



Załącznik nr 5  
do Uchwały Senatu Uniwersytetu Medycznego  
we Wrocławiu nr 1630  
z dnia 30 marca 2016 r.

[illegible]



Razem w roku:													
	30				150							240	
<p>Cele kształcenia: (max. 6 pozycji)</p> <p><b>C1.</b> Głównym celem nauczania chemii analitycznej studentów Farmacji jest przekazanie wiedzy z zakresu metod analizy klasycznej i instrumentalnej stanowiącej podstawę do dalszych studiów.</p> <p><b>C2.</b> Wykształcenie umiejętności doboru odpowiednich metod do rozwiązywania określonych problemów analitycznych.</p> <p><b>C3.</b> Zdobyć wiedzy niezbędnej do interpretacji oraz krytycznej oceny otrzymanych wyników.</p> <p><b>C4.</b> Ćwiczenia z chemii analitycznej mają na celu opanowanie przez studenta podstaw pracy laboratoryjnej, właściwych metod analitycznych niezbędnych do oznaczeń ilościowych oraz praktycznej obsługi aparatury pomiarowej.</p>													
<p>Macierz efektów kształcenia dla modułu/przedmiotu w odniesieniu do metod weryfikacji zamierzonych efektów kształcenia oraz formy realizacji zajęć:</p>													
Numer efektu kształcenia przedmiotowego	Numer efektu kształcenia kierunkowego	Student, który zaliczy moduł/przedmiot wie/umie/potrafi				Metody weryfikacji osiągnięcia zamierzonych efektów kształcenia (formujące i podsumowujące)				Forma zajęć dydaktycznych  ** wpisz symbol			
<b>W01</b>	<b>B.W 7</b>	- charakteryzuje rodzaje i właściwości roztworów - definiuje i objaśnia procesy utleniania i redukcji - rozumie i opisuje klasyczne metody analizy ilościowej: analizę wagową, objętościową, alkacymetrię, redoksymetrię, argentometrię, kompleksometrię;				2 sprawdziany formujące (pisemne, ustne) z chemii analitycznej klasycznej (ilościowej); 4 sprawdziany formujące (pisemne, ustne). Ilość sprawdzianów wynika z przewidzianych tokiem studiów działów analizy instrumentalnej. Ocena dokładności wykonanych analiz.				WY, CL			
<b>W02</b>	<b>B.W8</b>												
<b>W03</b>	<b>B.W 12</b>												
<b>W04</b>	<b>B.W 13</b>	- definiuje klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych, objaśnia podstawy teoretyczne i metodyczne technik spektroskopowych, elektrochemicznych, chromatograficznych i spektrometrii mas oraz											



<b>W05</b>	<b>B.W14</b>	tłumaczy zasady funkcjonowania aparatów stosowanych w tych technikach; - formułuje kryteria wyboru metody analitycznej (klasycznej i instrumentalnej) oraz zasady walidacji metody analitycznej;	Sprawdzian podsumowujący: egzamin.	
<b>U 01</b>	<b>B.U 6</b>	- wykorzystuje wiedzę o właściwościach substancji nieorganicznych w farmacji;	Ocena dokładności wykonywanych analiz. Ocena postawy osobistej prezentowanej na zajęciach.	WY, CL
<b>U02</b>	<b>B.U 7</b>	- dobiera metodę analityczną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego oraz przeprowadza jej walidację;		
<b>U03</b>	<b>B.U 8</b>	- wykonuje analizy jakościowe i ilościowe pierwiastków oraz związków chemicznych metodami klasycznymi i instrumentalnymi oraz ocenia wiarygodność wyniku analizy w oparciu o metody statystyczne;		
<b>K 01</b>	<b>B.K 1.</b>	- posiada nawyk korzystania z technologii informacyjnych do wyszukiwania i selekcjonowania informacji;	Kontrola wyników analiz uzyskanych w trakcie pracy indywidualnej i zespołowej w laboratorium. Ocena zdolności formułowania wniosków z przeprowadzonych oznaczeń. Ocena umiejętności zwięzłego opisanie wykonanej pracy.	
<b>K02</b>	<b>B.K 2</b>	- wyciąga i formułuje wnioski z własnych pomiarów i obserwacji, wyjaśnia konsekwencje błędów popełnionych w pracy laboratoryjnej;		
<b>K03</b>	<b>B.K 3.</b>	- posiada umiejętność pracy w zespole, postępuje zgodnie z zasadami etyki pracy analityka.		

