MATERIAŁ NAUCZANIA

Dział programowy	Tematy jednostek metodycznych	Liczba godz.	Wymagania programowe		Uwagi o realizacji
			Podstawowe **Uczeń potrafi:**	Ponadpodstawowe **Uczeń potrafi:**	
I. Wprowadzenie do chemii analitycznej	1. Podstawowe pojęcia, podział i charakterystyka metod analitycznych	10	– wymienić cele i obszary zastosowań chemii analitycznej – sklasyfikować metody analityczne ze względu na: naturę zjawisk, rodzaj uzyskiwanej informacji, rodzaj techniki, wielkości próbki – scharakteryzować przebieg analizy jakościowej i ilościowej metodami klasycznymi – scharakteryzować przebieg analizy jakościowej i ilościowej metodami instrumentalnymi – wymienić techniki identyfikacji i analizy ilościowej analitu – rozróżnić próbki ze względu na: rodzaj analitu: organiczny, nieorganiczny, kationy, aniony, grupy funkcyjne, indywidua chemiczne – rozróżnić próbki ze względu na: rodzaj matrycy – rozróżnić próbki ze względu na właściwości: lotność; rozpuszczalność w wodzie i rozpuszczalnikach organicznych, polarność	– scharakteryzować próbki do badań w aspekcie informacji analitycznych, uwzględniając: właściwości fizykochemiczne, rodzaj analitu i matrycy – sprecyzować wymagania, jakie musi spełniać metoda analityczna do realizacji określonego celu analitycznego	
	2. Procedura analityczna i jej etapy	10	– wymienić główne etapy procedury analitycznej – określić cele przeprowadzania poszczególnych etapów procedury analitycznej – przedstawić schemat określonej procedury analitycznej – scharakteryzować techniki roztwarzania próbki, izolacji, oczyszczania i/lub	– zaprojektować przebieg procesu analitycznego w zależności od rodzaju matrycy, rodzaju analitu, poziomu i zakresu stężenia analitu, wymagań jakości wyniku – uzasadnić wybór konkretnych technik analitycznych w poszczególnych etapach procedury analitycznej	

			wzbogacania analitów – scharakteryzować przebieg analizy jakościowej i ilościowej metodami klasycznymi – scharakteryzować przebieg analizy jakościowej i ilościowej metodami instrumentalnymi – opisać techniki rozwiązywania problemów – wskazać, na wybranym przykładzie, metody i techniki rozwiązywania problemu – współpracować, ponosząc odpowiedzialność za wspólnie realizowane zadania – przestrzegać podziału ról, zadań i odpowiedzialności w zespole	– określić wpływ interferentów na przebieg procesu analitycznego – wskazać sposoby przeciwdziałania problemom w zespole realizującym zadania – angażować się w realizację wspólnych działań zespołu – modyfikować sposób zachowania, uwzględniając stanowisko wypracowane wspólnie z innymi członkami zespołu	
	3. Kalibracja oraz kontrola i ocena jakości wyników analitycznych	15	– wymienić rodzaje błędów występujących w pomiarach analitycznych – posłużyć się pojęciami: dokładność, precyzja, czułość, granica wykrywalności, granica oznaczalności, selektywność, specyficzność, powtarzalność, odtwarzalność, kalibracja – określić czynniki wpływające na błędy pomiaru – określić zasady tworzenia wykresów kalibracyjnych – wymienić metody kalibracyjne – scharakteryzować parametry będące podstawą walidacji metod analitycznych – scharakteryzować pojęcia spójności oraz niepewności pomiarowej – wykonać obliczenia wyników analizy – wskazać przykłady zachowań etycznych w zawodzie dotyczące	– scharakteryzować sposoby unikania błędów podczas wykonywania pomiarów i oznaczeń analitycznych – scharakteryzować rolę wzorców, materiałów odniesienia i certyfikowanych materiałów odniesienia w chemii analitycznej – określić statystyczne podstawy walidacji metod analitycznych i analizy wyników badań laboratoryjnych – zastosować programy komputerowe do szacowania niepewności pomiarów analitycznych – zastosować programy komputerowe do tworzenia krzywych kalibracyjnych – dokonać statystycznej oceny wyników	

