

Kierunek chemia studia niestacjonarne: 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	L	S	K	Inne	Suma				
Szkolenie BHP	O					4	4	Z			Dział Bezpieczeństwa Higieny Pracy i Ochrony Przeciwpożarowej
Budowa cząsteczek i modele teoretyczne spektroskopii molekularnej	O	25			15		40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Modelowanie molekularne	O	25	15				40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Techniki hybrydowe (chromatografia+MS)	O	10	10		20		40	Zo/Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Elektrochemia i elektroanaliza	O	12	18		10		40	Zo/Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Analiza danych eksperymentalnych	O	16	24				40	Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Przedmioty do wyboru PDW I*	OzW						40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							244	3E	30		

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	L	S	K	Inne	Suma				
Spektroskopia molekularna (IR+UV-Vis)	O	19	21				40	Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Metody rezonansowe (EPR+NMR)	O	15	18		7		40	Zo/Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemometria	O	10	30				40	Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Lektorat języka obcego **	OzW					30	30	Zo	0		Studium Praktycznej Nauki Języka Obcego
Przedmioty do wyboru PDW I*	OzW						80	E/Zo	10	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							230	2E	25		
PDW I											
Zastosowanie metod klasycznych oraz hybrydowych w chemii obliczeniowej	W	30	10				40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Metody dynamiki molekularnej ab initio	W	15	25				40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Podstawy budowy superkomputerów i systemów operacyjnych	W	15	25				40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Komputerowe metody projektowania związków aktywnych biologicznie	W	15	25				40	E/Zo	5	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	L	S	K	Inne	Suma				
Podstawy uczenia maszynowego	O	30	30		15		75	E/Zo/Zo	9	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Pracownia magisterska***	OzW							Zo	6	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Lektorat języka obcego**	OzW					30	30	E	4		Studium Praktycznej Nauki Języka Obcego
Przedmioty do wyboru-PDWII*	OzW						120		15	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							225	5E	34		
PDW II											
Wybrane zagadnienia technologii chemicznej	W	20			20		40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Metody analityczne w badaniach dziedzictwa kulturowego	W	28	8		4		40	E/Zo/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Biospektroskopia	W	25			15		40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Chemia produktów naturalnych	W	20			20		40	E/Zo	5	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Podstawy krystalografii	W	15	15		10		40	E/Zo/Zo	5	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	L	S	K	Inne	Suma				
AI w chemii	O	10			10		20	Zo/Zo	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej	O	15					15	Zo	2	ekonomia i finanse/nauki prawne	Wydział Chemii
Seminarium magisterskie	O			30			30	Zo	4	nauki chemiczne	Wydział Chemii
Pracownia magisterska*** i przygotowanie do egzaminu magisterskiego	OzW							E	19	nauki chemiczne	Wydział Chemii

Przedmiot do wyboru - PDW III*	OzW	30					30	Zo	3	nauki chemiczne	Wydział Chemii
SUMA godzin zajęć/punktów ECTS							95	1E	31		
PDW III											
Komunikacja wizerunkowa	W	30					30	Zo	3	nauki o komunikacji społecznej i mediach	Wydział Komunikacji Społecznej i Mediów
Nauka a popnauka w dyskursie medialnym	W	30					30	Zo	3	nauki o komunikacji społecznej i mediach	Wydział Komunikacji Społecznej i Mediów

* Przedmioty do wyboru.

PDW I - w semestrze pierwszym (do wyboru min. 1 przedmiot - 40 godz., 5 ECTS) i drugim (do wyboru dwa przedmioty - 80 godz., 10 ECTS). PDW

II – wybór 3 przedmiotów z koszyka PDW II.

PDW III – wybór 1 przedmiotu z koszyka PDW III.

** Lektorat języka obcego w wymiarze 60 godz. z języka nowożytnego (4 ECTS), rozliczany jest do końca 3 semestru, wymagania określone na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.

*** 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. Projekt kończy się napisaniem pracy magisterskiej i jej obroną na egzaminie magisterskim.

Student realizuje projekt magisterski przez dwa semestry, w jednej z grup badawczych Wydziału. Liczba godzin zajęć związanych z realizacją projektu zależy od jego specyfiki i dlatego pozostaje nieokreślona. Projekt kończy się napisaniem pracy magisterskiej i jej obroną na egzaminie magisterskim.