\*\* WY - wykład; SE - seminarium; CA - ćwiczenia audytoryjne; CN - ćwiczenia kierunkowe (niekliniczne); CK - ćwiczenia kliniczne;



CL - ćwiczenia laboratoryjne; CM – ćwiczenia specjalistyczne (mgr); CS - ćwiczenia w warunkach symulowanych; LE - lektoraty; zajęcia praktyczne przy pacjencie - PP; WF - zajęcia wychowania fizycznego (obowiązkowe); PZ- praktyki zawodowe; SK – samokształcenie, EL- E-learning.

Proszę ocenić w skali 1-5 jak powyższe efekty lokują państwa zajęcia w działach: przekaz wiedzy, umiejętności czy kształtowanie postaw:

Wiedza: 5

Umiejętności: 4

Kompetencje społeczne: 3

**Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS):**

Forma nakładu pracy studenta (udział w zajęciach, aktywność, przygotowanie itp.)	Obciążenie studenta (h)
1. Godziny kontaktowe:	180
2. Czas pracy własnej studenta (samokształcenie):	240
Sumaryczne obciążenie pracy studenta	420
<b>Punkty ECTS za moduł/przedmiotu</b>	<b>14</b>
Uwagi	

**Treść zajęć:** (proszę wpisać hasłowo tematykę poszczególnych zajęć z podziałem na formę zajęć dydaktycznych, pamiętając, aby przekładała się ona na zamierzone efekty kształcenia)

**Wykłady**

1. Przedmiot chemii analitycznej. Rodzaje informacji analitycznych, kryteria podziału i wyboru metod.

Rola i miejsce chemii analitycznej w farmacji.

2. Podział metod analizy ilościowej; cechy metody, źródła i rodzaje błędów, ocena wyników metody analitycznej, walidacja. Przygotowanie próbek do analizy- rozpuszczanie i roztwarzanie, metody mineralizacji i metody specjacji.

3. Teoretyczne podstawy chemii analitycznej – równowagi jonowe w roztworach, teorie kwasów i zasad, klasyfikacja rozpuszczalników, iloczyn rozpuszczalności, utlenianie i redukcja, potencjał Nernsta, stałe trwałości reakcji kompleksowania.

4. Analiza wagowa - osad analityczny, jego właściwości, warunki wytrącania osadów, mnożnik analityczny. Źródła błędów oznaczeń wagowych.

5. Metody analizy miareczkowej - podstawy teoretyczne: opis krzywych miareczkowania, skoku krzywej miareczkowania, dobór wskaźników oraz zasada ich działania w poszczególnych metodach.

Miareczkowanie bezpośrednie, pośrednie i odwrotne. Podział metod miareczkowych: alkacymetria, kompleksometria, analiza strąceniowa, redoksometria. Substancje wzorcowe, zalety i ograniczenia metod miareczkowych. Zastosowanie w analizie preparatów farmaceutycznych.

6. Zjawiska i właściwości materii wykorzystywane w analizie chemicznej. Sygnały instrumentalne wykorzystywane w pomiarach analitycznych. Metody absolutne i porównawcze. Pojęcie mikroanalizy i analizy śladowej. Metody krzywej wzorcowej, dodawania wzorca i wzorca wewnętrznego.