			zastosowania analizy błędów i oceny wyników pomiarów – wykazać poczucie odpowiedzialności za wykonywaną pracę	– określić konsekwencje podejmowanych działań, w tym skutki prawne	
II. Klasyczna analiza jakościowa	1. Analiza jakościowa związków nieorganicznych	10	– scharakteryzować metody chemicznej analizy jakościowej w skali makro-, półmikro- i mikro – wymienić grupowe odczynniki analityczne – dokonać podziału kationów i anionów na grupy analityczne – zapisać równania reakcji chemicznych jonów z odczynnikami grupowymi – zapisać równania reakcji charakterystycznych wybranych kationów i anionów – scharakteryzować technikę kroplową wykrywania jonów – wymienić kationy metali wykrywane w próbie płomieniowej	– sporządzić schemat postępowania analitycznego związany z wykonaniem analizy jakościowej związków nieorganicznych – zaproponować procedurę wykrywania jonów w związkach i prostych mieszaninach związków nieorganicznych	
	2. Analiza jakościowa związków organicznych	15	– określić zakres badań chemicznych oraz pomiarów właściwości fizycznych, wykorzystywanych do identyfikacji związków organicznych – scharakteryzować wybrane metody analizy grup funkcyjnych, np. wykrywania węglowodorów aromatycznych, aldehydów, ketonów, alkoholi, amin, kwasów karboksylowych, estrów – scharakteryzować podział związków organicznych na grupy rozpuszczalności – zidentyfikować substancję organiczną na podstawie stałych fizycznych i parametrów fizykochemicznych (literaturowych i badawczych) takich jak: temperatura topnienia, temperatura	– zapisać równania reakcji chemicznych zachodzących podczas wykrywania grup funkcyjnych – określić skład chemiczny substancji organicznej na podstawie analiz jakościowych – porównać właściwości fizykochemiczne związku organicznego i jego pochodnych	

			wrzenia, gęstość, współczynnik załamania światła, skręcalność optyczna		
III. Klasyczna analiza ilościowa	1. Analiza wagowa	10	– scharakteryzować reakcje strącania – zdefiniować iloczyn rozpuszczalności związków trudnorozpuszczalnych – wskazać związek pomiędzy rozpuszczalnością a iloczynem rozpuszczalności substancji trudnorozpuszczalnych, – określić czynniki wpływające na rozpuszczalność osadu – scharakteryzować etapy analizy wagowej – wymienić rodzaje osadów – wymienić odczynniki strącające – podać przykłady oznaczeń wagowych	– scharakteryzować optymalne warunki wytrącania osadu analitycznego – zastosować iloczyn rozpuszczalności związków trudnorozpuszczalnych do określania kolejności strącania osadów – rozwiązywać zadania z zastosowaniem iloczynu rozpuszczalności i rozpuszczalności.	
	2. Analiza miareczkowa	20	– dokonać podziału metod analizy miareczkowej według: typu reakcji, sposobu przeprowadzenia miareczkowania, sposobu wyznaczania punktu końcowego miareczkowania – wymienić metody analizy objętościowej: alkacymetrię, redoksymetrię, kompleksometrię, miareczkowanie strąceniowe – scharakteryzować dany rodzaj analizy objętościowej podając: równanie reakcji chemicznej, używany titrant i wskaźnik, szczególnie istotne warunki podczas oznaczenia, np. w manganometrii: temperaturę, pH, stężenie – wyjaśnić pojęcia punktu równoważnikowego i punktu końcowego miareczkowania – wykonać obliczenia związane z przygotowaniem roztworów mianowanych oraz wyników analiz	– podać przykłady miareczkowania według typu reakcji – wyjaśnić przebieg miareczkowania na podstawie krzywej miareczkowania – zinterpretować przebieg krzywej miareczkowania ze względu na moc reagentów i zastosowany wskaźnik alkacymetryczny – obliczyć wyniki analizy na podstawie zapisanych równań reakcji i średniej z miareczkowania – określić czynniki wpływające na poprawne wykonanie analizy miareczkowej – podać przykłady miareczkowania alkacymetrycznego w środowisku niewodnym w obecności wskaźników	

