

# REGULAMIN DYDAKTYCZNY

Katedra i Zakład Chemii Fizycznej  
Collegium Medium im. Ludwika Rydygiera  
Uniwersytet Mikołaja Kopernika  
ul. Kurpińskiego 5, 85-950 Bydgoszcz  
[www.chemfiz.cm.umk.pl](http://www.chemfiz.cm.umk.pl)  
piotr.cysewski@cm.umk.pl  
(52) 585-36-11

## ANALIZA INSTRUMENTALNA

rok akademicki 2023/2024

**Kierunek**            **Analityka Medyczna**  
**Wydział**            **Wydział Farmaceutyczny**

### Skład osobowy kadry dydaktycznej

#### Wykład

**prof. dr hab. Piotr Cysewski**

#### Ćwiczenia

**dr hab. Beata Szeffler, prof. UMK**  
**dr inż. Przemysław Czeleń**  
**dr inż. Maciej Przybyłek**  
**dr inż. Tomasz Jeliński**

1. Informacje ogólne oraz organizacja zajęć.
2. Wymagania wobec studentów oraz warunki zaliczenia przedmiotu.
3. Zakres merytoryczny przedmiotu.
4. Zalecana literatura uzupełniająca.
5. Przepisy porządkowe oraz zasady BHP.

## 1. Informacje ogólne oraz organizacja zajęć.

Zajęcia z analizy instrumentalnej obejmują 20 godzin wykładów oraz 40 godzin ćwiczeń.

Wykłady odbywają się w sześciu pierwszych tygodniach semestru letniego.

Ćwiczenia odbywają się przez 15 tygodni semestru zimowego. Obowiązują dwa kolokwia zaliczeniowe w 7 i 14 tygodniu zajęć, a w ostatnim tygodniu semestru odbywa się sesja zaliczeniowa.

Poniższy schemat podsumowuje organizację zajęć dla przykładowej grupy:

tydzień	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
rodzaj zajęć	C1	C2	C3	C4	C5	C6	K1	C7	C8	C9	C10	C11	C12	K2	Z

legenda: **C** – ćwiczenia; **K** – kolokwium; **Z** - zaliczenie

- **Ćwiczenia oraz kolokwium i zaliczenie odbywają się w budynku Katedry Chemii Fizycznej (ul. Kurpińskiego 5)**
- **Wykłady odbywają się w Sali 31 (budynek Biblioteki)**

Ćwiczenia realizowane są w zespołach dwuosobowych. Poniższy schemat przedstawia ćwiczenia przypisane poszczególnym parom studentów ramach jednej grupy:

zespół	numer ćwiczenia / tydzień zajęć											
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13
1	A	B	C	D	E	F	1	2	3	4	5	6
2	B	C	D	E	F	A	1	2	3	4	5	6
3	C	D	E	F	A	B	1	2	3	4	5	6
4	D	E	F	A	B	C	1	2	3	4	5	6
5	E	F	A	B	C	D	1	2	3	4	5	6
6	F	A	B	C	D	E	1	2	3	4	5	6

### Harmonogram zajęć dydaktycznych

dzień	godziny zajęć	grupa	prowadzący
wtorek	12.30-14.30	c	dr inż. Tomasz Jeliński
wtorek	14.45-16.45	b	dr inż. Maciej Przybyłek / dr inż. Tomasz Jeliński
środa	9.00-11.00	e	dr hab. Beata Szefler, prof. UMK / dr inż. Przemysław Czeleń
środa	11.15-13.15	a	dr hab. Beata Szefler, prof. UMK / dr inż. Przemysław Czeleń
środa	13.30-15.30	d	dr hab. Beata Szefler, prof. UMK / dr inż. Przemysław Czeleń
poniedziałek	16.15 – 18.45 <sup>1</sup>	wykład	prof. dr hab. Piotr Cysewski
<sup>1</sup> tygodnie 1-6: 26.02., 04.03., 11.03., 18.03., 25.03., 08.04.			

## 2. Wymagania wobec studentów oraz warunki uzyskania zaliczenia.

### 2.1. Reguły uczestnictwa w zajęciach.

Ustala się następujące reguły uczestnictwa w zajęciach:

#### a) obecność

- obecność na wykładach, zajęciach ćwiczeniowych oraz kolokwium jest obowiązkowa;
- każda absencja musi zostać usprawiedliwiona możliwie jak najszybciej (nie później jednak niż w ciągu dwóch tygodni od jej wystąpienia);

