

PROGRAM
Studiów Podyplomowych Analityka i Diagnostyka Chemiczna

Program Studiów trwa 2 semestry nauki i zakłada 244 godzin zajęć. Łączna liczba punktów ECTS: 30.

Na zakończenie danego przedmiotu przewidziany jest egzamin końcowy obejmujący zakres materiału prezentowanego na zajęciach oraz w przypadku otrzymania końcowej oceny w zakresie 4,0-5,0 uzyskanie certyfikatu z danej metody analitycznej. Po zdaniu egzaminu z przedmiotu „Akredytacja laboratorium” na ocenę końcową w zakresie 4,0-5,0 uzyskanie certyfikatu „Audyty wewnętrzne systemu zarządzania zgodnego z normą PN-EN-ISO/IEC 17025”.

Semestr I						
Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	Liczba godzin	Forma zajęć	Forma zaliczenia	Punkty ECTS
1.	Komputerowa analiza widm	Podstawowe operacje na widmach z użyciem Matlab: wczytywanie widm do Matlab; tworzenie macierzy z pojedynczych widm; rysowanie widm (plot, subplot, edycja oraz opis rysunków); wybór zakresu spektralnego (pojedyncze widmo, macierz); wybór widm z macierzy danych; usuwanie, dodawanie oraz zamiana widm w macierzy danych. Analiza widm z wykorzystaniem Matlab oraz PLS-toolboxa: wygładzanie widm (savgol); korekcja linii podstawowej; offset; multiplicative scatter/signal correction (MSC); funkcja baseline; widma średnie; centrowanie widm; odejmowanie widm; widma pochodnych (savgol); normalizacja widm; wzorce wewnętrzne (wysokość w maksimum, intensywność integralna); wzorce zewnętrzne (gęstość, stężenie,...); szukanie położenia pików; funkcja max; funkcja peakfind. Operacje na widmach z wykorzystaniem programu Omnic: korekcja linii bazowej; korekcja ATR; odejmowanie widm;	4 6	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną	1

		wygładzanie widm; obliczanie pochodnych widm; szukanie położenia pików; inne operacje na widmach				
2.	Chemometria	Podstawy klasyfikacji obiektów chemicznych: analiza głównych składowych (PCA); analiza skupień (Cluster analysis). Podstawy metod regresyjnych: Prawo Lamberta-Beera dla układów wieloskładnikowych; klasyczna metoda najmniejszych kwadratów (CLS); metoda cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS). Chemometryczna analiza różnych typów danych: leki i suplementy diety; produkty spożywcze; próbki biologiczne.	4 20	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną	3
3.	Akredytacja laboratorium	Akredytacja w laboratorium zgodnie z wymaganiami normy ISO 17025. Praktyczna walidacja metod badawczych. Metody statystyczne monitorowania procesu i analizy danych. Podstawy projektowania LIMS	10 14	wykład seminarium	egzamin zaliczenie z oceną	3
4.	Elektronowa spektroskopia molekularna	Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z zakresu UV-vis-NIR z materią - absorpcja, emisja spontaniczna i wymuszona; rodzaje, prawdopodobieństwo i reguły wyboru przejść elektronowych; prawa absorpcji, natężenie promieniowania emitowanego, schemat Jabłońskiego, zasada Francka-Condon; budowa spektrofotometrów i spektrofluorymetrów (źródła światła i monochromatory, kuwety pomiarowe, detektory); zastosowanie spektrofotometrii i spektrofluorymetrii w badaniach próbek przemysłowych, środowiskowych, spożywczych i farmaceutycznych; ograniczenia stosowalności metody i krytyczna ocena i analiza błędów pomiarowych; zastosowanie spektroskopii elektronowej do rozwiązywania określonego problemu badawczego.	8 4 12	wykład seminarium laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną zaliczenie z oceną	3

