



Wzór sylabusu przedmiotu dla kierunków regulowanych  
**Chemia Analityczna**

<b>1. METRYCZKA</b>	
<b>Rok akademicki</b>	2022/2023
<b>Wydział</b>	Wydział Farmaceutyczny
<b>Kierunek studiów</b>	Farmacja
<b>Dyscyplina wiodąca</b> <i>(zgodnie z załącznikiem do Rozporządzenia Ministra NISW z 26 lipca 2019)</i>	Nauki farmaceutyczne
<b>Profil studiów</b> <i>(ogólnoakademicki/praktyczny)</i>	Profil praktyczny
<b>Poziom kształcenia</b> <i>(I stopnia/II stopnia/ jednolite magisterskie)</i>	Jednolite studia magisterskie
<b>Forma studiów</b> <i>(stacjonarne/niestacjonarne)</i>	Studia stacjonarne
<b>Typ modułu/przedmiotu</b> <i>(obowiązkowy/fakultatywny)</i>	Obowiązkowy
<b>Forma weryfikacji efektów uczenia się</b> <i>(egzamin/zaliczenie)</i>	Egzamin
<b>Jednostka/jednostki prowadząca/e</b> <i>(oraz adres/y jednostki/jednostek)</i>	Zakład Chemii Analitycznej i Biomateriałów

<b>Kierownik jednostki/kierownicy jednostek</b>	Prof. dr hab. n. farm. inż. Marcin Sobczak
<b>Koordynator przedmiotu</b> (tytuł, imię, nazwisko, kontakt)	Dr hab. n. farm. Joanna Kolmas
<b>Osoba odpowiedzialna za sylabus</b> (imię, nazwisko oraz kontakt do osoby, której należy zgłaszać uwagi dotyczące sylabusu)	Dr n. farm. Agnieszka Kaflak (akaflak@wum.edu.pl) Dr n. farm. Marzena Kuras (mkuras@wum.edu.pl)
<b>Prowadzący zajęcia</b>	dr Monika Budnicka dr Agnieszka Kaflak mgr Adam Kasiński dr hab. Joanna Kolmas mgr Barbara Kołodziejska dr Marzena Kuras mgr Natalia Łysenko dr Łukasz Pajchel dr Małgorzata Warowna-Grzeškiewicz dr Monika Zielińska-Pisklak

## 2. INFORMACJE PODSTAWOWE

<b>Rok i semestr studiów</b>	II rok, 3 i 4 semestr	<b>Liczba punktów ECTS</b>	12
<b>FORMA PROWADZENIA ZAJĘĆ</b>		<b>Liczba godzin</b>	<b>Kalkulacja punktów ECTS</b>
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim</b>			
wykład (W)		25	1,0
seminarium (S)		10	0,4
ćwiczenia (C)		100	4,0
e-learning (e-L)		-	-
zajęcia praktyczne (ZP)		-	-
praktyka zawodowa (PZ)		-	-
<b>Samodzielna praca studenta</b>			
Przygotowanie do zajęć i zaliczeń		165	6,6

## 3. CELE KSZTAŁCENIA

C1	Zaznajomienie z podstawowymi wiadomościami z zakresu analizy ilościowej metodami klasycznymi i instrumentalnymi.
----	--

C2	Opanowanie podstaw metodycznych realizacji zadań praktycznych w ramach przedmiotów: chemia leków, analiza leku, biochemia, toksykologia, etc.
C3	Nabywanie umiejętności: - wyboru metody analitycznej - pobrania i przygotowania próbki do badań - przygotowania roztworów o żądanym stężeniu, podstawowych i mianowanych - wykonywania analiz ilościowych związków nieorganicznych i organicznych metodami klasycznymi oraz instrumentalnymi (potencjometrycznymi, chromatograficznymi i spektroskopowymi) - obliczania wyników analizy z wykorzystaniem metod matematycznych i graficznych - oceny statystycznej wyników analizy i stosowanej metody analitycznej - zastosowania podstawy walidacji metod analitycznych

