otrzymywanie kryształów. Bazy danych krystalograficznych: baza organiczna (CSD) i nieorganiczna (ICSD). Elektronografia, neutronografia a rentgenografia. Wiązania atomowe, jonowe, 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. Pomiary intensywności wiązek ugiętych na dyfraktometrze monokrystalicznym. Morfologia kryształu, wybór kryształu, wyznaczanie gęstości. Wyznaczanie grupy dyfrakcyjnej. Rozwiązywanie i udokładnianie struktury krystalicznej.	
28.	Chemia pierwiastków f-elektronowych	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	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

29.	Fizykochemia dielektryków	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 moment 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	KW_01 K_U01, K_U05
-----	---	--	-----------------------

		relaksacji dielektrycznej: model dyfuzyjny Debye'a, model Wirtza, model Andersona, model Eyringa, model Glaruma, model fluktuacyjny Andersona- Ullmana. Rozkład czasów relaksacji wg. Fohlicha.	
30.	Oddziaływania molekularne	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.	K_W01, K_W03, K_W04 K_U02, K_U03, K_U04
31.	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
32.	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

33.	Spektroskopia fluorescencyjna	Podstawowe definicje i podstawy fizyczne fluorescencji. Aparatura do spektroskopii fluorescencyjnej. Przeprowadzanie pomiaru i analiza danych. Fluorofory. Pomiary w domenie 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
34.	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	K_W01, K_W05 K_U01, K_U02 K_K01

		związków kompleksowych metali, rodników, w biologii, biochemii, biofizyce i geologii, w tym zastosowanie trwałych rodników – znaczników, sond i wygaszaczy spinowych oraz pułapek spinowych.	
35.	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. Oslony 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
36.	Chemia supramolekularna	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

37.	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 jądrowa, 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
38.	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 patogenezы chorób na poziomie cząsteczkowym; Charakterystyka chemicznych aspektów mechanizmów patogenezы wybranych chorób na poziomie molekularnym, tj. podstawowych cząsteczek i struktur komórkowych (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.	K_W01, K_W06 K_U03, K_U05, K_U07 K_K05, K_K04
39.	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	K_W01, K_W06 K_U01

		topologicznej analizy funkcji ELF i ELI-D. Topologiczna definicja polarności wiązania.	
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 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. 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.	K_W01, K_W07 K_K01
46.	Zaawansowana chemia organiczna (Blok I) Advanced organic chemistry (Block I)	<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	K_W01, K_W03, K_W05, K_W07 K_U01, K_U03, K_U07, K_U08 K_K02, K_K03, K_K04

		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. <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 rękawicowa 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. <u>Metody analityczne w chemii organicznej:</u> Spektroskopia NMR. Spektrometria mas. Inne techniki analityczne wykorzystywane w chemii organicznej. <u>Laboratorium:</u> Przygotowanie reagentów i rozpuszczalników, niezbędne do dalszej pracy w ramach pracowni: przeprowadzenie destylacji przy ograniczonym dostępie wilgoci i 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 „<i>bulb-to-bulb</i>”. <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. <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. <u>Analytical methods in organic chemistry</u>: NMR spectroscopy. Mass spectrometry. Other analytical methods useful in organic chemistry <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 highboiling solvents and separation of mixtures (high vac and bulb-to bulb technique). Variety of chromatographic procedures will be also presented.	
--	--	--	--

47.	Zaawansowana chemia nieorganiczna (Blok II) Advanced inorganic chemistry (Block II)	<u>Wykład, seminarium</u>: Podstawowe teorie opisujące wiązania metal-węgiel. Otrzymywanie, charakterystyka i zastosowanie związków metaloorganicznych. Kompleksy wodorkowe i karbonylowe metali. Elementarne etapy reakcji katalitycznych. Mechanizmy reakcji katalitycznych. Korelacja struktura-reaktywność. Zastosowanie reakcji katalitycznych 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 bioinorganicznej, 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 nieorganicznoorganiczne. 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. <u>Laboratorium</u>: Wykonanie syntez związków kompleksowych w warunkach beztlenowych i z wykorzystaniem zaawansowanych technik laboratoryjnych. Charakterystyka strukturalna otrzymanych związków metodami fizykochemicznymi. <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.	K_W01, K_W07 K_U01, K_U02, K_U05, K_U08, K_U09 K_K03
-----	---	---	---

