

Program studiów

Kierunek studiów:	chemia
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne
Liczba semestrów:	3 semestry
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	nauki chemiczne (100%) – dyscyplina wiodąca
Łączna liczba godzin zajęć:	1170
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	45 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	program studiów nie przewiduje praktyki zawodowej
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	program studiów nie przewiduje praktyki zawodowej

Efekty uczenia się

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W01	Ma rozszerzoną wiedzę z dziedziny nauk biologicznych w zakresie niezbędnym do zrozumienia zagadnień związanych z bioanalitiką, chemią bioorganiczną oraz procesami realizowanymi w przemyśle: chemicznym, spożywczym i farmaceutycznym.	P7S_WG
K2A_W02	Ma ugruntowaną i poszerzoną wiedzę z zakresu wybranej specjalności.	P7S_WG
K2A_W03	Posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu chemii związków wielkocząsteczkowych z uwzględnieniem ich oddziaływania biologicznego oraz/lub zastosowania praktycznego.	P7S_WG
K2A_W04	Ma rozszerzoną wiedzę na temat, syntezy, oczyszczania i analizowania składu mieszanin związków chemicznych z zastosowaniem metod klasycznych i instrumentalnych.	P7S_WG
K2A_W05	Ma rozszerzoną wiedzę na temat spektroskopowego określania struktury związków chemicznych oraz metod stosowanych w analizie i symulacji widm jądrowego rezonansu magnetycznego.	P7S_WG
K2A_W06	Posiada wiedzę z matematyki w zakresie pozwalającym na wykorzystanie metod matematycznych do ilościowego opisu materii i procesów chemicznych.	P7S_WG
K2A_W07	Zna metody statystyczne stosowane do analizy danych doświadczalnych.	P7S_WG
K2A_W08	Zna teoretyczne podstawy i techniki laboratoryjne umożliwiające samodzielne otrzymanie, oczyszczenie, identyfikację związków chemicznych.	P7S_WG

K2A_W09	Zna wybrane programy komputerowe służące do przewidywania właściwości, wizualizacji i modelowania molekularnego cząsteczek związków organicznych.	P7S_WG
K2A_W10	Zna zasady działania aparatury naukowej stosowanej w metodach spektroskopowych.	P7S_WG
K2A_W11	Ma wiedzę ogólną o aktualnych kierunkach rozwoju i najnowszych odkryciach w zakresie nauk chemicznych i pokrewnych.	P7S_WK
K2A_W12	Ma wiedzę na temat podstawowych tendencji zgodnych z zasadami zielonej chemii i koncepcją zrównoważonego rozwoju.	P7S_WK
K2A_W13	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpiecznego postępowania z chemikaliami oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę na stanowisku badawczym lub pomiarowym.	P7S_WK
K2A_W14	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i etycznych uwarunkowań działalności naukowej i dydaktycznej.	P7S_WK
K2A_W15	Zna i rozumie pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	P7S_WK
K2A_W16	Ma poszerzoną wiedzę na temat funkcjonowania baz informacji naukowej.	P7S_WG
Umiejętności: potrafi		
K2A_U01	Dobiera i potrafi stosować metody analityczne do jakościowego i ilościowego oznaczania związków chemicznych różnego pochodzenia.	P7S_UW
K2A_U02	Potrafi samodzielnie zaplanować i przeprowadzić eksperymenty chemiczne, badać ich przebieg, analizować wyniki; potrafi krytycznie ocenić wyniki badań eksperymentalnych oraz określić kierunek dalszych badań prowadzących do rozwiązania problemów syntetycznych.	P7S_UO
K2A_U03	Potrafi planować i wykonywać eksperymenty w laboratorium chemicznym w zgodzie z zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy, bezpiecznego postępowania z chemikaliami oraz selekcji i utylizacji odpadów chemicznych.	P7S_UW
K2A_U04	Potrafi zastosować zaawansowane narzędzia spektroskopowe do identyfikacji grup funkcyjnych oraz struktury związku chemicznego.	P7S_UW
K2A_U05	Potrafi korzystać z profesjonalnego oprogramowania w analizie wyników, projektowaniu i przeprowadzaniu symulacji związanych z problemami chemicznymi.	P7S_UW
K2A_U06	Ma umiejętności rozwiązywania zadań z wykorzystaniem metod statystycznych.	P7S_UW
K2A_U07	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, zasobów informacji patentowej, chemoinformatycznych i bioinformatycznych baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł w języku polskim i obcym, potrafi interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	P7S_UW
K2A_U08	Potrafi zastosować wiedzę zdobytą w zakresie nauk chemicznych do pokrewnych dziedzin nauki i dyscyplin naukowych.	P7S_UK
K2A_U09	Przedstawia wyniki badań w postaci samodzielnie przygotowanej pracy magisterskiej zawierającej opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań.	P7S_UK
K2A_U10	Ma umiejętność przygotowania wystąpień ustnych dotyczących zagadnień szczegółowych w ramach przedmiotów specjalnościowych lub seminarium dyplomowego.	P7S_UK
K2A_U11	Potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.	P7S_UU
K2A_U12	Potrafi posługiwać się językiem obcym na poziomie co najmniej B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią.	P7S_UK
K2A_U13	Posługuje się specjalistyczną, angielską terminologią w zakresie nauk chemicznych.	P7S_UK
K2A_U14	Posługuje się drugim językiem obcym na poziomie A1 lub wyższym Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UK
Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	P7S_KR
K2A_K02	Ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania, związane z pracą zespołową.	P7S_KK