**4. STANDARD KSZTAŁCENIA – SZCZEGÓLWE EFEKTY UCZENIA SIĘ** (dotyczy kierunków regulowanych ujętych w Rozporządzeniu Ministra NiSW z 26 lipca 2019; pozostałych kierunków nie dotyczy)

<b>Symbol i numer efektu uczenia się zgodnie ze standardami uczenia się</b> (zgodnie z załącznikiem do Rozporządzenia Ministra NiSW z 26 lipca 2019)	<b>Efekty w zakresie</b>
---	--------------------------

**Wiedzy – Absolwent\* zna i rozumie:**

B.W7	rodzaje i właściwości roztworów oraz metody ich sporządzania
B.W8	podstawowe typy reakcji chemicznych
B.W9	charakterystykę metali i niemetalii oraz nomenklaturę i właściwości związków nieorganicznych
B.W10	metody identyfikacji substancji nieorganicznych
B.W11	klasyczne metody analizy ilościowej
B.W12	podstawy teoretyczne i metodyczne technik spektroskopowych, elektrochemicznych, chromatograficznych oraz zasad funkcjonowania urządzeń stosowanych w tych technikach
B.W13	kryteria wyboru metody analitycznej
B.W14	zasady walidacji metody analitycznej
B.W26	znaczenie korelacji i regresji

**Umiejętności – Absolwent\* potrafi:**

B.U1	mierzyć lub wyznaczać wielkości fizykochemiczne z zastosowaniem odpowiedniej aparatury laboratoryjnej oraz wykonywać obliczenia chemiczne
------	---

B.U4	identyfikować substancje nieorganiczne
B.U5	przeprowadzać analizę wody
B.U6	przeprowadzać walidację metody analitycznej
B.U7	wykonywać analizy jakościowe i ilościowe pierwiastków oraz związków chemicznych oraz oceniać wiarygodność wyniku analizy
B.U11	wykorzystywać narzędzia matematyczne, statystyczne i informatyczne do opracowywania, interpretacji i przedstawiania wyników doświadczeń, analiz i pomiarów
B.U12	stosować narzędzia informatyczne do opracowania i przedstawiania danych oraz twórczego rozwiązywania problemów

\*W załącznikach do Rozporządzenia Ministra NISW z 26 lipca 2019 wspomina się o „absolwencie”, a nie studencie

<b>5. POZOSTAŁE EFEKTY UCZENIA SIĘ (nieobowiązkowe)</b>	
<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Efekty w zakresie</b>
<b>Wiedzy – Absolwent zna i rozumie:</b>	
W1	
W2	
<b>Umiejętności – Absolwent potrafi:</b>	
U1	planować własną aktywność edukacyjną i stale doksztalać się w celu aktualizacji wiedzy
U2	inspirować proces uczenia się innych osób
U3	komunikować się w zespole i dzielić się wiedzą
<b>Kompetencji społecznych – Absolwent jest gotów do:</b>	
K1	korzystania z obiektywnych źródeł informacji
K2	formułowania wniosków z własnych pomiarów lub obserwacji

<b>6. ZAJĘCIA</b>		
<b>Forma zajęć</b>	<b>Treści programowe</b>	<b>Efekty uczenia się</b>
Wykład	<p>W1-Wykład 1- Temat: Analiza ilościowa metodami klasycznymi</p> <p>1. Wprowadzenie. Cel i metody analizy ilościowej. Kierunki rozwoju metod klasycznych chemii analitycznej ilościowej. Literatura chemii analitycznej. Dobór metody oznaczania. Pobieranie i przygotowanie próbek do analizy. Błędy pomiarów. Dokładność, precyzja, czułość.</p>	