Liczba godzin w ciągu studiów: 794

Liczba punktów ECTS w ciągu studiów: 120, z tego 62 ECTS z przedmiotów do wyboru (51,6%)

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 ogólnouczelniane – BHP, lektorat języka obcego, wf, lektorat języka polskiego – należy wpisać do tabeli z planem studiów.

Formy 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.

Treści programowe

l.p.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	Przypisane do przedmiotu kierunkowe efekty uczenia się
1.	Szkolenie BHP	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.	K_W07
2.	Budowa cząsteczek i metody teoretyczne spektroskopii molekularnej	Wprowadzenie do zagadnień symetrii molekuł – podstawy teorii grup punktowych; Elementy symetrii i operacje symetrii; Grupy punktowe; Określanie grup punktowych cząsteczki; Klasy i generatory; Reprezentacje grup. Jakościowy opis wiązań chemicznych w prostych cząsteczkach nieorganicznych oraz jednordzeniowych związkach nieorganicznych metali przejściowych – teoria pola krystalicznego; Symetria cząsteczki a symetria orbitali molekularnych. Symetria cząsteczek a drgania cząsteczek; Symetria drgań normalnych; Tabele charakterów. Zastosowania teorii grup w spektroskopii oscylacyjnej; Przykłady określania teoretycznej struktury widma; Przykłady badania struktury cząsteczek na podstawie ich widm IR oraz Ramana. Teoria orbitali molekularnych; Opis wiązania w jonie H ₂ ⁺ ; Wiązania w cząsteczkach dwuatomowych; Hybrydyzacja; Orbitale zlokalizowane i zdelokalizowane; Promienie atomowe, długości wiązań, energie wiązań; Związki metali przejściowych – teoria pola ligandów. Widma elektronowe; Mechanizmy poszerzenia pasm. Koncepcja powierzchni energii potencjalnej cząsteczki; Przybliżenie Borna-Oppenheimera; Energia molekuly. Struktura cząsteczki a widma rotacyjne. Reguły wyboru przejść optycznych; Rachunek zaburzeń zależny od czasu; Złota	K_W01, K_W02, K_W03, K_U02

		reguła Fermiego; Spin a przejścia spektroskopowe; Siła oscylatora; Moment przejścia.	
3.	Modelowanie molekularne	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 chemii obliczeniowej i AI. Narzędzia cheminformatyczne i bazy danych - czyli AI w praktyce.	K_W03, K_W04, K_W06 K_U01, K_U02, K_U05, K_U09 K_K01, K_K02
4.	Techniki hybrydowe (chromatografia+MS)	<u>Wykład:</u> Wstęp do technik separacyjnych (rozdzielenie składników próbki) i spektrometrii mas (identyfikacja i oznaczanie analitów). Chromatograficzne techniki separacyjne - porównanie chromatografii ciekłowej i gazowej - rodzaje faz ruchomych i stacjonarnych i ich wpływ na rozdzielenie składników próbki. Widma mas i ich interpretacja - biblioteki widm. Metody jonizacji - możliwości i skutki ich zastosowania (EI, CI, ESI, APCI, MALDI, ICP). Analizatory mas - porównanie sposobu pracy, uzyskiwanej rozdzielczości i dokładności, spektrometria tandemowa. Metody przygotowania próbek - liofilizacja, ekstrakcja, derywatyzacja, zastosowanie enzymów. Analiza ilościowa - efekt matrycy, zastosowanie wzorców wzbogacanych izotopowo, walidacja metod analitycznych. Specyfika i wymagania sprzętowe technik łączonych (GC-MS, GCxGC-MS, 2DGC-MS, LC-MS, EC-MS, CE-MS), tandemowa spektrometria mas, wysokorozdzielcza spektrometria mas. Identyfikacja związków w spektrometrii mas, analiza ilościowa, bazy danych. 6. Seminarium: 1. Praktyczna analiza widm masowych i chromatogramów. 2. Analiza widm fragmentacyjnych. 3. Interpretacja wyników analiz. K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02