K2A_K03	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie i innych zadania.	P7S_KK
K2A_K04	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu.	P7S_KK
K2A_K05	Rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, podstawowymi dla chemii i nauk pokrewnych w celu poszerzania i pogłębiania wiedzy.	P7S_KR
K2A_K06	Ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów lub obserwacji; rozumie społeczne aspekty praktycznego stosowania zdobytej wiedzy i umiejętności oraz związaną z tym odpowiedzialność.	P7S_KO
K2A_K07	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	P7S_KO

Zajęcia

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbol) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Język obcy	4	K2A_U14	Tematyka/słownictwo, funkcje komunikacyjne i struktury gramatyczne na wybranym poziomie biegłości językowej
Fakty, mity i zagadnienia etyczne w chemii i biotechnologii	2	K2A_W14 K2A_K01 K2A_K04 K2A_K05 K2A_K06	Biotechnologia – historia i nowoczesność. Społeczne i etyczne aspekty modyfikacji genetycznej mikroorganizmów, roślin i ssaków – dobrodziejstwo czy zagrożenie? Regulacje prawne i ocena społeczna rozwiązań biotechnologicznych w różnych krajach. Aspekty społeczne i etyczne nowoczesnych metod otrzymywania farmaceutyków i biofarmaceutyków. Fakty i mity dotyczące biotechnologii, a także farmaceutyków i biofarmaceutyków. Zasady ochrony własności intelektualnej rozwiązań biotechnologicznych oraz zagrożenia z tym związane. Choroby nowotworowe – przyczyny, profilaktyka, diagnostyka, metody leczenia. Terapie eksperymentalne, klonowanie, transplantacje – aspekty etyczne; nauka vs kwestia sumienia.
Ochrona własn. intelekt./ Intellectual property law*	3	K2A_W15 K2A_W14 K2A_U07 K2A_U12 K2A_K04 K2A_K07	Prawo autorskie i prawa pokrewne (w tym między innymi podstawy prawa autorskiego, obowiązujące akty prawne polskie i europejskie, prawo autorskie na uczelni, prace naukowe a prawo autorskie. Prawo własności przemysłowej (podstawy prawa własności przemysłowej, akty prawne polskie i europejskie, wymagane dokumenty w procesie patentowania wynalazków i znaków towarowych, procedury krajowe, europejskie i światowe umowy międzynarodowe, oznaczenia stosowane w patentach), przykłady patentów i zasady obowiązujące przy ich pisaniu. Posługiwanie się specjalistyczną terminologią związaną z wybranym kierunkiem studiów w języku angielskim na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.
Elementy modelowania molekularnego	5	K2A_W06 K2A_W09 K2A_U07 K2A_U05 K2A_U12	Zapoznanie studenta z założeniami metod mechaniki molekularnej klasycznej i kwantowej oraz wykorzystanie ich w rozwiązywaniu wybranych zagadnień modelowania molekularnego przy zastosowaniu programów komputerowych. Treści programowe dotyczą: mechaniki molekularnej klasycznej – pola siłowe MM2 i MMFF94, kwantowo – mechanicznych metod półempirycznych; metodologii obliczania energii i właściwości fizykochemicznych stanu podstawowego cząsteczki; ilościowej zależności między strukturą a aktywnością; wizualizacji biocząsteczek; analizy oddziaływań białko-ligand; dokowania molekularnego; wyznaczania farmakoforu; korzystania z biologicznych baz danych.
Analiza instrumentalna w bioanalizie	4	K2A_W01 K2A_W04 K2A_W13 K2A_U01 K2A_U03	Zastosowanie wybranych technik analitycznych do analizy próbek rzeczywistych: GC-MS, HPLC, UV/VIS, polarymetria, konduktometria, XRF, DPV.
Zastosowania metod spektroskopowych w analizie substancji biologicznie aktywnych	6	K2A_W05 K2A_U05 K2A_W10 K2A_U04 K2A_K02	Diamagnetyki i paramagnetyki. Orbitalny i spinowy magnetyczny moment dipolowy elektronu. Spinowy magnetyczny moment dipolowy jądra. Zachowanie elektronu i jądra w polu magnetycznym (EPR, NMR), obsadzenie poziomów energetycznych. Podobieństwa i różnice między EPR i NMR. Wielkości identyfikujące analizowaną substancję w EPR. Wielkości identyfikujące analizowaną substancję w NMR. Widma NMR produktów reakcji rodnikowych (CIDNP), równanie Kapteina. Widma NMR wysokiej rozdzielczości: widma I rzędu i wyższych rzędów, wpływ stopnia obsadzenia poziomów energetycznych i znaku J na wygląd widma, układy spinowe typu AB, AB ₂ , ABX, AA'XX' i możliwości ich analizy. Wpływ zjawisk dynamicznych na widma NMR i wykorzystanie NMR do badań takich zjawisk. Metody impulsowe w NMR, określenie czasu relaksacji metodą echa spinowego, krótkie omówienie wybranych sekwencji impulsowych, DEPT. Widma korelacyjne (2D), omówienie sekwencji impulsowej stosowanej w HETCOR. Wykorzystanie widm korelacyjnych HMBC, COSY, INADEQUATE, TOCSY, NOESY do określenia budowy związku. NMR polimerów. Obraz widmowy jednostek powtarzalnych makrocząsteczki i grup końcowych. Źródła poszerzenia linii rezonansowych polimerów. Analiza regioniergularności polimerów zawierających fluor. Izomeria cis – trans polidienów. Sekwencje konfiguracyjne w makrocząsteczkach z węglami pseudochiralnymi w łańcuchu i ich obraz w widmach NMR. Sekwencje kompozycyjne w widmach NMR kopolimerów. Sekwencje konfiguracyjno-kompozycyjne. Strukturalna analiza rentgenowska monokryształów. Ciała krystaliczne: budowa, wskaźniki Millera, układy krystalograficzne. Promieniowanie X, historia, cechy, tworzenie. Dyfrakcja promieni X na monokryształach, Teoria Braggów i Lauego. Sieć odwrotna. Analiza refleksów. Mapy gęstości elektronowych. Metody otrzymywania monokryształów.