	<p>2. Analiza miareczkowa:</p> <p>a) Podział metod miareczkowych. Równowagi w roztworach.</p> <p>b) Alkacymetria. Teoria kwasów i zasad. Podstawy teoretyczne miareczkowania alkacymetrycznego. Wskaźniki. Roztwory buforowe. Substancje podstawowe. Krzywe miareczkowania. Miareczkowanie kwasów i zasad wieloprotonowych Miareczkowanie alkacymetryczne w środowisku niewodnym.</p> <p>c) Analiza strąceniowa. Podstawy teoretyczne miareczkowania strąceniowego. Argentometria – krzywe miareczkowania, wskaźniki, przykłady oznaczeń.</p> <p>d) Redoksimetria. Podstawy teoretyczne miareczkowania redoksimetrycznego. Krzywe miareczkowania, wskaźniki. Manganometria i jodometria – przykłady oznaczeń. Inne działy redoksimetrii: bromianometria, cerometria, chromianometria.</p> <p>e) Kompleksometria. Podstawy teoretyczne miareczkowania kompleksometrycznego. Kompleksonometria – miareczkowanie roztworem EDTA; krzywe miareczkowania, wskaźniki, przykłady oznaczeń (bezpośrednich i pośrednich).</p> <p>W2-Wykład 2- Temat: Analiza ilościowa metodami instrumentalnymi oraz statystyczna ocena wyniku analizy</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Wprowadzenie. Porównanie metod klasycznych i instrumentalnych. Czynniki wpływające na wybór metody. Statystyczna ocena wyników. Validacja.</li><li>2. Metody elektrochemiczne:<ol style="list-style-type: none"><li>a) Potencjometria. Równanie Nernsta. Rodzaje elektrod (omówienie elektrod: wodorowej, chinhydronowej, antymonowej, kalomelowej). Elektroda szklana – budowa, zasada działania; pomiar pH przy użyciu elektrody szklanej. Elektrody jonoselektywne. Miareczkowanie potencjometryczne – metoda klasyczna, miareczkowanie do punktu zerowego, zastosowanie miareczkowania potencjometrycznego.</li></ol></li><li>3. Spektroskopia.<ol style="list-style-type: none"><li>a) Wstęp do spektroskopii atomowej i molekularnej. Absorpcja/emisja/rozproszenie. Zakresy spektroskopowe promieniowania elektromagnetycznego. Poziomy energetyczne atomów i cząsteczek. Widma spektroskopowe – liniowe i pasmowe. Parametry pasma spektroskopowego. Przyczyny poszerzenia linii atomowych oraz pasm w spektroskopii molekularnej. Rodzaje poziomów energetycznych cząsteczek i ich obsadzenie. Rodzaje technik spektroskopowych w analizie elementarnej oraz analizie jakościowej i ilościowej związków chemicznych. Terminy atomowe. Linia rezonansowa i linia ostatnia. Porównanie cech analitycznych różnych technik spektroskopowych analizy elementarnej. Spektrometria ICP-MS jako metoda alternatywna do technik spektroskopii atomowej. Mineralizacja próbek stałych.</li><li>b) Spektroskopia atomowa F-AES. Schemat eksperymentu. Nebulizer. Zjawiska zachodzące w płomieniu palnika. Palnik szczelinowy i rozkład temperatury w jego płomieniu. Wybór gazu palnego i utleniającego. Zależność natężenia atomowej linii emisyjnej od dopływu próbki i obszaru emisji w płomieniu palnika. Wykonanie analizy. Źródła błędów i zjawiska przeszkadzające w oznaczeniach.</li><li>c) Spektroskopia atomowa ICP-AES. Schemat eksperymentu. Plazma. Zalety i wady atomizacji w plazmie. Zasada działania i budowa palnika z plazmą sprzężoną indukcyjnie. Budowa, działanie i elementy składowe spektrometrów. Wykonanie</li></ol></li></ol>	
--	---	--