		Zeolites and their inorganic-organic analogues. Covalent organic frameworks. Isorecticular 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. <u>Laboratory</u>: Preparation of selected coordination compounds under inert atmosphere with the use of advanced laboratory techniques. Physicochemical characterization of obtained compounds.	
48.	Lektorat języka obcego Foreign Language course	Zasoby leksykalno-gramatyczne języka odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Lexical and grammatical resources of the language corresponding to proficiency at level B2+ of the Common European Framework of Reference for Languages.	K_U07
49.	Język polski dla cudzoziemców (studia w języku angielskim) Polish for Foreigners (studies in English)	Zasób słownictwa oraz zasady gramatyczne 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 modelling	Metody mechaniki klasycznej, pola siłowe. 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 rozpuszczalnikowy jawny i metody ciągłego ośrodka). Zastosowanie metod chemii kwantowej w spektroskopii molekularnej. Badania układów molekularnych za pomocą metod Monte Carlo. Badania właściwości dynamicznych układów molekularnych – metody dynamiki molekularnej (klasycznej, opartej na polu siłowym, i ab initio). Chemia eksperymentalna wspomagana metodami obliczeniowymi i AI. Projektowanie związków i reakcji chemicznych w oparciu o metody	K_W03, K_W04, K_W06 K_U01, K_U02, K_U05, K_U09 K_K01, K_K02

		chemii obliczeniowej i AI. Narzędzia cheminformatyczne i bazy danych - czyli AI w praktyce. Classical mechanics methods, 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, modelling of the chemical reaction path. Modelling of the structure and properties of molecular systems in the gas phase and solution (explicit solvation model and polarizable continuum methods). Application of quantum chemistry methods in molecular spectroscopy. 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 fields, and ab initio MD). Experimental chemistry supported by computational methods and AI. Design of chemical compounds and reactions based on computational chemistry methods and AI. Cheminformatics tools and databases - AI in practice.	
51.	Pracownia magisterska łącznie z przygotowaniem do egzaminu dyplomowego Master's Degree Project including preparation for the diploma exam	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. 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.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W04, K_W05, K_W07 K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_U05, K_U06, K_U09 K_K01, K_K03, K_K04

52.	<u>Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej</u> <u>Entrepreneurship and intellectual property protection</u>	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. 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.	K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_K03, K_K04
53.	<u>Komunikacja, wolność słowa i inne prawa i wolności człowieka w demokratycznym społeczeństwie</u> Communication, speech freedom and other human rights and freedoms in democratic society	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. 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.	K_W12
54.	<u>Seminarium magisterskie</u> <u>Master's Seminar</u>	Zagadnienia z chemii w zakresie zatwierdzonych tematów prac magisterskich. Tematyka jest związana z profilem Zespołu Badawczego. Studenci przedstawiają prezentacje-projektu z przeglądu literaturowego i wyników swojej pracy badawczej oraz przedstawiają swoją pracę magisterską. Issues in chemistry in the field of approved thesis topics. The subject matter is related to the profile of the Research Team. Students present presentations-projects from the literature review, the results of their research work and present their master's thesis	K_W01, K_W06, K_U02, K_U04, K_U03, K_U05, K_U06 K_K01, K_K02, K_K03, K_K04

55.	Chemia kombinatoryczna Combinatorial chemistry	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. 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.	K_W04 K_U04
-----	---	--	----------------

56.	Zastosowania materiałów chemicznych Applications of chemical materials	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
57.	Komputerowe projektowanie i modelowanie nowych materiałów Computer design and modelling of new materials	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 kwantowochemicznej topologii analizy natury wiązań chemicznych: atomy w molekułach (AIM) funkcja lokalizacji elektronu (ELF). Obliczenia elektronowych stanów wzbudzonych – metody CI i DTDFT (struktura i właściwości). Teoria oddziaływań międzycząsteczkowych – analiza składowych energii. Modelowanie nowych materiałów bazujących na fulerenach i grafenie. Projektowanie nowych leków – podejście QSAR. General aspects of molecular modelling. Molecular mechanics (MM)	K_W04 K_U03, K_U04 K_K04

		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 DTDFT 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.	
58.	Chemia w działaniu: pomysły i zastosowania Chemistry in action: ideas and applications	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. 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	K_W01, K_W06

59.	Kataliza i zielona chemia Catalysis and green chemistry	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 rozdzielenia katalizatora od produktów reakcji. Phenomenon of catalysis, elementary steps of catalytic reactions. Mechanism of catalytic reaction and methods used in mechanistic studies. Evaluation of catalytic activity and 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.	K_W01, K_W03, K_W06 K_U01, K_U02, K_U03 K_K02
60.	Biologiczna chemia nieorganiczna Biological inorganic chemistry	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. 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	K_W01, K_W06

		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.	
61.	Chemia bioorganiczna Bioorganic chemistry	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 biologicznie, cząsteczki oddziałujące z kwasami nukleinowymi, inhibitory enzymów i cząsteczki odpowiadające za oddziaływanie 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. 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.	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03
62.	Chemia białek Protein chemistry	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. 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.	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03