Wybrane zagadnienia w chemii i technologii chemicznej	1	K2A_W02	Podstawowe pojęcia dotyczące syntezy i budowy makrocząsteczek oraz materiałów otrzymywanych na bazie polimerów o konkretnych właściwościach fizykochemicznych. Polimerowe nośniki substancji aktywnych – otrzymywanie, farmakokinetyka, właściwości fizykochemiczne i cytotoksyczność. Stochastyczne równania różniczkowe. Równania różniczkowe ułamkowego rzędu. Podstawy elektroniki organicznej – rodzaje elektronicznych urządzeń organicznych, mechanizm działania oraz zastosowanie. Związki Organiczne Stosowane w Elektronice organicznej – typy związków organicznych stosowanych w elektronice organicznej, metody projektowania oraz planowanie docelowego zastosowania.
Seminarium dyplomowe	4	K2A_W01 K2A_U07 K2A_U10 K2A_K05 K2A_W15	Treści kształcenia związane z zagadnieniami i problemami naukowymi wybranymi indywidualnie przez studentów chemii spośród corocznie przedstawianych propozycji przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla jednostek badawczo-rozwojowych, przemysłu oraz aktualnie realizowanych prac badawczych w Katedrze i na Wydziale.
Praca dyplomowa	20	K2A_U09 K2A_W01 K2A_W09 K2A_W11 K2A_W15	Treści kształcenia związane są zagadnieniami i problemami chemii organicznej, nieorganicznej i bioorganicznej, wybranymi indywidualnie przez studentów spośród corocznie przedstawianych propozycji, przygotowanych przez nauczycieli akademickich ze szczególnym uwzględnieniem problemów i zagadnień istotnych dla przemysłu lub aktualnie realizowanych prac naukowo-badawczych w Katedrze.
Laboratorium specjalizujące	2	K2A_U02	Nowe trendy eksperymentalnych badań naukowych z zakresu wybranej specjalności.
Przedmioty specjalnościowe:			
Chemia bioorganiczna z elementami glikobiologii	6	K2A_W03 K2A_W04 K2A_W08 K2A_U03 K2A_U10	Tematyka obejmuje wybrane zagadnienia dotyczące chemii związków pełniących istotną rolę w funkcjonowaniu organizmów żywych oraz w różnych stanach chorobowych. Wykłady rozpoczynają się od omówienia chemii aminokwasów i białek, żeby następnie przejść do omówienia mechanizmów katalizy enzymatycznej na przykładzie poszczególnych klas enzymów. Plan wykładów obejmuje również zagadnienia związane z występowaniem i funkcjami pełnionymi przez glikany oraz glikokonjugaty oraz ich zróżnicowaniem w zależności od organizmu, w którym występują, a także omówienie podstawowych metod ich syntezy i biosyntezy.
Chemical nomenclature	1	K2A_U12 K2A_U13	Słownictwo angielskie z zakresu bezpieczeństwa pracy w laboratorium chemicznym, technik rozdzielania i oczyszczania substancji organicznych (chromatografia, destylacja, krystalizacja). Omówienie w języku angielskim nazewnictwa oraz zastosowania szkła laboratoryjnego, mechanizmów reakcji i stereochemii związków organicznych oraz procesów lekkiej syntezy organicznej. Zapoznanie ze skrótami stosowanymi w Chemical Abstracts. Czytanie ze zrozumieniem angielskojęzycznych tekstów naukowych z dziedziny chemii.
Metody elektrochemiczne i biosensory	6	K2A_W01 K2A_W04 K2A_U01 K2A_U03 K2A_U07	Metody elektrochemiczne w analizie materiałów biologicznych. Analityczne zastosowania potencjometrii – potencjometria bezpośrednia i miareczkowanie potencjometryczne. Voltamperometria w bioanalizie. Klasyfikacja czujników oraz ich zastosowanie w analizie.