		<u>Laboratorium</u>: Przeprowadzenie analizy jakościowej wybranych związków chemicznych (dobór techniki jonizacji, określenie parametrów pomiaru, przygotowanie próbki do analizy). Analiza składu chemicznego modelowych związków za pomocą tandemowej spektrometrii mas. Analiza jakościowa i ilościowa technikami LC-MS i GC-MS. Zastosowanie techniki sprzężonej CE-MS w generowaniu i identyfikacji produktów przemian redox wybranych ksenobiotyków.	
5.	<u>Elektrochemia i elektroanaliza</u>	<u>Metody elektrochemiczne magazynowania energii</u>. Elektrochemiczne magazynowanie energii: elektrochemiczne źródła energii, ogniwo elektrochemiczne, ładowanie i rozładowanie baterii, rozwój koncepcji baterii elektrochemicznych. <u>Korozja</u>. Korozja elektrochemiczna metali, termodynamika i stabilność metali, wykresy potencjał-pH, zastosowania i nadużycia. Pasywacja - natura warstwy pasywnej, struktura filmu pasywnego, metody pasywacji, depasywacja, korozja lokalna i atmosferyczna. <u>Ogniwa paliwowe</u>. Podstawowe zasady działania ogniw, reakcje, typy ogniw, przetwarzanie paliwa, inżynieria systemowa, zastosowania. <u>Elektrokataliza</u>, Kataliza chemiczna i elektrokataliza, elektrokataliza katodowa i anodowa, elektrokataliza i efekty adsorpcji, mechanizm elektrokatalizy. Biokataliza, enzymy, immobilizacja, praktyczne zastosowanie enzymów jako elektrod. <u>Elektrochemia zorientowana na środowisko i czujniki elektrochemiczne</u>. Elektrochemia rozszczepiania wody, superelektrolizery, fotoelektrochemiczny rozszczep wody, produkcja wodoru słonecznego, usuwanie odpadów. Elektrochemiczna dekontaminacja gleby. Czujniki elektrochemiczne: czujniki oparte na enzymach, biosensory powinowactwa, czujniki gazu. Metody przygotowania próbek rzeczywistych do analizy metodami elektrochemicznymi. Oznaczanie elektroanalityczne składników podstawowych i śladowych w następujących grupach substancji złożonych (próbek rzeczywistych): produktach żywnościowych, napojach i odżywkach, lekach, witaminach, rudach i minerałach, stopach.	K_W01, K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02.

6.	Analiza danych eksperymentalnych	<u>Statystyczna analiza danych eksperymentalnych</u>: rozkład normalny, rozkład studenta, statystyka opisowa, analiza statystyczna powtarzanych pomiarów, testowanie hipotez, testy istotności, regresja liniowa, jakość pomiarów analitycznych, metody kalibracji w analizie instrumentalnej, analiza błędów pomiarowych. <u>Numeryczna analiza danych eksperymentalnych</u>: całkowanie danych dyskretnych i funkcji, różniczkowanie danych dyskretnych, interpolacja, aproksymacja, szukanie minimów i maksimów dla danych dyskretnych i funkcji, rozkład złożonych obwiedni spektralnych.	K_W02, K_W04, K_U01, K_U02
7.	Spektroskopia molekularna (IR+UV-Vis)	<u>IR Wykład</u>: Metody spektroskopii oscylacyjnej w zakresie średniej i bliskiej podczerwieni. Spektroskopia IR, Ramana oraz ich odpowiedniki chiralne VCD i ROA. Metody opisu, analiz i interpretacji otrzymanych spektroskopowych danych eksperymentalnych dla wybranych cząsteczek organicznych w fazie gazowej, ciekłej oraz izolowanych w systemach niskotemperaturowych. Synergiczne zastosowanie metod spektroskopii oscylacyjnej wspomaganej obliczeniami kwantowochemicznymi do określania struktury konformacyjnej cząsteczek o aktywności biologicznej. <u>Laboratorium</u>: Analiza jakościowa składników aktywnych leku poprzez wyizolowanie poszczególnych komponentów aktywnych stosując różne warunki ekstrakcji. Identyfikacja wyekstrahowanych składników aktywnych leku za pomocą spektroskopii w podczerwieni. Ocena metody ekstrakcji i rozdzielania. <u>UV-Vis Wykład</u>: Metody molekularnej spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej w zakresie UV-Vis. Spektrofotometryczne układy podwójne i potrójne. Spektrofotometria pochodna, zasada i prawa metody, techniki pomiaru wartości pochodnej, eliminacja błędów oznaczeń, zalety i wady metody, zastosowanie. Fluorescencja opóźniona, fluorescencja ekscymerowa i ekscypleksowa, fluorescencja dualna. Wpływ struktury i środowiska na fluorescencję. Międzymolekularne przeniesienie energii. Kinetyka luminescencji. Chromotropizm, w tym luminescencyjny. Zastosowanie laserów w spektrometrii molekularnej. Niepewność związana z przyrządem pomiarowym, błąd wyznaczania stężenia. <u>Laboratorium</u>: Spektrofotometryczne oznaczanie soli alkalicznych różnych form leków metodą dodatku wzorca oraz wyznaczanie stałej dysocjacji chemicznych wskaźników pH. Oznaczanie składu preparatów farmaceutycznych techniką spektrofotometrii pochodnej.	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02