63.	Chemia kryminalistyczna Forensic chemistry	Chemia kryminalistyczna – historia i rozwój. Metody analityczne stosowane w chemii kryminalistycznej. Pojęcie i definicja „śladu 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 podpaień i skutków pożarów. Raportowanie wyników analiz kryminalistycznych. Praktyczne zastosowanie metod chemicznych w analizie materiału dowodowego. Ocena wiarygodności uzyskanych wyników. Forensic chemistry: history and methods. Analytical methods in forensic chemistry. Material evidence and biological traces. Toxic substances and their metabolism. Detection and identification of psychoactive substances. Fingerprints, blood traces, analysis of hair and fibres. GSR and arson analysis. Methods of examining traces and remains after the use of firearms and explosives, the problem of terrorism. Technical examination of documents of so-called "white collar" crimes. Problems of determining the age of coatings on documents. Methods of examining arson and the effects of fires. Reporting the results of forensic analyses. Practical application of chemical methods in the analysis of evidence. Assessment of the credibility of the obtained results.	K_W01, K_W03, K_W07, K_W08 K_U01, K_U02, K_U03, K_U05 K_K01, K_K02, K_K05
64.	Magnetyzm molekularny Molecular magnetism	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	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03

		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 magnetism: nanomaterials, microprocessors, computer memory, medical diagnostics. Research on natural and synthetic biosystems. Occurrence and role of magnets in organisms.	
65.	Metody analityczne w badaniach dziedzictwa kulturowego Analytical methods in cultural heritage research	Metodologia badań obiektów archeologicznych i dzieł sztuki stosowana w chemii konserwatorskiej. Metody i techniki fizykochemiczne (spektroskopia podczerwona, Ramana, ATR, XRD, XRF, SEM-EDX, UVVIS, 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 nieznanych pigmentów i spoiw w oparciu o metody analizy jakościowej i spektrometrii Ramana. Identyfikacja materiałów zabytkowych za pomocą technik spektroskopowych – spektroskopia	K_W01, K_W05, K_W06 K_U01, K_U04 K_K01, K_K03

		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. 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; 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.	
--	--	--	--

KIERUNEK/ FIELD OF STUDY: Chemia/Chemistry		
DYSCYPLINY NAUKOWE/ SCIENTIFIC DISCIPLINES: Nauki chemiczne (100%) /Chemical sciences (100%)		
POZIOM KSZTAŁCENIA/ LEVEL OF EDUCATION: 7 PRK		
PROFIL KSZTAŁCENIA/ PROFILE OF EDUCATION: Ogólnoakademicki/Academic profile		
EFEKTY UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU/ LEARNING OUTCOMES FOR THE FIELD OF STUDY		
Symbol efektu uczenia się dla programu studiów/ Symbol of the learning outcomes for the study programme	Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku/ Upon completion of the second-cycle studies at the field of study Chemia/Chemistry absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie/ the graduate will obtain learning outcomes in the following areas:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK / Reference to the second-cycle PRK characteristics
WIEDZA/ KNOWLEDGE		
K_W01	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie chemii, zna koncepcje i teorie chemiczne i ich znaczenie dla rozwoju nauk ścisłych possesses in-depth 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, za pomocą, której opisuje i analizuje zjawiska fizyczne i procesy chemiczne o dużym poziomie złożoności demonstrates higher mathematical knowledge allowing to describe and analyze physical phenomena and chemical processes of high complexity	P7S_WG
K_W03	dysponuje pogłębioną wiedzą z zakresu metod eksperymentalnych umożliwiających rozwiązywanie problemów chemicznych demonstrates in-depth knowledge of experimental methods that enable solving chemical problems	P7S_WG
K_W04	zna w stopniu pogłębionym techniki informatyczne i metody obliczeniowe stosowane do analizy problemów z obszaru chemii demonstrates in-depth knowledge of IT and computational methods used to analyze problems in the field of chemistry	P7S_WG

K_W05	dysponuje pogłębioną wiedzą w zakresie budowy, funkcjonowania i zastosowania wybranej aparatury kontrolno-pomiarowej demonstrates in-depth knowledge of the construction, operation and application of selected control and measurement equipment	P7S_WG
K_W06	zna najnowsze odkrycia i aktualne trendy rozwoju w zakresie nauk chemicznych is familiar with the latest discoveries and current development trends in the field of chemical sciences	P7S_WG
K_W07	posiada aktualną wiedzę z zakresu zasad bezpiecznej pracy w stopniu umożliwiającym odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w praktyce badawczej i zawodowej demonstrates up-to-date knowledge of the principles of health and safety regulations to a degree that enables responsible use of acquired knowledge in research and professional practice	P7S_WK
K_W08	zna aktualne aspekty prawne i etyczne związane z działalnością zawodową, naukową i edukacyjną is familiar with the current legal and ethical aspects related to professional, scientific and educational activities	P7S_WK
K_W09	rozumie zasady i aspekty prawne związane ochroną własności przemysłowej i zna system informacji patentowej understands the principles and legal aspects related to the protection of industrial property and is familiar with the patent information system	P7S_WK
K_W10	zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, z uwzględnieniem, obszaru nowoczesnych technologii is familiar with the basic principles of creating and developing forms of individual entrepreneurship, taking into account the area of modern technologies	P7S_WK
K_W11	zna zasady tworzenia form indywidualnego rozwoju zawodowego w branży chemicznej is familiar with the principles of creating forms of individual professional development in the chemical industry	P7S_WK