#### b) przebieg zajęć, ocenianie i punktacja

- każde zajęcia (z wyjątkiem tych odbywających się w 1. tygodniu zajęć) rozpoczynają się "wejściówką";
- na wejściówce obowiązuje materiał dotyczący ćwiczenia wykonywanego podczas danych zajęć;
- sprawozdania należy dostarczać w formie cyfrowej; punkty za sprawozdanie będą przyznawane wyłącznie w przypadku dostarczenia ich przed rozpoczęciem kolejnych zajęć dydaktycznych, w przypadku nie dostarczenia sprawozdania w terminie student otrzymuje 0 punktów, przy czym ma obowiązek dostarczyć je do końca semestru;
- prowadzący zajęcia może zakwestionować poprawność sprawozdania i nakazać jego poprawę, przy czym poprawa taka nie zmienia uzyskanej pierwotnie liczby punktów;
- warunkiem uzyskania zaliczenia jest oddanie wszystkich sprawozdań i ich zatwierdzenie przez prowadzącego zajęcia;
- punkty za kolokwium będą przyznawane w przypadku uzyskania co najmniej 30% wszystkich możliwych punktów;
- w przypadku uzyskania mniejszej liczby punktów niż 30 % wszystkich możliwych punktów, przyznawana jest zerowa liczba punktów;

#### c) inne

- przystąpienie do jednego kolokwium poprawkowego możliwe jest w ostatnim tygodniu zajęć semestru letniego na ćwiczeniach zaliczeniowych;
- w przypadku nie odbycia się zajęć z przyczyn obiektywnych, maksymalna możliwa do zdobycia ilość punktów będzie obniżona;
- konsultacje odbywają się w ramach spotkań indywidualnych w siedzibie Katedry Chemii Fizycznej w godzinach dyżurów prowadzonych przez poszczególne osoby prowadzące zajęcia.

### 2.2. Warunki zaliczenia ćwiczeń.

W przypadku spełnienia wymogów obecności (patrz punkt 2.1) podstawą zaliczenia przedmiotu będzie liczba zdobytych punktów naliczanych wg algorytmu:

Punktacja	ilość	pkt	suma
Ćwiczenia	12	10	116*
Kolokwium	2	60	120
		<b>suma</b>	<b>236</b>

\* w trakcie ćwiczeń odbywających się w 1. tygodniu zajęć nie ma wejściówki

O zaliczeniu i ocenie decyduje łączna liczba punktów uzyskana przez studenta w trakcie trwania przedmiotu, zgodnie z poniższą tabelą.

bardzo dobry	5,0	>90%	212.5-236.0	<b>premia 7 punktów na egzaminie*</b>
dobry plus	4,5	>80%	188.9-212.4	<b>premia 5 punktów na egzaminie*</b>
dobry	4,0	>70%	165.3-188.8	<b>premia 3 punktów na egzaminie*</b>
dostateczny plus	3,5	>60%	141.7-165.2	uprzejme zaproszenie na egzamin
dostateczny	3,0	>50%	118.1-141.6	zaproszenie na egzamin
brak zaliczenia	2,0	<50%	000.0-118.0	

\* premię można uzyskać wyłącznie w przypadku zaliczenia obu kolokwium w pierwszym terminie!

## 2.3. System oceniania.

### 2.3.1. Ćwiczenia.

Podczas każdego z dwunastu zajęć ćwiczeniowych student może uzyskać maksymalnie 10 punktów. Składają się na to:

- wejściówka	0 – 4 pkt
- ocena jakości wykonania ćwiczenia	0 – 2 pkt
- opracowanie wyników w formie sprawozdania	0 – 4 pkt

### 2.3.2. Kolokwium.

Kolokwium zaliczeniowe odbywa się w formie pisemnej i obejmuje wszystkie ćwiczenia. Składa się ono z 10 pytań zamkniętych o charakterze pytań testowych oraz 5 pytań otwartych (krótkich odpowiedzi). Maksymalna ilość punktów do zdobycia wynosi 60 punktów. Każda poprawna odpowiedź punktowana jest w skali 0 - 1, przy czym całkowita liczba punktów uzyskanych przez studenta obliczana jest na podstawie następującego schematu:  $(x/15) \cdot 60$ , gdzie x oznacza sumę punktów zdobytych na podstawie liczby poprawnie rozwiązanych zadań / pytań. W przypadku uzyskania mniej niż 30% wszystkich możliwych punktów wynik za kolokwium wynosi zero punktów.

## 2.4. Zasady zaliczenia wykładu.

Warunkiem zaliczenia wykładów z przedmiotu Analiza Instrumentalna jest obecność na więcej niż 50% z wszystkich przeprowadzonych wykładów. W przypadku nie uzyskania zaliczenia z wykładu obowiązuje test z treści wykładowych w postaci dwóch pytań otwartych związanych z każdą godziną wykładu. Brak zaliczenia z wykładu skutkuje niedopuszczeniem do egzaminu.