Biometrologia	5	K2A_W07 K2A_W01 K2A_W11 K2A_W06 K2A_U05	Pomiary fizyczne: wprowadzenie w standardy pomiarowe ISO/GUM, zaokrąglanie wyników pomiarów, regresja liniowa, ocena losowości błędów. Przyrządy elektroniczne w aparaturze pomiarowej: krótko o fizyce półprzewodników, konstrukcji diody, tranzystora, diody LED, laserowej, tensometrów, przetworników CCD, przetwornikach CA/AC; filtracja sygnałów: analogowa i cyfrowa. Patch clamp: opis technik i konfiguracji pomiarowych stosowanych do pomiaru prądów jonowych w membranach komórek. Mikromacierze: techniki badania ekspresji genów – mikromacierze oligonukleotydowe i cDNA, analiza i korekta mierzonych sygnałów, mikromacierze białkowe i mikromacierze tkankowe. Mikroskopia świetlna: korekcja aberracji chromatycznej, tor oświetleniowy Koehlera, mikroskop fluorescencyjny i konfokalny, mikroskop z kontrastem fazowym, mikroskop ciemnego pola, mikroskop z obrazem różnicowym (wykorzystanie kryształu Nomarskiego). Fluorescencyjna hybrydyzacja in situ. Elektroforeza: planarna i kapilarna, sekwencjonowanie DNA. Techniki zliczania krwinek: metoda impedancyjna, fotometryczna, automatyka strumieniowa. Automaty do analizy biochemicznej krwi. Analiza immunologiczna krwi (np. ELISA). Omówione są również parametry krwi i klasyczne techniki zliczania krwinek w hemacytometrze. Badania rentgenostrukturalne białek: przygotowanie kryształów białkowych, transformacja Fouriera, powiązanie transformacji Fouriera z gęstością elektronową kryształu w doświadczeniu rozpraszania, techniki rekonstrukcji gęstości elektronowej z prążków interferencyjnych: funkcje Pattersona, metoda SIR, SIRAS, MIR, konstrukcja Harkera do odnajdywania fazy punktów transformaty. Mikroskop elektronowy: zasada działania soczewek magnetycznych, elektrostatycznych, zdolność rozdzielcza mikroskopu

			elektronowego, SEM, TEM. Pomiar ciśnienia tętniczego krwi: metoda Korotkowa, metoda oscylometryczna, ultradźwiękowa, tonometria, Finapres. EKG: fizjologia skurczu mięśnia sercowego, wyjaśnienie kształtu krzywej EKG, odprowadzenia Einthovena, Wilsona, próby wysiłkowe, holter, defibrylacja, przykłady zaburzeń krzywej EKG. 2D NMR w badaniu struktur biologicznych: wprowadzenie matematyczne: obrotowy układ odniesienia, sprzężenie typu J, koherencje, transfer koherencji w metodzie COSY, metoda TOCSY, NOESY, zasady rekonstrukcji białka z danych NMR.
Metody rozdzielcze	5	K2A_W01 K2A_W04 K2A_U01 K2A_U02 K2A_U03	Wysokosprawna chromatografia cieczowa (podział metod, podstawy teoretyczne chromatografii, podstawowe pojęcia, zależności matematyczne, analiza ilościowa, analiza jakościowa, fazy stacjonarne, fazy ruchome, rodzaje elucji, rodzaje i charakterystyka detektorów, aparatura, zastosowanie). Chromatografia cienkowarstwowa (podstawowe parametry, podstawy procesu chromatograficznego, metody rozwijania chromatogramu, sposoby wywoływania chromatogramów, zastosowanie). Chromatografia gazowa (podział metod, aparatura, rodzaje kolumn chromatograficznych, rodzaje i charakterystyka detektorów, zastosowanie). Chromatografia fluidalna (charakterystyka metody, aparatura, fazy ruchome, zastosowanie). Techniki elektromigracyjne (podział technik, mechanizm rozdzielania, wielkości charakterystyczne, aparatura, omówienie poszczególnych technik: elektroforeza kapilarna, micelarna chromatografia elektrokinetyczna, izotachoforeza kapilarna, kapilarne ogniskowanie izoelektryczne, kapilarna elektroforeza żelowa, elektrochromatografia kapilarna, elektrochromatografia planarna). Charakterystyka technik sprzężonych. Nowoczesne rozwiązania analityczne wykorzystujące metody rozdzielcze.
Optymalizacja i walidacja procedur analitycznych	5	K2A_W01 K2A_W04 K2A_W12 K2A_U01 K2A_U03	Proces analityczny. Podstawowe pojęcia statystyki. Testy statystyczne. Walidacja procedur analitycznych. Spójność pomiarowa, niepewność pomiarowa. Planowanie eksperymentów. Optymalizacja procedur analitycznych.
Techniki spektralne w analizie śladowej	6	K2A_W02 K2A_W04 K2A_U01 K2A_U03 K2A_U07	Promieniowanie elektromagnetyczne i poziomy energii - Zakresy widma elektromagnetycznego. - Podział spektroskopii wg rodzaju układu materialnego, metody otrzymywania widm i zakresu długości fal promieniowania. Spektrofotometria UV/VIS - Prawa absorpcji. - Aparatura spektrofotometryczna. - Metody oznaczeń spektrofotometrycznych. - Oznaczenia spektrofotometryczne. Fluorescencyjna spektrometria cząsteczkowa - Fluorymetria i spektrofluorymetria. - Fosforymetria. Spektroskopia atomowa - Spektrometria atomowa emisyjna. - Spektrometria emisyjna promieniowania rentgenowskiego. - Spektrometria atomowa absorpcyjna. Istotne aspekty analityczne w metodach spektralnych - Przygotowanie próbek do analizy metodami spektroskopowymi. - Materiały odniesienia w kontroli jakości analizy metodami spektralnymi.