7. Metody spektroskopowe analizy chemicznej – rodzaje oddziaływań promieniowania elektromagnetycznego z materią, zakresy promieniowania. Spektroskopia UV-VIS, IR; chromofory, prawa absorpcji, odstępstwa od praw absorpcji, widma elektronowe, aparatura, metody oznaczeń.  
Zastosowanie tych metod w analizie medycznej.
8. Spektroskopia luminescencyjna. Podział zjawisk luminescencyjnych pod względem czynnika, który je wywołuje. Fluorescencja i fosforescencja. Diagram Jabłońskiego, wydajność kwantowa fluorescencji, reguła Stokes’a – Lommela.
9. Spektroskopia jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR), przesunięcie chemiczne, widma  $^1\text{H}$  i  $^{13}\text{C}$  NMR, spektrometry NMR, zastosowanie NMR do identyfikacji i/lub oznaczeń czystości substancji.
10. Spektroskopia atomowa emisyjna i absorpcyjna (AAS, ICP). Metody atomizacji stosowane w spektroskopii atomowej, atomizery płomieniowe, elektrotermiczne, indukcyjnie sprzężona plazma. Zastosowanie metod spektrometrii atomowej do oznaczania pierwiastków śladowych w materiałach biologicznych.
11. Wprowadzenie do metod elektroanalitycznych - podstawy elektrochemii roztworów, procesy elektrodowe, potencjał elektrody, prądy w ogniwie elektrochemicznym. Klasyfikacja metod elektrochemicznych.
12. Potencjometria i jej zastosowania w analizie, elektrody wskaźnikowe i porównawcze. Podział elektrod ze względu na mechanizm działania. Elektrody jonoselektywne. Miareczkowanie potencjometryczne oraz sposoby wyznaczania punktu końcowego PK. Techniki miareczkowania potencjometrycznego.
13. Metody woltamperometryczne. Trójelektrodowy układ pomiarowy. Sposoby polaryzowania elektrody pracującej. Polarografia-zalety kroplowej elektrody rtęciowej. Prądy graniczne i szczątkowe. Elektrochemiczne metody strippingowe. Elektrogravimetria. Prawa Faradaya. Warunki elektrolizy. Miareczkowanie kulometryczne.
14. Metody chromatograficzne rozdzielania i analizy substancji chemicznych. Podstawy rozdzielania chromatograficznego, współczynnik selektywności, rozdzielczość, pojęcie półki teoretycznej, równanie Van Deemtera.
15. Klasyfikacja głównych technik chromatograficznych, analiza jakościowa i ilościowa,
  - Chromatografia gazowa (GC), fazy ruchome, kolumny i fazy stacjonarne, wykrywanie rozdzielanych substancji, sterowanie przyrządem, przetwarzanie danych
  - Wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC), fazy ruchome, podawanie rozpuszczalnika, dozowanie próbki, kolumny i fazy stacjonarne, detekcja rozdzielanych składników, sita molekularne, rozdział i oznaczenia czystości związków.
  - Chromatografia planarna, bibułowa i cienkowarstwowa.

#### Seminaria

#### Ćwiczenia

W zakresie analizy chemicznej przeprowadzane są oznaczenia:

- chlorków metodą Fajansa,



- żelaza metodą grawimetryczną;
- cynk i glin kompleksometrycznie;
- wodorotlenek sodu, mieszanina wodorotlenku i węglanu sodu, kwas solny i kwas octowy - alkacymetrycznie;
- nadtlenuk wodoru - manganometrycznie;
- miedź i arszenik - jodometrycznie.

Obliczenia wyników oznaczeń metodami chemicznymi (ćwiczenia rachunkowe z zakresu:

iloczyn rozpuszczalności i oznaczenia wagowe; pH roztworów, roztwory buforowe, hydroliza soli; oznaczenia argentometryczne, kompleksometryczne, alkacymetryczne i redoksymetryczne).

W zakresie analizy fizykochemicznej ćwiczenia obejmują:

- wyznaczanie charakterystyki elektrody szklanej, pomiar pH,
- wyznaczanie stężenia jonów za pomocą elektrod ISE,
- miareczkowanie potencjometryczne,
- oznaczanie ilościowe oksytetracykliny lub kwasu p-aminobenzoowego lub antypiryny w zakresie promieniowania UV i VIS,
- ilościowe oznaczanie paracetamolu w preparatach farmaceutycznych (np. Apap), wykorzystanie do obliczeń współczynnika absorpcji właściwej z FP VII,
- fluorymetryczne oznaczanie ilościowe chlorowodoru chininy,
- oznaczanie ilościowe wapnia i potasu w surowicy krwi konserwowanej, metodą fotometrii płomieniowej,
- wykrywanie fluoryzujących znaków (w świetle UV) na banknotach, dowodach osobistych itp., gaszenie fluorescencji w obecności różnych domieszek (np. KI),
- wpływ składu elektrolitu podstawowego na jakość polarogramu. Fale tlenowe. Zjawisko nad napięcia na rtęci. Polarografia zmiennie prądowa. Zasady interpretacji ilościowej polarogramu (wysokość fali, potencjał półfali). Wyznaczanie wzorcowych potencjałów półfali (pięć metali),
- krzywe miareczkowania konduktometrycznego - oznaczanie ilościowe mocnego kwasu
- rozdział mieszaniny barwników w rozpuszczalnikach o różnym stopniu polarności, dobór optymalnej fazy ruchomej (TLC),
- rozdział i identyfikacja: a) sulfonamidów w mieszaninie b) aminokwasów w mieszaninie - ćwiczenia do wyboru (TLC),
- identyfikacja sulfonamidu w preparacie leczniczym Biseptol,
- chromatografia jonowymienna – pośrednie oznaczanie jonów siarczanowych, rozdział węglowodorów, wpływ polarności fazy ruchomej na czas retencji (HPLC).