## 2.5. Zasady zaliczenia przedmiotu.

Zaliczenie przedmiotu Analiza Instrumentalna odbywa się na podstawie egzaminu pisemnego składającego się z 15 pytań zamkniętych o charakterze pytań testowych oraz 5 pytań otwartych. Za każde poprawne rozwiązanie pytania zamkniętego student otrzymuje 1 punkt. Za każdą pełną odpowiedź na pytanie otwarte można uzyskać 1 punkt. Koniecznym warunkiem zdania egzaminu jest jednoczesne spełnienie dwóch warunków: zdobycie sumarycznej ilości punktów (z obydwu części egzaminu) większej niż 50% oraz zdobycie co najmniej 30% w części otwartej egzaminu (i tylko w tym wypadku naliczane są premie). Skala ocen ma charakter liniowy zgodnie z poniższą tabelą:

oceny		punktacja	
bardzo dobry	5,0	>90%	18,1- 20,0
dobry plus	4,5	>80%	16,1-18,0
dobry	4,0	>70%	14,1-16,0
dostateczny plus	3,5	>60%	12,1-14,0
dostateczny	3,0	>50%	10,1-12,0
brak zaliczenia	2,0	≤50%	≤10,0

Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie zaliczenia z ćwiczeń.

## 3. Zakres merytoryczny przedmiotu.

Treści merytoryczne przedmiotu oraz inne pomoce dydaktyczne są dostępne w ramach serwisu dydaktycznego Katedry Chemii Fizycznej znajdującego się pod adresem:

<http://www.chemfiz.cm.umk.pl/dydaktyka/>

**Wymagana wiedza z zakresu:** podstawowych pojęć oraz praw chemicznych.

**Cele wykładów:** przekazanie i zilustrowanie przykładami podstaw fizykochemii zjawisk i procesów chemicznych ze szczególnym uwzględnieniem ich konsekwencji dla żywych organizmów oraz układów biochemicznych.

**Cele ćwiczeń laboratoryjnych:** praktyczne nauczenie technik pomiarowych chemii fizycznej oraz nabycie umiejętności rozwiązywania problemów, zadań z analizy instrumentalnej.

**Cele ćwiczeń, rachunkowych oraz problemowych:** nauczenie samodzielnego rozwiązywania problemów i zadań rachunkowych na podstawie zdobytych informacji, świadome korzystanie ze zdobytej wiedzy w sytuacjach problemowych.

## 3.1. Treści wykładów.

### Część I: Metody optyczne

#### I.1. Absorpcjometria (ZO)

##### I.1.1. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią (ZO)

Natura promieniowania elektromagnetycznego, Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią, Prawa absorpcji: Prawo Lamberta, Beera, Lambert – Beera, Transmitacja, Absorbancja, Współczynnik absorbancji, Prawo addytywności absorpcji, Analiza ilościowa mieszaniny dwuskładnikowej, Odstępstwa od prawa Lamberta – Beera.

##### I.1.2. Techniki UV-VIS (ZO)

Poziomy energetyczne, Orbitale molekularne w związkach organicznych i nieorganicznych, Schemat przejść elektronowych, Pasma absorpcji niektórych chromoforów, Rodzaje przejść elektronów, Aparatura pomiarowa, Spektrofotometr dwustrumieniowy, spektrofotometr jednostrumieniowy, Korymetr, Spekol, Metodyka pomiaru, Analiza jakościowa - widma elektronowe, Parametry pasma: położenie, natężenie, molowe natężenie integralne, struktura pasma: stopień asymetrii: składowe przejść oscylacyjnych – siła oscylatora, Rozdzielenie pasm, Analiza ilościowa, Metoda krzywej wzorcowej, Analiza mieszanin, Przykład obliczeń, Kolorymetria, Zjawisko barwy, Metody kolorymetryczne: Porównanie ze skalą wzorca, Zrównoważenie barw, Miareczkowanie kolorymetryczne, Testy barwne, Zastosowanie technik UV-VIS.

#### I.1. Widma oscylacyjne (S)

Rodzaje drgań, Techniki IR, Aparatura, Źródła promieniowania, Detektory, Zastosowanie technik IR, Analiza jakościowa - technika porównawcza, Charakterystyczne cechy widma, Techniki RAMANA.

#### I.2. Metody optyczne rezonansowe (ZO)

##### I.2.1. Technika NMR (magnetycznego rezonansu elektronowego)

Podstawy fizykochemiczne, Zachowanie się jąder w zewnętrznym polu magnetycznym, Rozszczepienie zerowego poziomu energetycznego protonu w zewnętrznym polu magnetycznym, Podstawowe równanie NMR, Warunki rezonansu, Warunki dodatkowe absorpcji (istnienie jąder na niższym stanie energetycznym), Zjawisko nasycenia, Relaksacja, Przesunięcie chemiczne, Miary przesunięcia chemicznego, Czynniki wpływające na wartość przesunięcia chemicznego, Sprzężenie spinowe, Schemat aparatu, Zastosowania NMR, Analiza jakościowa, Analiza ilościowa, Analiza widma