		Termochromizm luminescencyjny na przykładzie związków koordynacyjnych Cu(I).	
8.	Metody rezonansowe (EPR+NMR)	<u>EPR</u>: Spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego EPR. Przedstawienie teorii najważniejszych oddziaływań (hamiltonian spinowy). Zasady spektroskopii fali ciągłej EPR – CW EPR. Widma izotropowe i anizotropowe. Parametry widm EPR. Zasady interpretacji widm EPR: widma centrów paramagnetycznych w roztworach ciekłych i stałych, w proszkach i kryształach, w ośrodkach wywołujących pośredni stopień immobilizacji. Metody badania rodników nietrwałych. Podstawy budowy spektrometrów EPR, czułość techniki. Zastosowania metody EPR w badaniach naukowych i przemyśle. <u>NMR</u>: Podstawy spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego. Parametry widma jednowymiarowego. Widma dwuwymiarowe w analizie związków organicznych i metaloorganicznych. Przygotowanie próbek NMR, wzorce. Podstawowe parametry pomiaru i obróbki danych NMR. Analiza widm 1- i 2-wymiarowych NMR. Identyfikacja związku na podstawie zestawu widm NMR. Analiza mieszanin na podstawie widm NMR (ilościowa i jakościowa)	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02
9.	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 częściowych najmniejszych kwadratów (PLS), sieci neuronowe (NN).	K_W03, K_W04 K_U02, K_U05
10.	Lektorat języka obcego	Zasoby leksykalno-gramatyczne języka odpowiadające biegłości na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	K_U07
PDWI			
11.	Zastosowanie metod klasycznych oraz hybrydowych w chemii obliczeniowej	Dynamika klasyczna, od Newtona do Hamiltona. Algorytmy klasycznej dynamiki molekularnej. Opis oddziaływań bliskiego i dalekiego zasięgu. Idea i rodzaje pól siłowych, parametryzacja. Elementy termodynamiki statystycznej w kontekście dynamiki molekularnej, zespoły statystyczne. Idea metod hybrydowych (QM/MM). Schematy różnicowe, addytywne. Dokowanie molekularne i problem znalezienia optymalnej pozycji liganda w miejscu wiążącym. Omówienie zastosowań metod klasycznych, QM/MM	K_W02, K_W04, K_U02, K_U03