5.	Spektroskopia w podczerwieni	Podstawy spektroskopii oscylacyjnej, zakresy widmowe. Widma próbek w fazie stałej, ciekłej i gazowej. Zasady interpretacji widm. Techniki transmisyjna, prawo Lamberta-Beera. Techniki odbiciowe: ATR, DRIFTS, SR. Zastosowania analityczne w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym.	6 2 16	wykład seminarium laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną zaliczenie z oceną	3
6.	Spektroskopia ramanowska	Spontaniczny efekt Ramana - widma próbek w fazie stałej, ciekłej i gazowej. Zasady interpretacji widm. Rezonansowa spektroskopia ramanowska – zastosowanie w badaniach układów biologicznych. Mikroskopia ramanowska. Spektroskopia Ramana próbek zaadsorbowanych na powierzchni (SERS). Zastosowania analityczne w kryminalistyce i przemyśle farmaceutycznym.	4 6	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną	1
Razem						14

Semestr II						
Lp.	Nazwa przedmiotu	Treści programowe	Liczba godzin	Forma zajęć	Forma zaliczenia	Punkty ECTS
1.	Chromatograficzne metody rozdziału	Wykład: podstawy fizykochemiczne rozdziału chromatograficznego, definicje, nomenklatura chromatograficzna; podział metod chromatograficznych i ich znaczenie w rozdzielaniu substancji naturalnych; faza ruchoma i stacjonarna, ich rola w chromatografii cieczowej; sprawność i rozdzielczość układu chromatograficznego; parametry charakteryzujące rozdział chromatograficzny; zastosowanie różnych metod rozdziału (chromatografii adsorpcyjnej, podziałowej, wykluczania i powinowactwa) w	2 2 8	wykład seminarium laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną zaliczenie z oceną	2

		rozdziale różnego rodzaju substancji, w tym biomolekuł; dobór fazy ruchomej, warunków rozdziału, przygotowanie próbek, przeprowadzenie analizy chromatograficznej; techniki specjalne w metodach chromatograficznych; analiza wielowymiarowa w chromatografii planarnej; zaawansowane metody detekcji substancji w chromatografii cienkowarstwowej; wysokosprawna chromatografia cienkowarstwowa (HPTLC); przykłady rozdzielów i oznaczeń substancji pochodzenia naturalnego metodami chromatograficznymi; chromatografia preparatywna. Seminarium: dyskusja na temat doboru metody oraz warunków rozdziału chromatograficznego dla różnych mieszanin związków; czynniki wpływające na rozdział chromatograficzny – dyskusja na podstawie wyników ćwiczeń laboratoryjnych. Laboratorium: zastosowanie metod chromatograficznych do identyfikacji substancji za pomocą chromatografii cienkowarstwowej (TLC); przygotowanie cieczowej kolumny chromatograficznej wypełnionej żelem typu Sephadex®, wyznaczanie objętości martwej i przeprowadzenie rozdzielu mieszaniny substancji; zastosowanie wielowymiarowej chromatografii cienkowarstwowej do rozdzielu i identyfikacji mieszaniny substancji (TLC); zastosowanie charakterystycznych reakcji chemicznych do derywatyzacji i detekcji substancji.				
2.	Wysokosprawna chromatografia cieczowa	Wykład: wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC): podstawy fizykochemiczne rozdzielu chromatograficznego w normalnym i odwróconym układzie faz, chromatografia jonowymienna, chromatografia wykluczania (GPC), metody powinowactwa; aparatura chromatograficzna. Sprawność i rozdzielczość układu chromatograficznego. Faza ruchoma i	6 7 31	wykład seminarium laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną zaliczenie z oceną	5