##### I.2.2. Technika EPR (elektronowego rezonansu paramagnetycznego)

Zachowanie się elektronu w polu magnetycznym, Podstawowe równanie EPR, Sprzężenie nadsubtelne, Obecność wielu jąder, Widma, Spektrometr EPR

#### I.3. Emisyjne i emisyjno-absorpcyjne

##### I.3.1. Spektroskopia atomowa

Elektronowa struktura atomu, Wzbudzenia, Ważne pojęcia analityczne, Poziom rezonansowy - potencjał rezonansowy serie widmowe linie jonowe – linie związane z jonizacją, Elektrony optyczne- te, które znajdują się na zewnętrznych orbitach, Linie ostatnie- linie powstałe w widmie nawet przy niewielkich ilościach metali, Podział pierwiastków, Techniki analityczne, Techniki absorpcyjne, Techniki emisyjne, Schemat blokowy spektrometru AAS,(S)

##### I.3.2. Fotometria płomieniowa

Schemat fotometru płomieniowego

##### I.3.3. Inne metody spektrometryczne (S)

Spektrografia emisyjna, Spektrometria emisyjna, Spektrometria rentgenowska, Widmo fluorescencji rentgenowskiej.

##### I.3.4. Spektrofluorymetria (ZO)

Terminy podstawowe, Promieniowanie samorzutne, Promieniowanie wymuszone, Schemat jabłońskiego, Rodzaje luminescencji: Fosfoluminescencja, elektroluminescencja, chemiluminescencja, bioluminescencja, triboluminescencja, krystaloluminescencja.

#### I.4. Pozostałe metody optyczne (S)

##### I.4.1 Refraktometria (S)

Prawa Suelliusa, Dyspersja, Refrakcja, Aparatura w refraktometrii, Refraktometr Abbego.

##### I.4.2. Polarymetria (S)

Polaryzacja światła, Czynniki polaryzujące światło, pryzmat Nicola, Stopień polaryzacji, Czynność optyczna substancji, Ilościowe określenie skręcalności.

##### I.4.3. Techniki rozproszeniowe (S)

Metoda nefelometryczna (tyndalometryczna), Miara natężenie promieniowania rozproszonego, Metoda turbidymetryczna, Turbidancja, Wykorzystanie turbidymetrii, Aparatura w pomiarach nefelometrycznych i turbidymetrycznych.

### Część II: Metody elektroanalizy (ZO)

#### II.1. Potencjometria (ZO)

Pomiar siły elektromotorycznej. Rodzaje elektrod, Elektrody pierwszego rodzaju, Elektrody drugiego rodzaju, Elektrody trzeciego rodzaju, Elektrody redoks, Elektrody jonoselektywne, Elektrody szklane, Elektroda chinhydronowa, Przykłady ogniw, Związek SEM z funkcjami

termodynamicznymi, Potencjometria bezpośrednia, Pehametria, Pehametria pośrednia, Zastosowania potencjometrii, Wyznaczanie stałej i stopnia dysocjacji słabych elektrolitów, Słaby kwas, Słaba zasada, Miareczkowanie potencjometryczne, Miareczkowanie alkacymetryczne, Miareczkowanie redoksymetryczne, Miareczkowanie precypitometryczne, Krzywe miareczkowania wytrąceniowego, Miareczkowanie kompleksometryczne, Metody wykonania miareczkowań potencjometrycznych, Wyznaczanie PK miareczkowania metodą graficzną, Metoda pierwszej pochodnej lub drugiej pochodnej.

### **II.2. Faradayowskie metody elektroanalizy (S)**

Potencjał na granicy metal/ roztwór, Polaryzacja, Polaryzacja elektrochemiczna, Polaryzacja stężeniowa, Polaryzacja aktywacyjna, Elektroliza, Prawa elektrolizy, Elektrogravimetria, Elektroliza z kontrolowanym potencjałem katody, Elektroliza wewnętrzna, Kulometria, Aparatura kulometryczna, Kulometry wagowe, Kulometr srebrowy, Kulometr miedziowy, Kulometry miareczkowe, Kulometr jodowy, Kulometr alkacymetryczny, Kulometry gazowe, Kulometry kolorymetryczne

### **II.3. Polarografia (ZO)**

Klasyfikacja metod polarograficznych, Polarografia stałoprądowa, Kropłowa elektroda rtęciowa, Najważniejsze cechy kropłowej elektrody rtęciowej, Wady KER, Reakcje zachodzące na KER, Prądy polarograficzne, Prąd dyfuzyjny, Prąd kinetyczny, Prąd katalityczny, Prąd adsorpcyjny, Prąd pojemnościowy, Prąd migracyjny, Zestawienie prądów polarograficznych, Elektrolit podstawowy, Krzywa polarograficzna, Równanie fali polarograficznej, Tlen jako depolaryzator, Analiza jakościowa, Analiza ilościowa, Metoda krzywej wzorcowej, Metoda porównania ze wzorcem, Metoda dodawania wzorca, Miareczkowanie polarograficzne, Zalety miareczkowania polarograficznego, Polarografia zmiennoprądowa, Polarografia zmiennoprądowa sinusoidalna, Polarografia zmiennoprądowa prostokątna, Polarografia pulsowa, Przykład oznaczania różnymi metodami polarograficznymi, Oscylopolarografia, Krzywa oscylopolarograficzna.

