

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

О.А. Запорожець

«___» _____ 20__ року

«___» _____ 20__ року

«___» _____ 20__ року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ¹

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

для студентів

галузь знань **0401 Природничі науки**

напрямок підготовки **040101 - Хімія**

КИЇВ – 2014

¹ Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролю.

Робоча програма «Інструментальні методи аналізу» для студентів *напрямку підготовки 040101 - Хімія*. «15» грудня 2014 року – 19 с.

Розробники¹: (вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)
Запорожець Ольга Антонівна, професор, доктор хімічних наук, професор
Тананайко Оксана Юрївна, доцент, кандидат хімічних наук, доцент

Лектор: **Запорожець Ольга Антонівна**, професор, доктор хімічних наук, професор

Робоча програма дисципліни «Інструментальні методи аналізу» затверджена на засіданні кафедри аналітичної хімії

Протокол № 5 від «15» грудня 2014 року

Завідувач кафедри аналітичної хімії _____ (О.А. Запорожець)
 (підпис) (прізвище та ініціали)
 «_____» _____ 20__ року
 Протокол №від «....» 20__ року

Завідувач кафедри аналітичної хімії _____ (О.А. Запорожець)
 (підпис) (прізвище та ініціали)
 «_____» _____ 20__ року
 Протокол №від «....» 20__ року

Завідувач кафедри аналітичної хімії _____ (О.А. Запорожець)
 (підпис) (прізвище та ініціали)
 «_____» _____ 20__ року

Схвалено науково - методичною комісією факультету

Протокол від «_____» _____ 20__ року №_____
 Голова науково-методичної комісії _____ (С.А.Неділько)
 (підпис) (прізвище та ініціали)
 «_____» _____ 20__ року

© _____, 20__ рік
 © _____, 20__ рік
 © _____, 20__ рік

¹Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

Навчальна дисципліна **Інструментальні методи аналізу** є складовою освітньо-професійної програми підготовки фахівців за освітньо-кваліфікаційним рівнем «БАКАЛАВР» галузі знань 0401 Природничі науки з напрямку підготовки 040101 – Хімія.

Дана дисципліна нормативна. Викладається у **4 семестрі 2 курсу в обсязі – 360 год. (10 кредитів ECTS¹)** зокрема: *лекції – 34 год., лабораторні – 136 год., самостійна робота – 190 год.* У курсі передбачено **3 змістових модулі та 3 модульні контрольні роботи.** Завершується дисципліна – **іспитом.**

Метою і завданням навчальної дисципліни "Інструментальні методи аналізу" є ознайомлення з теорією і практикою кількісного аналізу

Предмет навчальної дисципліни "Інструментальні методи аналізу" включає класичні та сучасні методи кількісного аналізу

Вимоги до знань та вмінь.

Студент повинен знати:

правила техніки роботи у аналітичній лабораторії;
 способи усунення впливу сторонніх іонів;
 способи розділення і концентрування речовин при їх визначенні;
 основи гравіметричного аналізу.
 основи титриметричного аналізу
 основи електрохімічних методів аналізу
 основи спектроскопічних та хроматографічних методів аналізу
 загальні підходи до аналізу конкретних зразків (сплави, фармацевтичні об'єкти, харчові продукти, об'єкти довкілля, тощо).

Студент повинен вміти:

- визначати елементи, що входять до складу складного зразка (сплаву, суміші речовин, об'єктів довкілля, фармацевтичних об'єктів, харчових продуктів);
- кількісно визначати елементи та сполуки методом, титриметрії, електрохімії, спектроскопії, хроматографії;
- розв'язувати розрахункові задачі з курсу аналітичної хімії.

Місце в структурно-логічній схемі спеціальності. Нормативна навчальна дисципліна "Інструментальні методи аналізу" є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "бакалавр", є базовою для вивчення таких спеціальних дисциплін як "Хімія комплексних сполук", "Комплексні сполуки в аналізі об'єктів довкілля", "Хроматографія в аналізі об'єктів довкілля", "Основи хроматографії", "Застосування органічних реагентів в аналізі", "Застосування органічних реагентів в аналізі об'єктів навколишнього середовища", "Хімія навколишнього середовища",

¹кредитів ECTS – кредит кратний 36 годинам (Наприклад, 3 кредити ECTS відповідає 108 год.).

„Функціональні матеріали: отримання, будова, застосування”, „Екстракція в аналізі”, „Методи концентрування та розділення при аналізі об'єктів навколишнього середовища”, „Сучасні електрохімічні методи аналізу”, „Електрохімічні методи аналізу об'єктів довкілля”, „Отримання та застосування сорбентів в аналізі об'єктів довкілля”, „Вступ до сучасної аналітичної хімії”, „Методи молекулярної спектроскопії”, „Основи атомної спектроскопії”, „Атомно-абсорбційний та атомно-емісійна спектроскопія”, „Рентген-флуоресцентний аналіз”.