	<p><i>analizy. Źródła błędów i zjawiska przeszkadzające w oznaczeniach.</i></p> <p>d) <i>Spektroskopia molekularna UV/Vis. Zakres i podzakresy UV/Vis. Schemat eksperymentu absorpcyjnego. Pomiar względny – rola odnośnika. Transmitancja i absorbancja. Prawa absorpcji. Współczynnik absorpcji. Odchylenia od prawa Lamberta-Beera. Podstawy teorii elektronowych widm cząsteczkowych. Efekty rozpuszczalnikowe. Aparatura i jej komponenty. Zagadnienia analityczne – technika prowadzenia pomiarów, oznaczenia jednoskładnikowe i wieloskładnikowe, metoda dodatku wzorca. Precyzja i dokładność metody – metody zwiększające precyzję oznaczenia. Zastosowania spektrofotometrii UV/Vis.</i></p> <p>e) <i>Spektroskopia molekularna IR. Zakres i podzakresy spektroskopii IR. Klasyczna i fourierowska spektroskopia IR. Transformacja Fouriera. Budowa i działanie interferometru. Rola lasera. Korzyści z zastosowania techniki fourierowskiej. Źródła promieniowania i detektory IR. Teoria widm oscylacyjnych cząsteczek. Zakresy analityczne IR: grup funkcyjnych i daktyloskopowy. Częstości charakterystyczne grup funkcyjnych i ich wykorzystanie w analizie jakościowej. Metody przypisania pasm. Wpływ wiązań wodorowych na widmo IR. Charakterystyczność drgań – omówienie sprzężeń na podstawie pasm amidowych (pasma białek). Praktyka wykonywania analiz, w tym omówienie różnych technik pomiarowych. Mikroskop IR. Spektroskopia IR w zakresie bliskiej podczerwieni i jej wykorzystanie w analizie farmaceutycznej.</i></p> <p>4. <i>Chromatografia:</i></p> <p>a) <i>Podstawy teoretyczne – chromatografia adsorpcyjna, podziałowa, jonowymienna</i></p> <p>b) <i>Chromatografia cienkowarstwowa (TLC).Współczynnik R<sub>f</sub>. Sorbenty stosowane w TLC. Techniki rozwijania chromatogramów.</i></p> <p>c) <i>Chromatografia gazowa. Adsorbent, detektory, dane retencji.</i></p> <p>d) <i>Chromatografia cieczowa wysokociśnieniowa. (HPLC) – podstawy teoretyczne. Kolumny, pompy, dozowniki, detektory.</i></p> <p>e) <i>Detektory elektrochemiczne</i></p>	
<p>Seminaria rachunkowe</p>	<p><i>Alkacymetria: przygotowanie i mianowanie roztworów, obliczanie wyników analizy (analizy jedno- i dwuskładnikowe). Obliczanie pH słabych kwasów i słabych zasad – cząsteczkowych i jonowych. Obliczanie pH roztworów buforów.</i></p> <p><i>Kompleksometria: przygotowanie i mianowanie roztworów, obliczanie wyników analizy, miareczkowania bezpośrednie i pośrednie.</i></p> <p><i>Redoksometria: przygotowanie i mianowanie roztworów, obliczanie wyników analizy, miareczkowanie podstawieniowe. Wpływ pH na potencjał redoks.</i></p> <p><i>Miareczkowa analiza strąceniowa: przygotowanie i mianowanie roztworów, obliczanie wyników analizy, ustalanie odpowiedniego stężenia wskaźnika.</i></p>	
<p>Ćwiczenia laboratoryjne</p>	<p><i>C1 - Ćwiczenia 1 - laboratorium Temat: Analiza ilościowa metodami klasycznymi</i></p> <p>1. <i>Analiza miareczkowa:</i></p> <p>a) <i>Sprawdzanie pojemności kolby i pipety; nauka ważenia.</i></p> <p>b) <i>Alkacymetria – oznaczanie mocnego kwasu, mocnej zasady, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, analiza dwuskładnikowa.</i></p>	