Laboratorium prac przejściowych	5	K2A_K03 K2A_W13 K2A_U03 K2A_W16 K2A_K01	Treść związana z tematyką danej pracy dyplomowej: przestudiowanie danych literaturowych, sformułowanie podstawowego problemu badawczego, zaplanowanie zakresu pracy w laboratorium, omówienie terminologii oraz zakresu badań do wykonania w laboratorium.
Metodyka prowadzenia badań biologicznych	1	K2A_U13 K2A_U08 K2A_U12	Zajęcia obejmują poznanie i wykorzystanie podstawowych metod oceny cytotoksyczności wybranych związków w stosunku do komórek w testach in vitro, a także zastosowanie najpopularniejszych metod oceny aktywności biokatalizatorów z wykorzystaniem modelowych reakcji.
Technologia kosmetyków	2	K2A_W04 K2A_W08 K2A_W11 K2A_U03 K2A_U02	Reaktywne formy tlenu; ich rola w starzeniu się skóry. Regulacje prawne w zakresie produkcji kosmetyków. Składniki preparatów kosmetycznych - budowa i właściwości. Środki natłuszczające, emulgatory, emolienty, środki zagęszczające, antyoksydanty, filtry przeciwsłoneczne, środki brzożące skórę, środki rozjaśniające skórę, środki opóźniające procesy starzenia (np. peptydy, fitohormony, koenzym Q10), środki złuszczone naskórek (kwasy owocowe AHA). Skład preparatów do pielęgnacji włosów.
Związki biologicznie aktywne	3	K2A_W01 K2A_W03 K2A_U08	Chemia związków biologicznie aktywnych – pojęcia ogólne, klasyfikacja leków. Związki biologicznie aktywne jako związki pochodzenia naturalnego, półsyntetycznego oraz syntetycznego. Zagadnienia związane z syntezą związków biologicznie aktywnych. Otrzymywanie związków chiralnych: synteza asymetryczna, rozdział mieszanin racemicznych. Synteza kombinatoryczna. Docelowe obiekty

			działania leków: receptory, enzymy, białka transportujące, białka strukturalne, kwasy nukleinowe, lipidy, węglowodany. Mechanizmy działania. Przykłady zastosowań. Ilościowa zależność między strukturą a aktywnością. Lek od pomysłu do wdrożenia. Pesticydy – podział, przykłady zastosowań.
Małotonażowe produkty przemysłu chemicznego	4	K2A_W04 K2A_W08 K2A_W11 K2A_U03 K2A_U02	Zielona chemia i przykłady w przemyśle zielonej chemii. Ciecze jonowe – nowoczesne rozpuszczalniki w lekkiej syntezie organicznej. Pozycja przemysłu chemicznego małotonażowego w świecie, Europie i Polsce. Kataliza przeniesienia międzyfazowego jako przykład efektywnej techniki syntezy typu fine chemicals. Porównanie lekkiej i ciężkiej syntezy organicznej. Rola katalizy w technologii lekkiej syntezy organicznej na przykładzie procesów utleniania i uwodornienia. Przegląd surowców naturalnych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego wykorzystywanych do produkcji podstawowych i funkcjonalnych składników żywności oraz produktów farmaceutycznych. Chemiczne i biochemiczne transformacje biomasy. Technologie pozyskiwania najważniejszych cukrów (sacharozy, glukozy, fruktozy, skrobi i celulozy). Funkcjonalizacja chemiczna, fizyczna i enzymatyczna cukrów – cukry modyfikowane. Wytwarzanie wybranych kwasów karboksylowych i bioetanolu z surowców roślinnych. Technologie pozyskiwania tłuszczów i wosków roślinnych oraz zwierzęcych. Uszlachetnianie tłuszczów przemysłowych i spożywczych. Modyfikacja tłuszczów naturalnych metodami chemicznymi, fizycznymi i enzymatycznymi – dodatki funkcjonalne do żywności. Przemysłowe znaczenie tłuszczów i ich pochodnych (kwasy tłuszczowe, mydła, estry i gliceryna). Charakterystyka barwników naturalnych żywności (karoteny, antocyjany, chlorofile, betainy) i metody ich pozyskiwania. Technologie produkcji wybranych barwników sztucznych do żywności na przykładzie żółcieni pomarańczowej i zieleni S.
Biotechnologia	4	K2A_W01 K2A_W02 K2A_U03 K2A_U08 K2A_U11	Charakterystyka procesu biotechnologicznego, równanie Michaelisa Mentena i Monoda, właściwa szybkość wzrostu, stężenie substratu, faza wzrostu, ograniczenia wzrostu, typy bioreaktorów i reakcji w bioreaktorach, procesy periodyczne i ciągłe, tlenowe i beztlenowe, z mieszaniem i bez mieszania. Relacje pomiędzy grupami parametrów procesu biotechnologicznego, kontrola parametrów bioproduktu, przykłady sterowania automatycznego bioproduktu (dozowanie pożywki, kontrola pH, stężenie tlenu i zbijanie piany). Selekcja i doskonalenie szczepów przemysłowych, zastosowanie kultur suszonych, immobilizowanych, modyfikowanych genetycznie, kultur ekstremalnych i mieszanych. Fermentacja etanolowa, dobór mikroorganizmów, ogólna charakterystyka surowców i bioproduktów w produkcji piwa, wina i etanolu, techniki i technologie specjalne w przemyśle fermentacyjnym, bitransformacja surowców lignino-celulozowych, bioetanol. Produkcja kwasów organicznych (octowy, mlekowy, cytrynowy, propionowy, itakonowy), biosynteza aminokwasów, preparatów enzymatycznych, dekstranu i innych polisacharydów. Przykłady innych biosyntez: antybiotyki, witaminy, szczepionki, biotransformacje – składniki aromatyczne, laktony, terpeny, jonony, modyfikacja tłuszczów, węglowodanów, białek, produkty sojowe, biotechnologia w przetwórstwie mleka i mięsa, biotechnologia ścieków i odpadów, bioproduktów w metalurgii.