		stacjonarna, ich rola w chromatografii cieczowej; HPLC i UHPLC; dwuwymiarowa chromatografia cieczowa; chromatografia z fazą ruchomą w stanie nadkrytycznym; dobór fazy ruchomej, warunków rozdziału, przygotowanie próbek, przeprowadzenie analizy chromatograficznej; proces chromatograficzny w normalnym i odwróconym układzie faz, HILIC; zastosowanie różnych metod rozdziału (chromatografii adsorpcyjnej, podziałowej, wykluczania i powinowactwa) w rozdziale substancji chemicznych; metody przygotowania próbek (ekstrakcja, SPE, QuEChERS); metody derywatyzacji pre- i postkolumnowej substancji w wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC); derywatyzacja alkoholi, kwasów karboksylowych, aminokwasów, cukrów; dobór odczynnika derywatyzacyjnego w zależności od budowy chemicznej próbki i metody detekcji; typowe odczynniki derywatyzacyjne; przykłady rozdziałów i oznaczeń substancji metodami chromatograficznymi (HPLC). Seminarium: dyskusja na temat doboru metody oraz warunków rozdziału chromatograficznego dla różnych mieszanin związków, w tym ksenobiotyków oraz produktów naturalnych; interpretacja chromatogramów uzyskanych na zajęciach laboratoryjnych (HPLC); wyznaczanie oraz analiza parametrów chromatograficznych, planowanie dalszych eksperymentów oraz rozwiązywanie problemów analitycznych; metoda GPC: faza stacjonarna, analizowane substancje, planowanie rozdziału, analiza wyników ćwiczenia laboratoryjnego; metody przygotowania próbek w rozdziale chromatograficznym: ekstrakcja do fazy stałej, mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej, ekstrakcja cieczowa; optymalizacja rozdziału chromatograficznego, modyfikacja				
--	--	---	--	--	--	--

		selektywności, czasu retencji i sprawności układów chromatograficznych; metody i parametry w walidacji metod chromatograficznych i statystycznej ocenie wyników; HPLC w analizie jakościowej i ilościowej; chromatografia preparatywna; wykorzystanie dostępnych źródeł literaturowych do opracowania założeń metod chromatograficznych i oceny ich stosowalności; dyskusja na temat najnowszych rozwiązań dotyczących rozdziału i analizy związków biologicznie aktywnych; adaptacja warunków rozdziału opisanych w literaturze specjalistycznej do rozwiązywania konkretnych problemów analitycznych. Laboratorium: analiza HPLC mieszaniny leków przeciwbólowych; metody gradientowe i izokratyczne; wykrywanie i identyfikacja zanieczyszczeń preparatu farmaceutycznego – przygotowanie próby i interpretacja wyników; optymalizacja metody; przeprowadzenie oznaczeń ilościowych metodami: dodatku wzorca oraz krzywej kalibracyjnej; zastosowanie zaawansowanych metod przygotowania próbek (SPE) w analizie złożonych mieszanin; porównanie skuteczności metod przygotowania próbek (SPE - różne fazy, ekstrakcja ciecz-ciecz); zastosowanie kolumny HILIC w analizie niskocząsteczkowych związków polarnych; zastosowanie chromatografii wykluczania (GPC) do rozdziału związków makrocyclicznych; zastosowanie derywatyzacji prekolumnowej w analizie HILIC HPLC mieszaniny aminokwasów.				
3.	Chromatografia gazowa	Wykład: podział i charakterystyka poszczególnych technik chromatograficznych i znaczenie chromatografii gazowej w analizie próbek środowiskowych i biologicznych. Budowa chromatografu gazowego. Wpływ ważniejszych parametrów układu oraz	6 4 14	wykład seminarium laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną zaliczenie z oceną	3