			– wyjaśnić zasadę miareczkowania w roztworach niewodnych, uwzględniając teorię Brønsteda kwasów i zasad, podział i rolę rozpuszczalników, rodzaj analitów		
IV. Wprowadzenie do metod instrumentalnych	1. Podstawowe pojęcia, podział i charakterystyka instrumentalnych technik analitycznych	10	– wymienić zjawiska fizyczne wykorzystywane w metodach instrumentalnych spektroskopowych i optycznych: absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego, rozproszenie promieniowania, odbicie i załamanie światła, skręcanie płaszczyzny światła spolaryzowanego – wymienić zjawiska fizykochemiczne wykorzystywane w technikach instrumentalnych elektroanalitycznych – wyjaśnić zasady analizy ilościowej metodami instrumentalnymi – wymienić zastosowania określonych technik instrumentalnych w analizie jakościowej i ilościowej	– określić cele i trendy w stosowaniu instrumentalnych technik analitycznych – scharakteryzować procedury kalibrowania – sporządzania krzywej kalibracyjnej (wzorcowej): opartej na wzorcach czystego analitu, metodą wzorca wewnętrznego, metodą dodatku wzorca – wskazać zastosowania technik instrumentalnych jako detektorów chromatograficznych	
V. Techniki elektroanalityczne	1. Potencjometria i pehametria	10	– dokonać podziału metod elektrochemicznych – wyjaśnić pojęcia stosowane w potencjometrii: ogniwa, potencjał elektrody, elektrody wskaźnikowe, elektrody odniesienia, elektrody jonoselektywne, pojemność buforowa – scharakteryzować rodzaje przyrządów: pehametry, jonometry, autotitratory, elektrody wskaźnikowe i odniesienia, zespolone – wyjaśnić zasady pomiaru pH oraz regulacji pH w pomiarach analitycznych – scharakteryzować metody analizy ilościowej: pomiary bezpośrednie i miareczkowanie potencjometryczne – omówić rodzaje i sposoby wyznaczania	– zinterpretować równanie Nernsta – podać przykłady oznaczeń określonymi technikami potencjometrycznymi – określić zastosowanie roztworów buforowych w pomiarach analitycznych – określić źródła błędów, precyzję i dokładność pomiarów potencjometrycznych	

			punktu końcowego miareczkowania potencjometrycznego		
	2. Konduktometria	5	– wyjaśnić podstawowe pojęcia: konduktancja, przewodność właściwa elektrolitu, stała naczynka konduktometrycznego, przewodność molowa – opisać pomiarowy układ konduktometryczny – omówić metody analizy ilościowej: pomiary bezpośrednie i miareczkowanie konduktometryczne – podać przykłady oznaczeń wykonywanych metodami konduktometrycznymi – omówić sposoby wyznaczania punktu końcowego miareczkowania konduktometrycznego	– podać przykłady oznaczeń określonymi technikami konduktometrycznymi – określić źródła błędów, precyzję i dokładność pomiarów konduktometrycznych	
	3. Elektroliza	15	– wyjaśnić pojęcia i zjawiska zachodzące w procesach elektrolizy: reakcje elektrodowe, szereg potencjałów standardowych, potencjał rozkładowy, nadnapięcie – omówić budowę aparatury do elektrolizy – wymienić zastosowania elektrolizy do wytwarzania i oczyszczania substancji – zapisać równania reakcji zachodzących w procesie elektrolizy	– zinterpretować prawa Faradaya – wyjaśnić procesy polaryzacji i depolaryzacji – wymienić zastosowania procesu elektrolizy w technikach analitycznych: polarografia, woltamperometria, amperometria, kulometria	
VI. Instrumentalne metody spektroskopowe i optyczne	1. Techniki spektroskopowe	10	– scharakteryzować zjawiska emisji i absorpcji promieniowania elektromagnetycznego – określić podział i zakresy widma promieniowania elektromagnetycznego: podczerwień (średnia, bliska i daleka), nadfiolet, zakres widzialny, promieniowanie rentgenowskie, częstość radiowa	– zinterpretować jakościowo widma FTIR, MS, UV-VIS związków organicznych – wymienić techniki spektrometrii wykorzystywane do analizy składników pierwiastkowych – wymienić techniki spektrometryczne wykorzystywane jako detektory w	