		oraz dokowania molekularnego. Nauka korzystania z wybranych pakietów przeznaczonych do dokowania molekularnego i dynamiki molekularnej. Projekt zaliczeniowy: dokowanie molekularne oraz dynamika molekularna dla wybranego układu chemicznego. Omówienie projektów i etapów przygotowania białka/liganda do właściwej symulacji.	
12.	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
13.	Podstawy budowy superkomputerów i systemów operacyjnych	Podstawy budowy komputera i superkomputera. Podstawy pracy z systemem operacyjnym GNU/Linux. Platformy HPC - budowa klastrów komputerowych, superkomputerów. Systemy kolejkowania, korzystanie z zasobów obliczeniowych HPC. Praca w środowisku wielu użytkowników, uprawnienia dot. dostępu do plików i folderów oraz kodeks dobrego postępowania. Omówienie wybranych fragmentów dokumentacji dot. omawianego oprogramowania kwantowo-chemicznego. Omówienie różnic między oprogramowaniem komercyjnym i ogólnodostępnym (tzw. open-source). Zastosowanie wybranych programów i bibliotek do przeprowadzania analiz otrzymanych wyników z symulacji kwantowochemicznych.	K_W02, K_W04, K_U02, K_U03
14.	Komputerowe metody projektowania związków aktywnych biologicznie	Wprowadzenie do strategii poszukiwania związków aktywnych biologicznie. Bazy danych i narzędzia cheminformacyjne wykorzystywane w projektowaniu związków aktywnych biologicznie. Podstawy chemii obliczeniowej. Projektowanie związków w oparciu o związek wiodący, elementy uczenia maszynowego. Oddziaływania ligand – cel molekularny. Makroukłady jako cele molekularne.	K_W02, K_W04, K_U02, K_U03
15.	Podstawy uczenia maszynowego	Podstawowe konstrukcje w języku Python. Podstawy programowania obiektowego w języku Python. Podstawy wybranych bibliotek Pythona przydatnych w zastosowaniach naukowych i analizie danych: m.in. SciPy, NumPy, Pandas, Matplotlib. Podstawy systemu kontroli wersji git. Optymalizacja kodu. Przykładowe projekty. Uczenie nadzorowane. Regresja liniowa jednej i wielu zmiennych. Regresja logistyczna. Algorytm K najbliższych sąsiadów. Metoda	K_W02, K_W04, K_U02, K_U03

		wektorów nośnych. Algorytmy drzew decyzyjnych. Perceptron wielowarstwowy i sieci głębokie. Zaawansowane architektury sztucznych sieci neuronowych. Zastosowanie metod uczenia nienadzorowanego oraz charakterystyka podstawowych algorytmów (m.in. k-średnich, DBSCAN, analiza głównych składowych). Implementacja algorytmów przy zastosowaniu języka programowania Python - biblioteki scikit learn, Keras, PyTorch. Zastosowanie w kontekście nauk chemicznych (dane strukturalne, właściwości molekularne, aktywność biologiczna), biblioteka RDKit. Przedstawienie działania algorytmów na wybranych zbiorach danych. Omówienie przykładowych projektów.	
16.	Pracownia magisterska łącznie z przygotowaniem do egzaminu dyplomowego	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.	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
PDWII			
17.	Wybrane zagadnienia technologii chemicznej	Projektowanie procesów technologicznych, transfer koncepcji chemicznej z badań projektowych do wdrożenia produkcji w przemyśle. Przegląd ważniejszych technologii chemicznych przemysłu nieorganicznego i syntez organicznych. Chemia i technologia polimerów. Ekologiczne materiały polimerowe. Technologie obiegu zamkniętego, koncepcja zrównoważonego rozwoju, metoda LCA. Gospodarka cyrkularna, przykłady recyklingu, upcyclingu materiałów polimerowych. Wybrane zagadnienia technologii/biotechnologii w ochronie środowiska i syntezy bioproduktów.	K_W01, K_W02, K_W03, K_U02
18.	Metody analityczne w badaniach dziedzictwa kulturowego	Rozwój badań archeometrycznych i dziedzictwa kulturowego. Materiały malarskie: pigmenty, barwniki i spoiwa - właściwości fizyczne i chemiczne. Fizyczne i chemiczne źródła barwy. Monitorowanie zmian barwy. Nieinwazyjne i inwazyjne metody oraz techniki analityczne stosowane w obszarze badań dziedzictwa kulturowego: metody obrazowania: fotografia VIS, fotografia i reflektografia IR, fluorescencja UV, radiografia cyfrowa (X-ray); obrazowanie hiperspektralne; spektroskopia fluorescencji rentgenowskiej (XRF), makro XRF, mikroskopia optyczna, SEM-EDX, spektroskopia Ramana, spektroskopia FT-IR, ATR, XRD, spektroskopia UV-Vis. Zagadnienia związane z analizą	K_W01, K_W03 K_W06, K_W07, K_U01, K_U02, K_U03, K_U04, K_K01, K_K02