		warunków rozdziału na retencję. Faza ruchoma i stacjonarna. Zasady doboru odpowiednich detektorów i kolumn, jak również optymalnych warunków rozdziału w chromatografii gazowej. Zastosowania chromatografii do rozdzielania substancji nieorganicznych i organicznych występujących w próbkach środowiskowych i biologicznych oraz ich analiza jakościowa i ilościowa. Optymalizacja układów chromatograficznych - techniki gradientowe. Przykłady oznaczeń substancji metodami chromatografii gazowej. Podział i charakterystyka zaawansowanych technik chromatograficznych i znaczenie chromatografii gazowej w analizie próbek środowiskowych i biologicznych. Budowa zestawów chromatograficznych. Wpływ ważniejszych parametrów układu oraz warunków rozdziału na rozdział. Zasady doboru odpowiednich detektorów i kolumn, jak również optymalnych warunków rozdziału w zaawansowanej chromatografii gazowej. Zastosowania chromatografii zaawansowanej do rozdzielania substancji nieorganicznych i organicznych występujących w próbkach środowiskowych i biologicznych oraz ich analiza jakościowa i ilościowa: derywatyzacja, head-space, połączenie z metodami ekstrakcyjnymi itd.). Przykłady oznaczeń substancji metodami zaawansowanymi chromatografii gazowej. Indeks retencji Kovatca dla wyznaczenia parametrów retencji. Seminarium: dyskusja ze studentami na temat doboru podstawowych i zaawansowanych technik chromatografii gazowej, detektorów, kolumn i parametrów procesu, uwzględniając specyfikę i właściwości fizyko-chemiczne składników mieszanin na różnych przykładach, interpretacja chromatogramów i przykłady obliczeń. Wyznaczanie indeksów retencji Kovatca w różnych układach chromatograficznych.				
--	--	---	--	--	--	--

		Laboratorium: przygotowanie próbek do analizy chromatograficznej (na wybranych przykładach), metoda wzorca wewnętrznego i zewnętrznego; optymalizacja układów chromatograficznych - techniki gradientowe); monitoring postępu procesów chemicznych za pomocą chromatografii gazowej; metoda derywatyzacji do oznaczania jakościowego i ilościowego kwasów tłuszczowych w artykułach spożywczych.				
4.	Rentgenowska dyfrakcja proszkowa	Osiągnięcia krystalografii. Relacje struktura-właściwości. Budowa kryształów. Struktura krystaliczna. Operacje i elementy symetrii. Sieć przestrzenna, komórka elementarna, proste i płaszczyzny sieciowe. Grupy punktowe i przestrzenne, układy krystalograficzne, typy sieci Bravais'go. Otrzymywanie i właściwości promieni rentgenowskich. BHP w pracowni rentgenograficznej. Oddziaływanie promieniowania rentgenowskiego z materiałą, dyfrakcja na kryształach. Metody rejestracji obrazu dyfrakcyjnego od próbek polikrystalicznych. Czynniki struktury. Wygaszenia systematyczne. Analiza jakościowa i ilościowa metodami dyfraktometrii proszkowej. Bazy danych strukturalnych (w tym proszkowe) jako źródło wiedzy.	18 6	wykład laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną	3
5.	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. Sprzężenie chromatografu cieczonego i gazowego ze spektrometrem mas. Praktyczna analiza widm mas. Spektrometria mas w analizie ilościowej. Wysokosprawna chromatografia cieczowa sprzężona ze spektrometrią mas - pojęcia i definicje.	12 4 8	wykład seminarium laboratorium	egzamin zaliczenie z oceną zaliczenie z oceną	3

		Spektrometr masowy jako detektor w układzie chromatograficznym. Zastosowanie spektrometrii mas w analizie związków biologicznych. Zastosowanie znakowanych izotopowo standardów wewnętrznych w analizie ilościowej metodą LCMS. Efekty izotopowe wpływające na parametry retencji analizowanych związków. Zastosowanie baz danych w analizie wyników eksperymentów LC-MS. Rola fazy ruchomej w chromatografii cieczowej sprzężonej ze spektrometrią mas. Rodzaje stosowanych kolumn i ich wypełnienia. Optymalizacji rozdziału chromatograficznego, modyfikacja selektywności, czasu retencji i sprawności układów chromatograficznych. Dobór fazy ruchomej, warunków rozdziału, przygotowanie próbek, przeprowadzenie analizy chromatograficznej. Przykłady rozdziałów i oznaczeń jakościowych oraz ilościowych substancji pochodzenia naturalnego metodą LC-MS. Seminarium: dyskusja na temat jakościowej oraz ilościowej analizy substancji metodą LC-MS, obsługa programów umożliwiających obróbkę danych, rozwiązywanie problemów analitycznych. Statystyczna ocena wyników. Laboratorium: zastosowanie metod LC-MS oraz LC-MS/MS do identyfikacji produktów trawienia enzymatycznego białek; przygotowanie próbek do ilościowego oznaczenia substancji metodą LC-MS i przeprowadzenie rozdziału mieszaniny izotopologów substancji niskocząsteczkowych; zastosowanie kolumn chromatograficznych RP-HPLC oraz HILIC w analizie LC-MS				
Razem						16