### **II.4. Metody woltamperometryczne oraz amperometryczne (S)**

Woltamperometria: Woltamperometria z liniowo zmieniającym się potencjałem, Woltamperometria cykliczna, Woltamperometria inwersyjna (odwrócona), Krzywe woltamperometryczne, Znaczenie analityczne woltamperometrii inwersyjnej, Rozpuszczanie anodowe, Oznaczalność, Miareczkowanie amperometryczne, Miareczkowanie z jedną elektrodą spolaryzowaną, Miareczkowanie z dwiema elektrodami spolaryzowanymi („do martwego punktu”), Krzywe miareczkowania amperometrycznego

### **II.4. Metody konduktometryczne (S)**

Zjawisko przewodnictwa, Konduktancja, Przewodność właściwa, Przewodność molowa, Prawo Kohlrauscha, Ruchliwość jonu, Pomiar przewodności, Metoda kompensacyjna, Przykłady oznaczeń, Metodą konduktometrii bezpośredniej, Miareczkowanie konduktometryczne, Konduktometria bezkontaktowa (bezelektrodowa), Zastosowanie konduktometrii

## **Część III: Metody rozdzielcze – chromatografia**

### **III.1. Metody chromatograficzne (ZO)**

Klasyfikacja metod chromatograficznych. Podstawowe pojęcia i definicje, Chromatograf, Parametry retencji: Czas retencji, Objętość retencji. Parametry chromatograficzne

### **III.2. Chromatografia gazowa (ZO)**

Podstawy teoretyczne. Teorie chromatografii gazowej. Teoria półek. Teoria kinetyczna. Parametry równania Van Deemtera. Aparatura chromatograficzna. Schemat blokowy prostego chromatografu, Gaz nośny Regulacja przepływu gazu nośnego. Układ dozowania próbek. Kolumna. Kategorie kolumn Temperatura kolumny. Wypełnienia kolumn. Wypełnienia kolumn w chromatografii adsorpcyjnej (GSC). Adsorbenty niespecyficzne Adsorbenty specyficzne Charakterystyka niektórych adsorbentów stosowanych w chromatografii gazowej. Wypełnienia kolumn w chromatografii podziałowej, Nośniki. Nośniki do chromatografii gazowej występujące w handlu. Ciekłe fazy stacjonarne. Podział detektorów: Detektory stężeniowe, Detektory madowe (strumieniowe), Detektory uniwersalne (niespecyficzne), Detektory selektywne (specyficzne), Zasada działania niektórych detektorów, Detektor termokonduktometryczny – katarometr, Detektor płomieniowo-jonizacyjny, Detektor wychwytu elektronów, Detektor płomieniowo-emisyjny, Charakterystyka najważniejszych detektorów stosowanych w GC, Detektory jakościowe. Detekcja chemiczna w oparciu o reakcje charakterystyczne. Zastosowania chromatografii gazowej, Analiza jakościowa, Analiza ilościowa.

### **III.3. Chromatografia cieczowa (ZO)**

Wysokociśnieniowa chromatografia cieczowa HPLC, Rodzaje chromatografii cieczowej, chromatografia adsorpcyjna, chromatografia podziałowa, chromatografia jonowymienna, chromatografia żelowa, chromatografia normalnej fazy, chromatografia odwróconej fazy, Polarność eluentu, Mechanizm retencji, Sprawność rozdzielcza chromatograficznego, Selektywność, Zdolność rozdzielcza, Liczba półek teoretycznych, Wysokość półki teoretycznej, Czynniki wpływające na wysokość półki, Aparatura, Schemat chromatografu, Wypełnienia kolumn w HPLC, Fazy stacjonarne (adsorbenty), Wypełnienia powierzchniowo porowate, Wypełnienia mikroporowate o małej średnicy ziaren, Wypełnienia mikroporowate dla chromatografii adsorpcyjnej (LSC), Wypełnienia mikroporowate z chemicznie związanymi fazami stacjonarnymi dla chromatografii ciecz-ciecz (LLC), Wymieniacz jonowe dla HPLC, Wypełnienia dla chromatografii żelowej, Fazy mobilne, Szereg eluotropowy rozpuszczalników, Zasady wyboru techniki chromatograficznej, fazy stacjonarnej i fazy ruchomej, Zastosowanie wysokociśnieniowej chromatografii cieczowej.