K_W12	ma rozszerzoną wiedzę o człowieku jako twórcy kultury, pogłębioną w odniesieniu do wybranych obszarów aktywności człowieka, zna fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji demonstrates extended knowledge of men as a creators of culture, deepened in relation to selected areas of human activity, knows the fundamental dilemmas of modern civilization	P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI/ SKILLS		
K_U01	potrafi planować i wykonać badania eksperymentalne do analizy i rozwiązywania złożonych problemów chemicznych is able to plan and carry out experimental research to analyse and solve complex chemical problems	P7S_UW
K_U02	potrafi stosować zdobytą wiedzę do opisu i oceny wyników badań i procesów chemicznych is able to use acquired knowledge to describe and evaluate the results of research and chemical processes	P7S_UW
K_U03	potrafi posługiwać się odpowiednimi bazami danych i literaturą specjalistyczną w celu poszukiwania i weryfikacji informacji naukowych w obszarze chemii is able to use appropriate databases and specialist literature to search for and verify scientific information in the field of chemistry	P7S_UW
K_U04	potrafi stosować wiedzę z obszaru chemii do rozwiązywania problemów interdyscyplinarnych z wykorzystaniem metod eksperymentalnych i obliczeniowych is able to apply knowledge from the field of chemistry to solve interdisciplinary problems using experimental and computational methods	P7S_UW
K_U05	przedstawia w sposób zaawansowany wyniki i analizę badań, prowadzi debatę i dyskutuje aktualne zagadnienia z obszaru chemii w języku polskim i angielskim presents, in advanced manner, results and analysis of research, leads the debate and discusses current issues in the field of chemistry forms in Polish and English	P7S_UK
K_U06	posiada umiejętność opracowania i prezentacji aktualnych zagadnień z zakresu chemii, komunikuje się z różnymi grupami odbiorców has the ability to develop and present current issues in the field of chemistry, communicates with various audiences	P7S_UK

K_U07	posługuje się językiem obcym na poziomie B2+ określonym dla Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Presents language skills described by B2+ specifications of Common European Framework of Reference (CEFR)	P7S_UK
K_U08	potrafi podnosić swoje kompetencje zawodowe oraz organizować proces uczenia się is able to improve professional competences and organize the learning process	P7S_UU
K_U09	posiada umiejętność kierowania pracą zespołu i realizacji powierzonych zadań indywidualnych i grupowych has the ability to manage team work and carry out assigned individual and group tasks	P7S_UO
KOMPETENCJE SPOŁECZNE/ SOCIAL SKILLS		
K_K01	jest gotów do rozwiązywania problemów związanych z pracą zawodową chemika, inicjowania działań na rzecz interesu publicznego, związanych z bezpieczeństwem chemicznym i ochroną środowiska is ready to solve problems related to the professional work of a chemist, initiate activities for the public interest related to chemical safety and environmental protection	P7S_KO
K_K02	jest krytyczny wobec posiadanej wiedzy, rozumie jej znaczenie w rozwiązywaniu problemów i w sytuacjach skomplikowanych zasięga opinii ekspertów z zakresu chemii, promuje postawę naukową, odróżnia teorie naukowe od poglądów pseudonaukowych is critical of the acquired knowledge, understands its importance in solving problems and in complicated situations seeks the opinion of experts in the field of chemistry, promotes a scientific attitude, distinguishes scientific theories from pseudoscientific views	P7S_KK
K_K03	jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, przestrzegania zasad etyki zawodowej i rozwijania dorobku zawodowego chemika 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	jest gotów do pozyskiwania funduszy na działalność inwestycyjną w obszarze chemii, myśli i działa w sposób przedsiębiorczy is ready to raise funds for investment activities in the field of chemistry, thinks and acts in an entrepreneurial manner	P7S_KO

Objaśnienie symboli/ Explanation of symbols

PRK – Polska Rama Kwalifikacji/ Polish Qualifications Framework

P6S_WG/P7S_WG – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 i 7 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji/ code of qualification description component for level 6 and 7 in the second-cycle characteristics of Polish Qualifications Framework

K_W - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie wiedzy/ directional learning outcomes in terms of knowledge

K_U - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie umiejętności/ directional learning outcomes in terms of skills

K_K - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych/ directional learning outcomes in terms of social skills

01, 02, 03 i kolejne/ and following - kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się/ the number of the specific learning outcome