	<p>c) Manganometria – oznaczanie Fe (II) d) Jodometria – oznaczanie <math>K_2Cr_2O_7</math>, Cu (II) e) Kompleksonometria – oznaczanie Zn lub Mg. f) Analiza strąceniowa – oznaczanie chlorków metodą Mohra lub bromków metodą Volharda.</p> <p>C2 –Ćwiczenia 2-laboratorium Temat: Analiza ilościowa metodami instrumentalnymi</p> <p>1. Metody elektrochemiczne: a. Potencjometria – pomiar pH (wyznaczanie pH na podstawie pomiaru SEM; bezpośredni pomiar pH po wykalibrowaniu aparatu na buforach wzorcowe). b. alkacymetryczne i redoksymetryczne miareczkowanie potencjometryczne metodą klasyczną. c. oznaczanie srebra metodą krzywej wzorcowej.</p> <p>2. Spektroskopia: a. Spektrofotometria absorpcyjna: - oznaczanie metali w zakresie Vis; - oznaczanie związków organicznych w zakresie UV/Vis; b. Fotometria płomieniowa - elementy walidacji metody. c. Spektroskopia w podczerwieni – możliwości wykorzystania spektroskopii IR w analizie substancji leczniczych i w medycynie. Demonstracja różnych technik spektroskopii IR dla cieczy i ciał stałych dla różnych materiałów w tym na próbkach leków.</p> <p>3. Chromatografia: a. Chromatografia cienkowarstwowa: - identyfikacja barwników, - sposoby rozwijania chromatogramów; zjawisko demiksji. b. oznaczenie z zastosowaniem densytometrii. c. chromatografia gazowa – jakościowe i ilościowe oznaczanie alkoholi alifatycznych. d. chromatografia cieczowa wysokociśnieniowa – identyfikacja i oznaczanie pochodnych ksantyny/słodzików.</p>	
--	---	--

## 7. LITERATURA

### Obowiązkowa

Skrypt „Ćwiczenia z instrumentalnej analizy chemicznej”. Praca zbiorowa pod redakcją prof. Wacława L. Kołodziejskiego, Wydawnictwo WUM, 2013  
Skrypt „Zadania z potencjometrii”. Żołądowski M., Wydawnictwo WUM 2005  
„Chemia analityczna” tom 2 i 3. Minczewski J., Marzenko Z., PWN 2001  
„Metody instrumentalne w analizie chemicznej”. Szczepaniak W., PWN 2004  
„Podstawy metod elektroanalitycznych”. Cygański A., WNT 2009  
Skrypt „Miareczkowa analiza ilościowa. Materiały do ćwiczeń”. Baranowska S., Wydawnictwo WUM, 2015  
„Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej.” Galus Z., PWN 2002

### Uzupełniająca

„Podstawy chromatografii”. Witkiewicz Z., WNT 2005  
„Metody spektroskopowe w chemii analitycznej.” Cygański A., WNT 2009

## 8. SPOSOBY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol przedmiotowego efektu uczenia się	Sposoby weryfikacji efektu uczenia się	Kryterium zaliczenia
--	--	----------------------

B.W7-B.W14; B.U1; B.U4-B.U7, B.U11-B.U12; K1-K2	Sprawdziany, kolokwia	50% + 1pkt
B.W7-B.W14; B.W26; B.U1; B.U4-B.U7; B.U11- B.U12	Egzamin pisemny	2,0 (ndst.) – poniżej 53% 3,0 (dost.) – 53% - 61% 3,5 (ddb.) – 62% - 70% 4,0 (db.) – 71% - 80% 4,5 (pdb.) – 81% - 90% 5,0 (bdb.) – 91% - 100%

**9. INFORMACJE DODATKOWE** (informacje istotne z punktu widzenia nauczyciele niezawarte w pozostałej części sylabusu, np. czy przedmiot jest powiązany z badaniami naukowymi, szczegółowy opis egzaminu, informacje o kole naukowym)

W Zakładzie Chemii Analitycznej i Biomateriałów działa SKN SPEKTRUM pełna informacja:

[https://wf.wum.edu.pl/sites/wf.wum.edu.pl/files/skn\\_spektrum.pdf](https://wf.wum.edu.pl/sites/wf.wum.edu.pl/files/skn_spektrum.pdf)