Nanomateriały w medycynie/Nanomaterials in medicine*	3	K2A_W03 K2A_W11 K2A_W04 K2A_U08 K2A_U13	Materia w skali nano – podstawowe koncepcje i definicje; zjawiska i właściwości fizykochemiczne oraz biologiczne towarzyszące przejściu wymiarów materii od makro- do nanoskali. Synteza nanomateriałów dla medycyny – metody 'mokre', synteza bottom-top metodami chemii organicznej, katalityczne chemiczne osadzanie z fazy gazowej, wyładowanie w łuku elektrycznym, metody z wykorzystaniem plazmy, ablacja laserowa, metody elektrochemiczne i in. zastosowania biomedyczne nanomateriałów: systemy dostarczania leków, teranostyka, rusztowania wzrostu komórek, nanochirurgia, etc. Podsumowanie cyklu wykładów, wykład interaktywny, dyskusja, przyszłość nanomedycyny.
Biologia molekularna	4	K2A_W01 K2A_W03 K2A_U07 K2A_U10	Wprowadzenie do biologii molekularnej. Struktura DNA i chromatyny. Replikacja DNA. Transkrypcja i obróbka RNA. Regulacja ekspresji genów. Translacja czyli biosynteza białek. Naprawa i rekombinacja DNA. Organizacja genomu człowieka i sekwencjonowanie DNA. Biologia molekularna wirusów. Cykl komórkowy i nowotwory.
Kwasy nukleinowe	3	K2A_W01 K2A_W03 K2A_W11 K2A_U07 K2A_U08	Nukleozydy; rodzaje i budowa. Biochemiczna i chemiczne metody syntezy nukleozydów. Właściwości chemiczne nukleozydów pirymidynowych i purynowych. Nukleozydy acykliczne, rodzaje, metody syntezy. Nukleotydy; metody fosforylacji i syntezy nukleotydów. Automatyczna synteza oligonukleotydów. Nukleotydy w układach biologicznych; funkcje i właściwości. Kwasy nukleinowe: rodzaje, konformacje, biosynteza, rola w organizmie. Oddziaływania międzycząsteczkowe w oligonukleotydach. Analogi kwasów nukleinowych: PNA, LNA i inne. Chemiczne metody syntezy PNA, LNA. Właściwości biologiczne LNA. Chemiczne procesy destrukcji kwasów nukleinowych. Zastosowanie nukleozydów i nukleotydów w terapii.
Systemy dostarczania leków	2	K2A_W03 K2A_W11	Korzyści i ograniczenia klasycznych form podawania leków. Celowane dostarczanie leków. Mechanizmy uwalniania leków. Inteligentne nanonośniki leków.

Biomateriały	6	K2A_U13 K2A_W03 K2A_W11 K2A_U08 K2A_U07 K2A_U02 K2A_U06	Pojęcia ogólne i perspektywa historyczna. Biomateriały polimerowe oraz kompozytowe oraz ich wykorzystanie w różnych działach chirurgii przydatność w medycynie. Cementy kostne. Biomateriały w inżynierii tkankowej. Biomateriały polimerowe i kompozytowe w dentystyce Biomateriały hydrożelowe.
Polimery w ochronie środowiska i przemysle	6	K2A_W02 K2A_W12 K2A_U02 K2A_K01 K2A_W13	Rozwinięcie podstawowych wiadomości z chemii polimerów (metody syntezy i modyfikacji), „Zielona Chemia”. Polimery supramolekularne. Polimery usieciowane i hydrożele. Polimery jonowe (polielektrolity, jonomery, joneny). Wymieniacze jonowe (kationity, anionity) i ich zastosowanie w oczyszczaniu wody. Wielkocząsteczkowe związki powierzchniowo czynne (surfaktanty polimerowe). Podstawy organicznych powłok ochronnych. Wytwarzanie wybranych żywic stosowanych w układach powłokotwórczych i ich zastosowanie w produkcji farb i lakierów. Polimerowe powłoki samoczyszczące. Charakterystyka technologii membranowych. Podstawy teoretyczne transportu i rozdzielania masy na membranach. Membrany i ich zastosowanie w oczyszczaniu wody i ścieków (RO, MF, UF, NF, bioreaktory, destylacja membranowa, odsalanie wody morskiej). Techniki membranowe w biotechnologii (hemodializa, biofarmacja, perwaporacja). Separacja mieszanin gazowych (membrany polimerowe, nieorganiczne, kompozytowe). Membrany w procesach specyficznych (elektrody membranowe, sensory, membrany katalityczne). Nowoczesne membrany hybrydowe. Reaktory membranowe. Zastosowanie membran w ochronie środowiska i energetyce (wydzielanie CO ₂ , ogniwa paliwowe). Procesy hybrydowe, łączące technologie klasyczne i membranowe.