### **III.4. Inne metody rozdzielcze: elektroforeza (ZO)**

Podział metod elektroforetycznych, Podstawy fizyczne, Aparat Cohena, Najważniejsze czynniki wpływające na rozdział elektroforetyczny, Ładunki na cząsteczce białka, Schemat budowy podwójnej warstwy elektrycznej, Elektroforeza planarna (cienkowarstwowa), Elektroforeza kapilarna, Podstawy fizyczne rozdziału, Migracja jonów w kapilarze, Elektroforogram, Główne zalety elektroforezy kapilarnej, Przykłady zastosowań, Elektroosmoza, Istota rozdziału w metodach elektroosmotycznych.

### **III.5. Inne metody rozdzielcze: ekstrakcja (S)**

## **Część IV: Inne metody instrumentalne**

### **IV.1. Metody termometryczne w analizie (S)**

Analiza termogravimetryczna (TG), Przykłady krzywych TG, Różnicowa analiza termiczna (DTA), Zasada pomiaru, Derywatografia, Miareczkowanie termometryczne, Przykład miareczkowania termometrycznego

### **IV.2. Spektrometria masowa (ZO)**

Istota pomiaru, Schemat aparatu, Układ wprowadzenia próbki, Komora jonizacyjna, Najczęstsze stosowane sposoby jonizacji, Analizator, Równanie spektrometru masowego. Detektor, Rejestrator, Widma masowe, Zastosowanie spektrometrii masowej, Pomiar mas atomowych. Rozdział i wzbogacanie izotopów, Badanie procesów jonizacji, Badanie struktury związków organicznych, Wpływ jonizacji na widmo, Zastosowanie spektroskopii masowej do oznaczeń czystych substancji, Przykładowe problemy.

### **IV.3. Metody rentgenograficzne (S)**

Możliwe mechanizmy oddziaływania kwantów gamma z materią. Metody dyfrakcyjne, Zjawisko uginania fal przechodzących przez szczelinę. Widmo dyfrakcyjne, Rodzaje dyfrakcji, Zastosowanie dyfrakcji w badaniach krystalograficznych, Podstawy fizyczne, Aparatura, Przykłady obserwacji dyfrakcyjnych, Przykładowe problemy

### **Część V: Przykłady stosowania metod instrumentalnych w diagnostyce medycznej (S)**

Przykłady stosowania optycznych technik absorpcyjnych, Przykłady stosowania optycznych technik emisyjnych oraz emisyjno-absorpcyjnych, Przykłady stosowania technik rozdzielczych: chromatografia cieczowa: sączenie molekularne, jonowymienna, absorpcyjna, podziałowa, Przykłady stosowania elektroanalitycznych technik rozdzielczych: elektroforeza, SDS, ogniskowanie izoelektryczne, dwukierunkowa, Przykłady stosowania kapilarnych technik rozdzielczych, Przykłady stosowania technik elektroanalitycznych.

## **3.2. Ćwiczenia**

### **Ćwiczenie 1**

TEMAT: Metody kalibracji.

CEL ĆWICZENIA: Zapoznanie się z różnymi metodami kalibracji stosowanymi w analizie instrumentalnej.

### **Ćwiczenie 2**

TEMAT: Spektrofotometria UV-VIS.

CEL ĆWICZENIA: Analityczna interpretacja widma absorpcyjnego.

### **Ćwiczenie 3**

TEMAT: Chromatograficzna analiza jakościowa i ilościowa.

CEL ĆWICZENIA: Identyfikacja aminokwasów oraz ich ilościowe oznaczenie w mieszaninach.

### **Ćwiczenie 4**

TEMAT: Polarografia.

CEL ĆWICZENIA: Analiza ilościowa z wykorzystaniem polarogramów oraz miareczkowania polarograficznego.

### **Ćwiczenie 5**

TEMAT: Magnetyczny Rezonans Jądrowy - NMR

CEL ĆWICZENIA: Zasady tworzenia widm NMR oraz ich analiza.

### **Ćwiczenie 6**

TEMAT: Metody termometryczne

CEL ĆWICZENIA: Wykorzystanie metod termometrycznych w analizie związków chemicznych o potencjale farmakologicznym.

### **Ćwiczenie A**

TEMAT: Spektrofotometryczne oznaczanie barwników

CEL ĆWICZENIA: Wyznaczenie stężenia różnych barwników na podstawie wartości ich molowego współczynnika absorpcji.

### **Ćwiczenie B**

TEMAT: Spektrofotometryczne oznaczanie kwasu salicylowego

CEL ĆWICZENIA: Wyznaczenie ilości kwasu salicylowego zawartej w tabletkach metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem reakcji tworzenia kompleksu z jonami żelaza (III).

### **Ćwiczenie C**

TEMAT: Refraktometryczne oznaczanie glukozy

CEL ĆWICZENIA: Zapoznanie się z budową i działaniem refraktometru oraz oznaczenie stężenia roztworu glukozy na podstawie pomiarów refraktometrycznych

### **Ćwiczenie D**

TEMAT: Potencjometryczne oznaczanie kwasu ortofosforowego w napojach typu „cola”

CEL ĆWICZENIA: Wyznaczenie stężenia kwasu ortofosforowego w napojach typu „cola” za pomocą miareczkowania potencjometrycznego przy użyciu roztworu wodorotlenku sodu.