Зв'язок з іншими дисциплінами. Курс «Інструментальні методи аналізу» пов'язаний з наступними нормативними дисциплінами: «Фундаментальні основи аналітичної хімії», «Загальна хімія», «Неорганічна хімія», «Органічна хімія», «Будова речовини», «Фізична хімія», «Фізико-хімічні методи дослідження», «Фізика».

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна "Інструментальні методи аналізу" оцінюється за модульно-рейтинговою системою і складається з 3 модулів.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 - бальною шкалою .

Модульний контроль включає **3** змістовні модулі і комплексний підсумковий модуль (іспит).

Загалом за семестр: 3 модульні контрольні роботи, дві самостійні аудиторні роботи, 12 семінарських занять, 17 лабораторних робіт, літературна задача

Максимальна оцінка за семестр **60 балів**.

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів**.

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**.

Змістовний модуль 1

Максимальна кількість балів (ЗМ1)= **81**

Модуль включає: **1 поточну контрольну роботу** з методу нейтралізації (**10 балів**), **1 модульну контрольну роботу** з методів окиснення- відновлення, комплексометрії та осадження (**20 балів**)

6 лабораторних робіт з титриметричних методів аналізу (**кожна по 6 балів**);

Оцінка за кожну лабораторну роботу включає в себе:

- оцінку за теоретичну підготовку (усне або письмове опитування): **0 – 2 бали (0,5 – задовільно 1 -добре, 1,5 – дуже добре, 2 – відмінно)**;
- оформлення протоколу: **0 – 1 бали (0,5 – з помилками, 1 - відповідно всім вимогам)**;
- виконання навчальної задачі: **0 – 3 балів (1 – зі значною помилкою, 2 – з незначною помилкою за межами похибки методу, 3 – помилка в межах похибки методу)**.

4 семінарські заняття (загалом **15 балів**, оцінка включає три відповіді на семінарських заняттях, кожна по 5 балів), **самостійна робота студентів** (загалом **10 балів**, оцінка включає побудову та пояснення кривих титрування, діаграм розподілу протоліту, розв'язування задач).

Перерахунковий коефіцієнт(k_1) 0,247

Максимальна оцінка за модуль1: $3M_1 \times k_1 = 81 \times 0,247 = 20$

Змістовний модуль 2

Максимальна кількість балів ($3M_2$)= **76**

Модуль включає: **1 модульну контрольну роботу** з електрохімічних методів аналізу (**20 балів**),

6 лабораторних робіт (кожна по **6 балів**; оцінка включає: теоретичну підготовку (2 бали), виконання роботи (3 бали) та оформлення протоколу (1 бал)),

4 семінарські заняття (загалом **15 балів**, оцінка включає три відповіді на семінарських заняттях по 5 балів кожна) **самостійна робота студентів** (**5 балів**, оцінка включає розв'язування задач)

Перерахунковий коефіцієнт (k_2) 0,26

Максимальна оцінка за модуль 2: $3M_2 \times k_2 = 76 \times 0,26 = 20$

Змістовний модуль 3

Максимальна кількість балів($3M_3$)= **97**

Модуль включає: **модульну контрольну роботу** із спектроскопічних методів аналізу (**20 балів**), та підсумкову контрольну роботу по методам розділення, концентрування і аналізу об'єктів (**20 балів**).

7 лабораторних робіт (кожна по **6 балів**; оцінка включає: теоретичну підготовку (2 бали), виконання роботи (3 бали) та оформлення протоколу (1 бал)),

4 семінарські заняття (загалом **15 балів**, оцінка включає три відповіді по 5 балів кожна),

Перерахунковий коефіцієнт (k_3) 0,21

Максимальна оцінка за модуль 3: $3M_3 \times k_3 = 97 \times 0,21 = 20$

За результатами семестру студент отримує підсумкову оцінку за 100-бальною системою, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожний з трьох модулів у семестрі та оцінки за іспит за наступною формулою: (також див. таблицю)

Розрахунок підсумкової оцінки (ПО) за семестр:

$ПО = 3M_1 \times k_1 + 3M_2 \times k_2 + 3M_3 \times k_3 + КПМ$

де КПМ – комплексний підсумковий модуль (іспит)

| | <i>Змістовий модуль 1 (ЗМ1)</i> | <i>Змістовий модуль 2 (ЗМ2)</i> | <i>Змістовий модуль 3 (ЗМ3)</i> | <i>Комплексний підсумковий модуль(КПМ) - іспит</i> | <i>Підсумкова оцінка (ПО)</i> |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|-------------------------------|
| Вагові коефіцієнти | 20% k1=0,247 | 20% k2=0,26 | 20% k3=0,21 | 40 % k _{іспі} =0,40 | 100 % |
| Максимальна кількість балів | 81 | 76 | 97 | 100 | |
| Максимальна оцінка в балах | 20 | 20 | 20 | 40 | 100 |

Шкала відповідності

| За 100-бальною шкалою | Оцінка за національною шкалою | | |
|-----------------------|-------------------------------|---------------------|---|
| 90 – 100 | 5 | відмінно | «відмінно» |
| 85 – 89 | 4 | добре | «дуже добре» |
| 75 – 84 | | | «добре» |
| 65 – 74 | 3 | задовільно | «задовільно» |
| 60 – 64 | | | «задовільно» («достатньо») |
| 35 – 59 | 2 | Незадовільно | «незадовільно» з можливістю повторного складання |
| 1 – 34 | | | «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю студент отримав за три змістовні модулі сумарну середню арифметичну оцінку менше, ніж 38 балів, а також не відпрацював хоча б одну лабораторну роботу (без поважної причини) та не написав модульну контрольну роботу, то він /вона не допускається до іспиту і вважається таким, який не виконав усі види робіт, що передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни " Інструментальні методи аналізу».

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

| № п/п | Назва лекції | Кількість годин | | |
|--|--|-----------------|--------------|------------|
| | | лекції | лабора-торні | С/Р |
| Змістовий модуль 1. Об'ємометричні методи аналізу. | | | | |
| 1 | Тема 1. Об'ємометричні методи аналізу | 4 | 20 | 22 |
| 2 | Тема 2. Методи осадження та окисно-відновного (редоксиметрія) титрування. Індикаторні та інструментальні способи детектування точки еквівалентності. | 2 | 18 | 28 |
| | <i>Модульна контрольна робота 1</i> | 2 | | |
| Змістовий модуль 2. Електрохімічні методи аналізу | | | | |
| 3 | Тема 3. Методи, що ґрунтуються на рівноважних електрохімічних процесах. | 4 | 20 | 24 |
| 4 | Тема 4. Методи, що ґрунтуються на нерівноважних електрохімічних процесах. | 2 | 28 | 34 |
| | <i>Модульна контрольна робота 2</i> | 2 | | |
| Змістовий модуль 3. Спектроскопічні методи аналізу | | | | |
| 5 | Тема 5. Методи молекулярної спектроскопії. | 4 | 14 | 16 |
| 6 | Тема 6. Методи атомної спектроскопії | 4 | 20 | 18 |
| 7 | <i>Модульна контрольна робота 3</i> | 2 | | |
| Методи розділення і концентрування. Аналіз об'єктів | | | | |
| | Тема 7. Методи розділення і концентрування. Хроматографічні методи аналізу. | 2 | 8 | 20 |
| | Тема 8. Аналіз об'єктів. Інновації в хімічному аналізі. | 4 | 8 | 18 |
| | <i>Підсумкова контрольна робота</i> | 2 | | |
| | ВСЬОГО | 34 | 136 | 190 |

Загальний обсяг **360 год**

в тому числі:

Лекції – **34 год.**

Лабораторні роботи – **136 год**

Самостійна робота – **190 год**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ I. ОБ'ЄМОМЕТРИЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ.

ТЕМА 1. Об'ємометричні методи аналізу.

Лекція 1. Методи кількісного аналізу, їх класифікація. Об'ємометричні методи аналізу (Титриметрія). Класифікація титриметричних методів. Основи методу нейтралізації. Криві титрування. Способи фіксації точки еквівалентності.

Лабораторне заняття теоретична частина 1 (4 год.). Методи титриметрії. Метод нейтралізації. Загальна характеристика. Індикатори методу, розрахунки за результатом титрування.

Лабораторна робота 1 (5 год.). Титриметрія. Метод нейтралізації. Визначення соди.

1. Приготування стандартного розчину хлороводневої кислоти за фіксаналом.
2. Визначення карбонату натрію.

Лекція 2. Фундаментальні принципи застосування методу нейтралізації для слабких кислот і основ, амфолітів. Стандарти, робочі розчини, теорія кислотно-основних індикаторів. Помилки титрування. Комплексометрія. Фундаментальні основи методу комплексометричного титрування. Металохромні індикатори.

Лабораторне заняття теоретична частина 2 (4 год.). Побудова кривих титрування. Помилки титрування в методі нейтралізації.

Лабораторне заняття 2 (5 год.). Титриметрія. Метод нейтралізації. Потенціометричне титрування.