Polimery wysokomodułowe i specjalne	3	K2A_W02 K2A_W03 K2A_U07 K2A_U10 K2A_K05	Kryteria wyboru polimerów specjalnych. Polimery i tworzywa wysokomodułowe: Kevlar, polietylen UHMWPE, poliakrylonitryl i włókna węglowe. Nanokompozyty. Polimery z pamięcią kształtu (SMP). Polimery jonowe. Polimery ciekłokrystaliczne. Wzajemnie przenikające się sieci polimerowe (IPN).
Polimery i tworzywa biodegradowalne	2	K2A_W02 K2A_W03 K2A_W12 K2A_W11 K2A_K05	Pojęcia ogólne i motywacja rozwoju tworzyw biodegradowalnych. Degradacja w środowisku naturalnym oraz biodegradacja, biodegradowalność i kompostowalność. Czynniki warunkujące biodegradowalność i wpływające na jej szybkość. Podstawowe typy i pochodzenie polimerów biodegradowalnych. Kierunki wykorzystania polimerów i tworzyw biodegradowalnych. Polisacharydy i produkty ich modyfikacji. Podstawy chemii polisacharydów. Wybrane polisacharydy i produkty ich modyfikacji. Celuloza i polimery oraz tworzywa pochodne. Skrobia, produkty modyfikacji oraz tworzywa skrobiowe. Chitozan i tworzywa na bazie chitozanu Poliestry. Poliestry alifatyczne z surowców odnawialnych. Poliestry mikrobiologiczne (PHA). Poliestry syntetyczne (PLA, PGA i kopoliestry). Poliestry syntetyczne z surowców kopalnych i/lub odnawialnych. Polibursztyniany (PBS, PES) i kopoliestry przemysłowe. Polikaprolakton. Kopoliestry alifatyczno-aromatyczne. Tworzywa pochodne częściowo lub całkowicie biodegradowalne. Biokompozyty. Bioblendy. Polibezwodniki. Utwardzalne materiały biodegradowalne. Biodegradowalne polimery rozpuszczalne w wodzie. Procedury certyfikacyjne i oznaczenia tworzyw biodegradowalnych, kompostowalnych.
Chemia i inżynieria nanostrukturalnych materiałów tlenkowych	5	K2A_W02 K2A_W11 K2A_U08 K2A_W13 K2A_U12	Wprowadzenie do procesów żol-żelowych. Zalety i ograniczenia metody żol-żelowej. Podstawowe definicje. Metoda żol-żelowa – roztwory wodne. Hydroliza i kondensacja soli metali i związków krzemu. Mechanizm reakcji. Właściwości żeli. Alkoksylany i alkoksylany. Metody otrzymywania, właściwości, struktury molekularne. Hydroliza i kondensacja w rozpuszczalnikach organicznych. Modelowanie struktury silikażeli. Wpływ prekursora, rozpuszczalnika, pH, temperatury. Modele procesu żelowania. Starzenie żeli. Metody suszenia alkożeli. Konwencjonalna, suszenie w warunkach nadkrytycznych dla rozpuszczalnika, ekstrakcja nadkrytycznym ditlenkiem węgla. Porównanie właściwości kserożeli i aerożeli. Materiały mezostrukturalne. Związki powierzchniowo czynne oraz mikroemulsje jako szablony struktury porowatej. Metody otrzymywania, warianty ścieżek syntezowych. Właściwości. Porównanie z zeolitami. Materiały o strukturze hierarchicznej. Chemia powierzchni krzemionki. Metody modyfikacji powierzchni. Funkcjonalizacja. Materiały kompozytowe. Kompozyty krzemionkowo organiczne, wieloskładnikowe tlenki. Zastosowanie w selektywnej sorpcji i katalizie. Cienkie filmy i powłoki otrzymywane metodą żol-żelową. Metody nanoszenia powłok, właściwości. Otrzymywanie i zastosowanie powłok fotokatalitycznych. Nanocząstki metali. Metody otrzymywania, właściwości oraz zastosowania w procesach chemicznych. Badania właściwości porowatych materiałów. Metody adsorpcyjne, spektroskopowe (IR, UV, Raman), mikroskopowe (SEM, TEM, HRTEM), rozpraszania (XRD, SAXS, SANS, DLS), magnetyczny rezonans jądrowy, XRD, analiza termiczna.
Materiały ceramiczne specjalnego przeznaczenia	4	K2A_W02 K2A_W04 K2A_W08	Ogólna charakterystyka i budowa tworzyw ceramicznych. Surowce i proces otrzymywania wyrobów z tworzyw ceramicznych. Zaawansowana ceramika konstrukcyjna i funkcjonalna (spieki tlenkowe, spieki związków nietlenkowych,

		K2A_W11 K2A_K02	cermety, ceramika wysokoognotrwała, ceramika dielektryczna, ferroelektryczna i piezoelektryczna, ferryty). Filtry i membrany ceramiczne. Surowce i procesy wytwarzania szkła. Tworzywa szklanoceramiczne (dewitryfikaty). Włókna i wiskery ceramiczne. Materiały ceramiczne w medycynie – bioceramika korundowa i hydroksyapatytowa.