			– posłużyć się terminami: absorbancja, transmitancja, współczynnik absorpcji – zinterpretować wyniki pomiarów w spektroskopii przedstawione w postaci graficznej jako widmo – określić zależność absorbancji od stężenia roztworu, grubości warstwy roztworu i molowego współczynnika absorpcji – rozróżnić techniki spektrometrii cząsteczkowej absorpcyjnej: VIS UV, IR i cząsteczkowej emisyjnej – przedstawić schematy blokowe spektrometrów UV-VIS i FTIR – określić zasady metod analizy ilościowej, w tym: wybór analitycznej długości fali, metody kalibracji – wyjaśnić pojęcia i zjawiska występujące w spektrometrii mas: jonizacja cząsteczek i pierwiastków, widmo mas, stosunek masy do ładunku m/z, jon molekularny, jon fragmentacyjny – omówić budowę i zasadę działania spektrometru mas	technikach chromatograficznych, w tym łączonych, np. GC-MS, HPLC-MS, HPLC-UV-VIS – określić zastosowania technik spektroskopowych w analizie ilościowej – rozróżnić techniki spektrometrii atomowej absorpcyjnej AAS i atomowej emisyjnej AES, fluorescencyjnej spektroskopii promieniowania rentgenowskiego XRF, spektrometrii jądrowego rezonansu magnetycznego NMR	
	2. Spektralna analiza jakościowa związków organicznych	5	– wymienić techniki spektroskopowe stosowane do identyfikacji związków organicznych – zidentyfikować, na podstawie widm IR i UV-VIS wybrane fragmenty i grupy funkcyjne związku organicznego	– wyznaczyć, na podstawie widma mas, masę cząsteczkową związku organicznego – kompleksowo interpretować widma IR, UV-VIS, MS badanej substancji – wyszukać widma spektroskopowe związków chemicznych w dostępnych bibliotekach widm, w tym internetowych	
	3. Nefelometria i turbidymetria	5	– wyjaśnić pojęcia i zjawiska występujące w nefelometrii i turbidymetrii – omówić budowę i zasady działania nefelometrów i turbidymetrów	– scharakteryzować czynniki wpływające na pomiary nefelometryczne i turbidymetryczne	

			– określić zasady prowadzenia analiz ilościowych metodami turbidymetrycznymi i nefelometrycznymi – omówić przykłady zastosowania pomiarów nefelometrycznych i turbidymetrycznych	– wskazać ograniczenia w stosowaniu nefelometrii i turbidymetrii	
	4. Polarymetria	5	– wyjaśnić pojęcia i zjawiska występujące w polarymetrii: polaryzacja światła, substancje optycznie czynne, kąt skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego – omówić budowę i zasadę działania polarymetru – określić zastosowania polarymetrii: identyfikacja substancji, oznaczenia ilościowe, wykrywanie zanieczyszczeń	– rozpoznać substancje optycznie czynne na podstawie budowy chemicznej cząsteczek – scharakteryzować czynniki wpływające na wartość kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji	
	5. Refraktometria	5	– wyjaśnić pojęcia i zjawiska występujące w refraktometrii: prawa Sneliusa, współczynnik załamania światła, refrakcja molowa – scharakteryzować warunki pomiaru współczynnika załamania światła – wymienić zastosowania refraktometrii w analizie jakościowej i ilościowej	– ocenić wpływ różnych czynników na wartość współczynnika załamania światła – podać przykłady zastosowania wartości refrakcji molowej	
VII. Techniki chromatograficzne	1. Podstawy teoretyczne chromatografii, budowa chromatografów	5	– wyjaśnić istotę rozdzielania chromatograficznego – przedstawić podział technik chromatograficznych ze względu na rodzaj fazy ruchomej, fazy stacjonarnej, sposobu rozmieszczenia fazy stacjonarnej – wymienić podstawowe elementy aparatury chromatograficznej: dozownik, kolumna lub komora do chromatografii bibułowej lub cienkowarstwowej, detektor – wymienić rodzaje detektorów	– przedstawić schemat budowy chromatografu gazowego – przedstawić schemat budowy chromatografu cieczowego HPLC – scharakteryzować techniki łączone: GC-MS, HPLC-MS – wymienić zastosowania analityczne i preparatywne różnych technik chromatograficznych, uwzględniając rodzaj i właściwości fizykochemiczne rozdzielanych substancji	