OPIS ZAKŁADANYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ DLA STUDIÓW PODYPLOMOWYCH

Wydział Chemii Studia Podyplomowe Analityka i Diagnostyka Chemiczna Poziom kwalifikacji częściowej: 6		
Kod efektu uczenia się dla studiów podyplomowych	<u>Efekty uczenia się</u>	Odniesienie do charakterystyki drugiego stopnia PRK
WIEDZA		
SP_W01	Posiada szczegółową wiedzę z zakresu analityki i diagnostyki chemicznej.	P6S_WG
SP_W02	Zna metody obliczeniowe i narzędzia informatyczne stosowane w analityce i diagnostyce chemicznej.	P6S_WG
SP_W03	Zna fizyczne podstawy funkcjonowania aparatury pomiarowej stosowanej w chemii i analityce chemicznej.	P6S_WG
SP_W04	Zna zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę na stanowisku badawczym lub pomiarowym.	P6S_WK
SP_W05	Zna podstawowe pojęcia z zakresu metrologii, zarządzania jakością pomiarów i walidacji metod analitycznych.	PS6_WK
UMIEJĘTNOŚCI		
SP_U01	Stosuje nowoczesne techniki laboratoryjnych oraz metody fizykochemiczne w analityce i diagnostyce chemicznej.	PS6_UW

S_U02	Wybiera adekwatne metody oceny i interpretacji wyników do rozwiązywania zaawansowanych problemów analityki i diagnostyki chemicznej.	PS6_UW
SP_U03	Wybiera i analizuje informacje ze specjalistycznej literatury naukowej.	P6S_UK
SP_U04	Wybiera adekwatne metody oceny stabilności procesu analitycznego w oparciu o metody numeryczne i techniki informatyczne.	PS6_UO
SP_U05	Analizuje i opracowuje raporty z pomiarów z wybranej metody analitycznej.	P6S_UK
SP_U06	Rewiduje plan eksperymentu w oparciu o zintegrowany system zarządzania bezpieczeństwem laboratoryjnym.	PS6_UU
SP_U07	Potrafi planować inwestycje aparaturowe.	PS6_UU
KOMPETENCJE SPOŁECZNE		
SP_K01	Dostrzega konieczność aktualizacji wiedzy z zakresu metod fizycznych stosowanych w analityce oraz zarządzania laboratorium akredytowanym.	PS6_KK
SP_K02	Potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę w pracy w zespołach eksperckich rozwiązujących złożone i niestandardowe problemy z obszaru analityki chemicznej.	PS6_KR
SP_K03	Podkreśla znaczenie nowych metod analitycznych w zrównoważonym rozwoju laboratoriów badawczych i analitycznych.	PS6_KO

Objaśnienie symboli:

PRK – Polska Rama Kwalifikacji

P6S_WG/P7S_WG – kod składnika opisu kwalifikacji dla poziomu 6 i 7 w charakterystykach drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji SP_W - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kategorii wiedzy

SP_U - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kategorii umiejętności

SP_K - kierunkowe efekty uczenia się w zakresie kategorii kompetencji społecznych 01, 02, 03 i kolejne - kolejny numer kierunkowego efektu uczenia się