### **Ćwiczenie E**

TEMAT: Nefelometryczne oznaczanie siarczanu (VI) w wodzie pitnej oraz ilościowe oznaczanie kwasu fosforowego (V) metodą turbidymetryczną

CEL ĆWICZENIA: Zapoznanie się z pomiarami nefelometrycznymi i turbidymetrycznymi oraz oznaczanie zawartości siarczanu (VI) i fosforanów (V) w wodzie pitnej za pomocą nefelometrii

### **Ćwiczenie F**

TEMAT: Osmometria

CEL ĆWICZENIA: Pomiar ciśnienia osmotycznego z wyznaczeniem współczynnika izotonicznego roztworów i masy molowej nieznanego aminokwasu

## **4. Zalecana literatura uzupełniająca**

### **Zalecane podręczniki**

1. pod red. Ryszarda Kocjana, Chemia analityczna: podręcznik dla studentów, t.2 : Analiza instrumentalna, Warszawa, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2003;
2. Walenty Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, Warszawa 2008;
3. Minczewski J., Marczenko Z., Chemia analityczna, t.3. Analiza instrumentalna;
4. Atkins P.W., Podstawy chemii fizycznej;
5. Praca zbiorowa. Poradnik chemika analityka – analiza instrumentalna. WNT

### **Literatura uzupełniająca**

1. Analiza instrumentalna.; Maciej Jarosz, Elżbieta Malinowska/Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, 1999;
2. Jan Kryściak, Chemiczna analiza instrumentalna; Wydawnictwo Lekarskie PZWL/1999;
3. Kryściak J., „Chemiczna analiza instrumentalna”;
4. Jarosz M., Malinowska E., Pracownia chemiczna - „Analiza instrumentalna”;
5. Szczepaniak W., „Metody instrumentalne w analizie chemicznej”;
6. Cygański A., „Metody spektroskopowe w chemii analitycznej”;
7. Cygański A., „Metody elektroanalizy”;
8. Witkiewicz Z., „Podstawy chromatografii”;
9. Ewing G.W., „Metody instrumentalne w analizie chemicznej”;
10. Kęcki Z., „Podstawy spektroskopii molekularnej”;
11. Pinta M., „Absorpcyjna spektrometria atomowa”;
12. Alpert N.L., Keiser W.E., Szymański H.A., „Spektroskopia w podczerwieni”;
13. Nowicka – Jankowska T. (red.), „Spektrofotometria UV-VIS w analizie chemicznej”;
14. Szyszko E., „Instrumentalne metody analityczne”;
15. Zschunke A., „Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego w chemii organicznej”;
16. Rödel W., Wölm G., „Chromatografia gazowa”;
17. Zieliński W., Rajca A., „Metody spektroskopowe i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych”.



## 5. Przepisy porządkowe oraz zasady BHP obowiązujące w Katedrze Chemii Fizycznej

**UWAGA: Studenci zobowiązani są do przestrzegania wszelkich przepisów epidemiologicznych wydanych przez właściwe władze, w szczególności dotyczących dystansu społecznego i dezynfekcji stanowiska pracy.**

### 1) Zasady ogólne:

- 1.a) Odzież wierzchnią należy zostawiać w szatni znajdującej się w pomieszczeniach piwnicznych Katedry
- 1.b) W laboratorium chemii fizycznej instrumentalnej należy zawsze przebywać w fartuchu.
- 1.c) Zabrania się spożywania pokarmów i płynów w laboratorium.
- 1.d) Po zakończeniu ćwiczeń należy dokładnie umyć używane naczynia szklane i uporządkować swoje miejsce pracy.
- 1.e) Wiele odczynników znajdujących się w pracowni jest potencjalnymi truciznami. Dlatego wykonując ćwiczenia należy myć ręce w przypadku zanieczyszczenia odczynnikami i bezwzględnie przed opuszczeniem pracowni.
- 1.f) Oszczędzaj używane w trakcie ćwiczeń odczynniki i szkło.
- 1.g) Zabrania się palenia tytoniu w całym budynku Katedry Chemii Fizycznej