Membrany syntetyczne i techniki membranowe	3	K2A_W02 K2A_W03 K2A_U02 K2A_U07 K2A_K01	Przegląd metod membranowych. Klasyfikacja: procesy ciśnieniowe, procesy elektromembranowe. Omówienie zasady poszczególnych metod: odwrócona osmoza, nanofiltracja, ultrafiltracja, mikrofiltracja, perwaporacja, destylacja membranowa, dializa, dializa dyfuzyjna, elektrodializa, elektroliza membranowa, permeacja przez membrany ciekłe, permeacja gazów, zintegrowane procesy membranowe. Wytwarzanie membran: membrany asymetryczne, membrany mikroporowate, membrany jonowymienne. Rodzaje modułów membranowych, rozwiązania konstrukcyjne. Zastosowanie procesów membranowych: odsalanie i zażęzanie roztworów, uzdatnianie i zmiękczenie wody, reakcje podwójnej wymiany, regeneracja kąpieli galwanicznych, zamknięte obiegi wodne, separacja składników roztworów i zawiesin w przemyśle spożywczym, usuwanie niepożądanych składników z gazów, wytwarzanie gazów przemysłowych, reaktory membranowe, biotechnologia, elektrody jonoselektywne. Obliczenia dotyczące współczynników retencji, jednostkowej wydajności permeatu, granicznej gęstości prądu, jednostkowego zużycia energii, kosztów procesu. Rozwiązywanie przykładowych problemów technologicznych lub związanych z gospodarką wodną w zakładzie przemysłowym z zastosowaniem metod membranowych.
Nowoczesne materiały węglowe	1	K2A_W02	Pierwiastek węgiel. Wiadomości ogólne. Występowanie w przyrodzie. Odmiany alotropowe. Podstawowe właściwości i kierunki wykorzystania. Diamenty. Diamenty naturalne i syntetyczne. Warstwy diamentowe. Diamenty syntetyczne domieszkowane, przewodzące. Budowa krystalograficzna. Metody otrzymywania. Właściwości i zastosowanie. Materiały grafitowe. Grafit naturalny i syntetyczny (elektrografit). Właściwości fizykochemiczne, otrzymywanie i zastosowanie. Wyroby węglowo-grafitowe. Grafit rozprężony. Grafit pirolityczny wysokouporządkowany. Grafit donorowany. Węgiel szklisty. Włókna węglowe. Surowce. Technologie otrzymywania Właściwości i zastosowanie. Kompozyty węgiel-węgiel. Wytwarzanie i zastosowanie. Biomateriały węglowe stosowane w medycynie. Membrany węglowe. Fullereny. Odkrycie i metody otrzymywania. Właściwości fizykochemiczne i kierunki zastosowania. Nanorurki. Odkrycie i metody otrzymywania. Rodzaje. Właściwości fizykochemiczne i kierunki zastosowania. Techniki analizy i obrazowania materiałów węglowych. Techniki spektroskopowe i mikroskopowe.
Metody recyklingu	1	K2A_W02	Aspekty prawne gospodarki odpadami w Polsce i w krajach Unii Europejskiej. Definicja i klasyfikacja odpadów. Racjonalna gospodarka odpadami. Statystyka odpadów. Podstawy organizacji gospodarki odpadami. Technologie małe i bezodpadowe. Właściwości fizyczne, chemiczne i mechaniczne odpadów. Podstawowe procesy, operacje i urządzenia do zagospodarowania odpadów. Recykling materiałowy (surowcowy), chemiczny i energetyczny. Odpady komunalne: charakterystyka jakościowa i ilościowa. Odpady przemysłowe – charakterystyka odpadów powstających w wybranych gałęziach przemysłu, metody wykorzystania i unieszkodliwiania. Lokalne i regionalne programy kompleksowego gospodarowania surowcami pierwotnymi i wtórnymi (plany gospodarki odpadami w sektorze komunalnym i przemysłowym). Selektywna zbiórka odpadów i jej efektywność. Segregacja odpadów komunalnych – odzysk surowców wtórnych, właściwości i wymagania w stosunku do podstawowych surowców – szkła, makulatury, tworzyw sztucznych. Zakłady przygotowujące surowce wtórne. Ekonomiczne uwarunkowania gospodarki odpadami. Przykłady nowych technologii opartych o surowce odpadowe.

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin pisemny	Eseje, krótkie ustrukturyzowane pytania lub testy wielokrotnego lub jednokrotnego wyboru/odpowiedzi.
Egzamin ustny	Krótką wypowiedź na zadany temat mającą na celu ocenę wiedzy i umiejętności studenta.
Kolokwium	Esej na zadany temat lub rozwiązanie problemu inżynierskiego.
Test	Test pisemny wielokrotnego lub jednokrotnego wyboru/odpowiedzi.
Odpowiedź ustna na ćwiczeniach	Krótką wypowiedź na zadany temat mającą na celu ocenę wiedzy i umiejętności jej przekazywania przez studenta.
Projekt	Przygotowanie projektu; wykonanie obliczeń i schematów.
Prezentacja	Prezentacja wyników badań własnych lub przeglądu literatury.

Praca dyplomowa	Przedstawienie, w postaci monografii, przeglądu literatury oraz wyników badań własnych wraz omówieniem i wnioskami.
-----------------	---