		materiałową materiałów rękopiśmienniczych. Metody datowania obiektów zabytkowych (np. dendrochronologia, metody izotopowe, termoluminescencja, datowanie C14). Badania autentyczności malarstwa sztalugowego. Zastosowanie metod analitycznych w badaniach pochodzenia obiektów archeologicznych np. ceramiki, bursztynowych żywic kopalnych, obiektów metalowych. Nieinwazyjna analiza minerałów, kamieni szlachetnych oraz ich imitacji. Przygotowanie raportów - opracowanie wyników przeprowadzonych badań oraz rezultatów poszukiwania informacji naukowej. Zagadnienia prawne i etyczne dotyczących badań obiektów zabytkowych.	
19.	Biospektroskopia	Metody spektroskopowe w badaniu struktur białek, lipidów, kwasów nukleinowych i cukrów. Wpływ czynników zewnętrznych takich jak temperatury, pH, składu rozpuszczalnika, stopnia uwodnienia, podstawienia izotopowego H/D, itd. na właściwości strukturalne biomolekuł i wzajemne oddziaływania w bioukładach. Metody opisu, analiz i interpretacji otrzymanych spektroskopowych danych eksperymentalnych dla badanych bioukładów.	K_W02, K_W03, K_U02, K_K01
20.	Chemia produktów naturalnych	<u>Wykład</u>: Pojęcie i definicja produktów naturalnych. Metabolizm pierwotny i wtórny. Mechanizmy najważniejszych reakcji metabolicznych. Metody badania dróg biosyntezy produktów naturalnych. Metabolity: „aktywnego octanu”. Metabolity kwasu szikimowego. Metabolity kwasu mewalonowego. Metabolity aminokwasów. <u>Seminarium</u>: Wyszukiwanie danych dotyczących produktów naturalnych w literaturze naukowej. Interpretacja mechanizmów biosyntezy z wykorzystaniem danych dotyczących znakowania izotopowego. Identyfikacja i wyznaczanie struktur produktów naturalnych na podstawie danych spektroskopowych.	K_W01, K_W02, K_W03, K_U02, K_U03
21.	Podstawy krystalografii	Kryształ jako faza uporządkowana; metody otrzymywania, etapy wzrostu, budowa i symetria. Krystalografia geometryczna: pojęcie grupy w ujęciu matematycznym, 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. Warunki dyfrakcji w monokryształach. Techniki eksperymentalne i aparatura w krystalografii. Czynniki atomowy i strukturalny. Czynniki wpływające na intensywność refleksów. Rozwiązywanie i udokładnianie struktury krystalicznej. Wiązania chemiczne w kryształach (metaliczne, jonowe,	K_W01, K_W03, K_W04, K_U01, K_U02, K_U05, K_K01

		kowalencyjne, wodorowe, van der Waalsa), konfiguracja absolutna cząsteczek i kryształów. Poli- i izomorfizm. Struktura ciał amorficznych (szkiele). Struktura krystaliczna a właściwości fizyczne.	
22.	AI w chemii	Zdefiniowanie pojęcia sztuczna inteligencja i przykłady jej wykorzystania w życiu codziennym. Rola sztucznej inteligencji w przemyśle chemicznym. Wstęp do metod chemii obliczeniowej i modelowania molekularnego. Chemia eksperymentalna wspomagana metodami obliczeniowymi i AI. Projektowanie związków i reakcji chemicznych w oparciu o metody chemii obliczeniowej i AI. Narzędzia cheminformatyczne i bazy danych - czyli AI w praktyce. Zastosowanie metod obliczeniowych i AI w projektowaniu nowych materiałów.	K_W04, K_U03, K_K01
23.	Przedsiębiorczość i ochrona własności intelektualnej	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.	K_W08, K_W09, K_W10, K_W11, K_K03, K_K04
24.	Seminarium magisterskie	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.	K_W01, K_W06, K_U02, K_U04, K_U03, K_U05, K_U06 K_K01, K_K02, K_K03, K_K04

PDWIII			
25.	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 utrwalony w tekstach intencjonalnie perswazyjnych. Język i styl tekstów intencjonalnie perswazyjnych.	K_W11, K_W12
26.	Nauka a popnauka w dyskursie medialnym	Teoria stylów i kolektywów myślowych Ludwika Flecka (I) – zarys teorii. Teoria stylów i kolektywów myślowych Ludwika Flecka (II) – myślenie potoczne. Jak konstruuje się autorytet naukowy (przykład medioznawcy W. Godzica). Nauka jako show. Dominujący model mediów (szkoła z Birmingham). Propaganda scjentystyczna. Projekcja „Genialnych”. Kto tworzy naukę? Potoczny obraz naukowca jako geniusza. Znachorzy i szeptuchy: wczoraj a dzisiaj. Analiza wybranych materiałów prasowych (np. „Porady babuni”). Zakazana psychologia oraz neurobiologiczne pranie mózgów. Kim jest ekspert? Kultura ekspertów na przykładzie coachingu oraz wybranych fragmentów telewizji śniadaniowej. Jaki obraz nauki tworzy kino? I jakie ma to konsekwencje... Czy ADHD istnieje? Kontrowersje medyczne. Nauka skorumpowana. Nauka a wielkie koncerty. Czy w przeszłości odwiedzali nas kosmici? To pewne, a dzisiaj?	K_W11, K_W12