Inne

Literatura podstawowa: (wymienić wg istotności, nie więcej niż 3 pozycje)



1. Lipiec T., Szmal Z. Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej PZWL, 1997
2. Skoog D., West D., Holler J., Crouch S. Podstawy chemii analitycznej PWN, 2007
3. Szczepaniak W. Metody instrumentalne w analizie chemicznej PWN, 2007
4. Galus Z. (redaktor) Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej PWN 2013

Literatura uzupełniająca i inne pomoce: (nie więcej niż 3 pozycje)

1. Kealey D., Heines P.J. Krótkie wykłady. Chemia analityczna PWN, 2005
2. Cygański A. Chemiczne metody analizy ilościowej PWN-T, 2011
3. Minczewski J., Marczenko Z. Chemia analityczna Tom 1 i 2 PWN, 2012

**Wymagania dotyczące pomocy dydaktycznych:** (np. laboratorium, rzutnik multimedialny, inne...)

- sala laboratoryjna z wyposażeniem w typowy, nowoczesny sprzęt i odczynniki
- sala seminaryjna z rzutnikiem multimedialnym
- pracownie aparaturowe wyposażone w nowoczesną aparaturę naukowo-badawczą

**Warunki wstępne:** (minimalne warunki, jakie powinien student spełnić przed przystąpieniem do modułu/przedmiotu)

- znajomość podstaw chemii, umiejętność pisania reakcji chemicznych

**Warunki uzyskania zaliczenia przedmiotu:** (określić formę i warunki zaliczenia zajęć wchodzących w zakres modułu/przedmiotu, zasady dopuszczenia do egzaminu końcowego teoretycznego i/lub praktycznego, jego formę oraz wymagania jakie student powinien spełnić by go zdać, a także kryteria na poszczególne oceny)

Zaliczenie przedmiotu chemia analityczna obejmuje znajomość wiedzy z zakresu analizy klasycznej i analizy instrumentalnej ze szczególnym uwzględnieniem roli i miejsca chemii analitycznej w farmacji.

Student zna teoretyczne podstawy klasycznych metod analitycznych oraz zjawiska fizyczne i fizykochemiczne leżące u podstaw metod instrumentalnych.: Zna poszczególne metody, zalety i ograniczenia tych metod oraz ich zastosowanie w analizie preparatów farmaceutycznych.

Student zna zasady pracy oraz rygory jakie muszą być przestrzegane w laboratorium chemicznym podczas realizacji procesu analizy ilościowej.

Student umie przeprowadzić podstawowe oznaczenia ilościowe stosując metody analizy klasycznej i analizy instrumentalnej. Umie wykorzystać podstawowy sprzęt laboratoryjny oraz aparaturę umie dobrać odpowiednią metodę analityczną oraz jest zdolny do wykonania analizy ilościowej w oparciu o daną procedurę.

Student umie przeprowadzić obliczenia stechiometryczne w zakresie wykonywanych oznaczeń ilościowych umie oszacować popełnione błędy oraz ocenić uzyskany wynik z punktu widzenia dokładności i precyzji.





### Kompetencje społeczne

Umiejętność wyjaśnienia podstawowych zagadnień związanych z chemią analityczną i jej znaczenie w rozwoju nauk farmaceutycznych bez odwoływania się do terminologii naukowej. Zrozumienie znaczenia nabytej wiedzy w dalszym toku studiów oraz w przyszłym zawodzie. Świadomość wartości i odpowiedzialności za własne wyniki. Odpowiedzialność za miejsce pracy, przestrzeganie zasad obowiązujących w laboratorium chemicznym. Samodzielność w pracy laboratoryjnej i umiejętność pracy zespołowej.

Warunkiem zdania egzaminu jest zaliczenie części teoretycznej (pytania w formie otwartej i testowej) oraz części rachunkowej (zadania z zakresu chemii analitycznej).