### 2) Czynności laboratoryjne:

- 2.a) Nie zapalaj ognia, jeżeli pracujesz z substancjami łatwopalnymi (etery, benzen, aceton, itp.) Płytki elektryczne nie zabezpieczają przed zapaleniem się oparów większości rozpuszczalników organicznych!
- 2.b) Wszelkie czynności ze stężonymi kwasami i zasadami, amoniakiem, bromem mogą być wykonywane jedynie pod wyciągiem – w fartuchu gumowym, okularach i rękawicach.
- 2.c) Nie wlewaj nigdy wody do stężonego kwasu SIARKOWEGO – mieszanina silnie nagrzewa się i może wyprysnąć z naczynia!
- 2.d) Nie pipetuj ustami substancji żrących (m.in. stężonych kwasów i zasad), bromu i roztworów cyjanków. Korzystaj ze specjalnych pomppek lub gruszek gumowych.
- 2.e) Pipetę używaną do stężonych kwasów lub zasad natychmiast przepłucz wodą. Rozlany na stole laboratoryjnym stężony kwas lub ług natychmiast zetrzyj.
- 2.f) Nie należy przechowywać roztworów alkalicznych w naczyniach ze szlifem (biurety, butelki ze szlifem).
- 2.g) Do każdego roztworu używaj oddzielnej pipety.
- 2.h) Nie wprowadzaj pipety do butelek z odczynnikami, zwłaszcza z roztworami wzorcowymi i łatwo rozkładającymi się. Nigdy nie wlewaj z powrotem do butelki roztworu z niej pobranego.
- 2.i) Na wadze analitycznej odważaj posługując się czystą łyżeczką oraz czystymi i suchymi naczyniami wagowymi. Odważniki należy przenosić wyłącznie szczypcami. Po zakończeniu ważenia wagę należy zaaretować i usunąć zanieczyszczenia.
- 2.j) Stosując wirowanie należy pamiętać o następujących szczegółach: poziom cieczy w probówkach powinien być niższy ok. 1 cm od długości próbówki, dno próbówki w trakcie wirowania powinno opierać się o podkładkę gumową, próbówki (i tuleje) powinny być zrównoważone parami naprzeciwlegle umieszczonych w rotorze wirówki probówek. Poziom cieczy w równoważonych probówkach powinien być zbliżony w przypadku pęknięcia próbówki w trakcie wirowania należy wirówkę natychmiast wyłączyć i dokładnie oczyścić z odłamków szkła i rozlanej cieczy.
- 2.k) Posługuj się wyłącznie dokładnie umyтым sprzętem szklanym. Bezpośrednio po użyciu spłucz naczynie bieżącą wodą myj ciepłą wodą z detergentem używając czystej szczotki, spłucz bieżącą wodą do całkowitego usunięcia detergentu, a następnie min. 3x wodą destylowaną.
- 2.l) Pipety bezpośrednio po użyciu należy przemyć bieżącą wodą i wstawić do cylindra z roztworem detergentu. W celu wymycia pipetę szklaną podłącz do pompki wodnej i przepłucz wodą wodociągową, a następnie 3x destylowaną.
- 2.m) Naczynia szklane można suszyć w suszarce w 120°C, z wyjątkiem kalibrowanych naczyń miarowych i grubościennych probówek
- 2.n) Nie wrzucaj odpadków stałych do zlewu.
- 2.o) W razie konieczności wylania stężonego kwasu lub zasady do zlewu pamiętaj o zasadzie 'kwas do wody' i spłucz zlew wodą.

### 3) Postępowanie w sytuacjach awaryjnych

- 3.a) Przy oparzeniu skóry kwasem lub ługiem oparzone miejsce opłucz dokładnie bieżącą wodą i przemyj 2-3% roztworem wodorowęglanu sodowego (oparzenie kwasem) lub 1-2% roztworem kwasu octowego lub cytrynowego (oparzenie ługiem), a następnie przemyj luźno zwiniętą gazą higroskopijną.
- 3.b) W przypadku oparzenia oczu należy płukać je obficie wodą, wprowadzając jej strumień do zewnętrznych kąćków, pod powieki. Konieczne jest niezwłoczne badanie lekarskie.
- 3.c) Gdy kwas lub zasada dostaną się do ust należy natychmiast przepłukać je dużą ilością wody, a następnie odpowiednio rozcieńczonym roztworem wodorowęglanu sodowego lub kwasu octowego czy cytrynowego. W przypadku połknięcia roztworu kwasu lub zasady należy wypić dużą ilość mleka lub wody z surowym białkiem jaja, czy oliwy i niezwłocznie udać się do lekarza.
- 3.d) Przy oparzeniu termicznym skóry z objawami I stopnia (zaczerwienienie, obrzęk, ból) należy przemyć jej powierzchnię etanolem lub pioktanią czy 10% roztworem nadmanganianu potasu. W poważniejszych przypadkach oparzeń (z pęcherzami) należy przemyć otoczenie rany etanolem, przykryć ją gazą higroskopijną i udać się do lekarza.
- 3.e) W przypadku rozlania się łatwopalnych cieczy zetrzyj je natychmiast, a ścierkę spłucz pod bieżącą wodą. Płonące rozpuszczalniki organiczne gaś wyłącznie kocem azbestowym lub odpowiednią gaśnicą (proszkową lub śniegową).
- 3.f) Zapoznaj się z planem ewakuacyjnym budynku.