[KIERUNEK: Chemia](#)

DYSCYPLINY NAUKOWE: Nauki chemiczne (100%)

POZIOM KSZTAŁCENIA: 7 PRK

PROFIL KSZTAŁCENIA: Ogólnoakademicki

EFEKTY UCZENIA SIĘ DLA KIERUNKU

Symbol efektu uczenia się dla programu studiów	Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku Chemia absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie:	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK
WIEDZA		
K_W01	posiada pogłębioną wiedzę w zakresie chemii, zna koncepcje i teorie chemiczne i ich znaczenie dla rozwoju nauk ścisłych	P7S_WG
K_W02	posiada wiedzę z matematyki wyższej, za pomocą, której opisuje i analizuje zjawiska fizyczne i procesy chemiczne o dużym poziomie złożoności	P7S_WG
K_W03	dysponuje pogłębioną wiedzą z zakresu metod eksperymentalnych umożliwiających rozwiązywanie problemów chemicznych	P7S_WG
K_W04	zna w stopniu pogłębionym techniki informatyczne i metody obliczeniowe stosowane do analizy problemów z obszaru chemii	P7S_WG
K_W05	dysponuje pogłębioną wiedzą w zakresie budowy, funkcjonowania i zastosowania wybranej aparatury kontrolno-pomiarowej	P7S_WG
K_W06	zna najnowsze odkrycia i aktualne trendy rozwoju w zakresie nauk chemicznych	P7S_WG
K_W07	posiada aktualną wiedzę z zakresu zasad bezpiecznej pracy w stopniu umożliwiającym odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w praktyce badawczej i zawodowej	P7S_WK
K_W08	zna aktualne aspekty prawne i etyczne związane z działalnością zawodową, naukową i edukacyjną	P7S_WK

K_W09	rozumie zasady i aspekty prawne związane ochroną własności przemysłowej i zna system informacji patentowej	P7S_WK
K_W10	zna podstawowe zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, z uwzględnieniem, obszaru nowoczesnych technologii	P7S_WK
K_W11	zna zasady tworzenia form indywidualnego rozwoju zawodowego w branży chemicznej	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	P7S_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
K_U01	potrafi planować i wykonać badania eksperymentalne do analizy i rozwiązywania złożonych problemów chemicznych	P7S_UW
K_U02	potrafi stosować zdobytą wiedzę do opisu i oceny wyników badań i procesów chemicznych	P7S_UW
K_U03	potrafi posługiwać się odpowiednimi bazami danych i literaturą specjalistyczną w celu poszukiwania i weryfikacji informacji naukowych w obszarze chemii	P7S_UW
K_U04	potrafi stosować wiedzę z obszaru chemii do rozwiązywania problemów interdyscyplinarnych z wykorzystaniem metod eksperymentalnych i obliczeniowych	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	P7S_UK
K_U06	posiada umiejętność opracowania i prezentacji aktualnych zagadnień z zakresu chemii, komunikuje się z różnymi grupami odbiorców	P7S_UK
K_U07	posługuje się językiem obcym na poziomie B2+ określonym dla Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7S_UK
K_U08	potrafi podnosić swoje kompetencje zawodowe oraz organizować proces uczenia się	P7S_UU
K_U09	posiada umiejętność kierowania pracą zespołu i realizacji powierzonych zadań indywidualnych i grupowych	P7S_UO

KOMPETENCJE SPOŁECZNE

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	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	P7S_KK
K_K03	jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, przestrzegania zasad etyki zawodowej i rozwijania dorobku zawodowego chemika	P7S_KR
K_K04	jest gotów do pozyskiwania funduszy na działalność inwestycyjną w obszarze chemii, myśli i działa w sposób przedsiębiorczy	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