Ocena z egzaminu oparta jest o liczbę zdobytych punktów: ndst: 0-60%, dst: 61-69%, ddb: 70-78%, db: 79-87%, pdb: 88-94%, bdb: 95-100%.

Student przygotowuje się do egzaminu w oparciu o wiadomości zdobyte na wykładach, na zajęciach laboratoryjnych oraz na bazie wskazanej literatury.

Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest wykonanie przewidzianych w programie ćwiczeń laboratoryjnych wraz z zaliczeniem analiz, oraz zdanie dwóch kolokwii cząstkowych z zakresu analizy klasycznej oraz czterech z zakresu analizy instrumentalnej. Jeżeli średnia ocen ze wszystkich kolokwii osiągnie wartość 4.0 lub powyżej, istnieje możliwość zwolnienia studenta z egzaminu.

Ocena słowna (skrót)	Ocena/wg ECTS	Opis wymaganych kryteriów	Stopień opanowania wiedzy w %
bardzo dobry	5,0	osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia obejmujących wszystkie istotne aspekty	96-100
ponad dobry	4,5	osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia obejmujących wszystkie istotne aspekty z pewnymi błędami lub nieścisłościami	91-95
dobry	4,0	osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia z pominięciem niektórych mniej istotnych aspektów	81-90
dość dobry	3,5	osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia z pominięciem niektórych istotnych aspektów lub z istotnymi nieścisłościami	71-80
dostateczny	3,0	osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia z pominięciem niektórych ważnych aspektów lub z poważnymi nieścisłościami	61-70
niedostateczny	2,0	brak osiągnięcia zakładanych efektów kształcenia	≤





**Nazwa i adres jednostki prowadzącej moduł/przedmiot, kontakt: tel. i adres email** Katedra  
i Zakład Chemii Analitycznej  
Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Analityki Medycznej  
Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
ul. Borowska 211A  
50-556 Wrocław  
Tel. 71 78 40 306  
email: chemia.analityczna@umed.wroc.pl

**Koordinator / Osoba odpowiedzialna za moduł/przedmiot, kontakt: tel. i adres email**  
Prof. dr hab. Irena Majerz  
tel. 71 784 03 05  
email: [irena.majerz@umed.wroc.pl](mailto:irena.majerz@umed.wroc.pl)

**Wykaz osób prowadzących poszczególne zajęcia: Imię i Nazwisko, stopień/tytuł naukowy lub zawodowy, dziedzina naukowa, wykonywany zawód, forma prowadzenia zajęć .**

- Irena Majerz, prof. dr hab. n. chem., nauczyciel akademicki – wykłady, ćwiczenia laboratoryjne
- Dariusz Sarzyński, dr hab. n. chem. – ćwiczenia laboratoryjne
- Igor Mucha, dr n. chem., nauczyciel akademicki – ćwiczenia laboratoryjne
- Urszula Śliwińska-Hill, dr n. chem., nauczyciel akademicki – ćwiczenia laboratoryjne
- Katarzyna Wigłusz, dr n. farm., nauczyciel akademicki - ćwiczenia laboratoryjne
- Olimpia Gładysz dr n. chem., nauczyciel akademicki - ćwiczenia laboratoryjne
- Marta Krawczyk, dr n. chem., nauczyciel akademicki – ćwiczenia laboratoryjne
- Anna Kwiecień, dr n. chem., nauczyciel akademicki - ćwiczenia laboratoryjne
- Małgorzata Polesiak mgr inż. chemii, nauczyciel akademicki - ćwiczenia laboratoryjne
- Sebastian Szymański, mgr inż. chemii, nauczyciel akademicki - ćwiczenia laboratoryjne
- Tomasz Błaśkiewicz, mgr farm. – ćwiczenia laboratoryjne
- Przemysław Skibiński, mgr farm. – ćwiczenia laboratoryjne

**Data opracowania sylabusu**

Wrocław, 5.06.2019

**Sylabus opracował(a)**

Prof. dr hab. Irena Majerz  
dr hab. Dariusz Sarzyński

**Podpis Kierownika jednostki prowadzącej zajęcia**



**UNIWERSYTET MEDYCZNY**  
IM. PIASTÓW ŚLĄSKICH WE WROCŁAWIU

Załącznik nr 5  
do Uchwały Senatu Uniwersytetu Medycznego  
we Wrocławiu nr 1630  
z dnia 30 marca 2016 r.

Podpis Dziekana właściwego wydziału

.....