1. Приготування розчину лугу та оксалатної кислоти.
2. Встановлення нормальності лугу.
3. Визначення ацетатної кислоти методом потенціометричного титрування.

ТЕМА 2. Методи осадження та окисно-відновного (редоксиметрія) титрування. Індикаторні та інструментальні способи детектування точки еквівалентності.

Лекція 3. Фундаментальні основи методів осадження і окиснення-відновлення. Класифікація за типом титранта і способом фіксації точки еквівалентності. Помилки титрування в редоксиметрії. Застосування титриметричних методів в аналізі. Вступ до потенціометрії.

Література [1, 4, 7, 8 – осн.].

Лабораторне заняття теоретична частина 3(4 год.). Методи окиснення-відновлення. Загальна характеристика. Перманганатометрія.

Поточна контрольна робота з методу нейтралізації.

Лабораторна робота 3 (5 год.). Перманганатометрія. Визначення пероксиду водню.

1. Встановлення нормальності перманганату за оксалатною кислотою.
2. Перманганатометричне визначення пероксиду водню.

Лабораторна робота 4 (5 год.) Йодометрія. Визначення купруму.

1. Встановлення нормальності тіосульфату натрію за біхроматом калію.
2. Йодометричне визначення купруму.

Лабораторне заняття теоретична частина 4 (4 год.). Титриметрія. Метод окиснення- відновлення.

1. Метод Йодометрії. Загальна характеристика методу, робочі розчини, розрахунки за методом заміщення і методом залишків. Розв'язування задач.
2. Метод осадження. Аргентометрія: методи Мора і Фольгарда

Лабораторна робота 5 (5 год).

Метод аргентометрії. Визначення хлоридів у морській воді за методом Фольгарда.

1. Встановлення нормальності робочих розчинів нітрату аргентуму і роданіду калію.
2. Визначення хлоридів в імітаті морської води за методом Фольгарда.

Лабораторне заняття теоретична частина 5 (4 год.).

1. Метод комплексонометрії. ЕДТА, трилон Б, металохромні індикатори.
2. Підготовка до модульної контрольної роботи.

Лабораторна робота 6. (5 год) Комплексонометрія. Визначення загальної твердості води.

1. Твердість води. Трилонометричне визначення загальної твердості води.

Модульна контрольна робота 1. Об'ємометричні методи аналізу.

Завдання для самостійної роботи (20 год.)

1. Побудова кривих титрування
2. Розрахунки за методом залишків та заміщення в титриметрії
3. Помилки титрування в методі нейтралізації
4. Методи окиснення- відновлення: біхроматометрія, броматометрія (аналіз органічних сполук), ванадатометрія, церійметрія.
5. Методи осадження. Меркурометрія, аргентометрія, титрування з адсорбційними індикаторами (метод Фаянса).
6. Методи комплексоутворення. Меркуриметрія, комплексонометрія.
7. Види комплексонів. Протолітичні рівноваги ЕДТА у водних розчинах
8. Методи визначення загальної і тимчасової твердості води.
9. Особливості визначення іонів металів методом комплексонометричного титрування. Визначення: кальцію(II), суміші кальцію(II) і магнію(II), суміші купруму(II) і магнію(II).
10. Методи титрування розчином трилону Б: пряме, обернене, метод витіснення.

11. Розв'язування задач по темам практичних занять

Література [1-3, 5-7,11-основна, 8,10,12 - додаткова].

Теми, що виносяться на модульну контрольну роботу 1

1. Сформулюйте вимоги, що висуваються до реакцій в титриметричних методах аналізу.
2. Що таке точка еквівалентності і точка кінця титрування?
3. Що таке фактор еквівалентності та молярна (атомна) маса еквіваленту речовини?
4. Криві титрування в методі кислотно- основного аналізу.
5. Індикатори в методах кислотно- основного титрування.
6. Криві титрування в окисно-відновних методах аналізу.
7. Індикатори в методах окиснення-відновлення. Принцип вибору індикатора.
8. Помилки титрування в методах нейтралізації та окиснення-відновлення.
9. Автокаталітичні реакції в титриметрії. Застосування перманганатометрії в аналізі.
10. Титриметричне визначення пероксиду водню та іонів феруму (II).
11. Особливості йодометрії. Області застосування йодометрії.
12. Титриметричне визначення купрум(II).
13. Методи Аргентометрії: Мора, Фольгарда, Фаянса. Їх особливості, області застосування та обмеження.
14. Індикатори в методах аргентометрії.
15. Титриметричне визначення хлоридів у морській солі.
16. Особливості застосування комплексонів в аналізі.
17. Криві титрування в комплексонометрії
18. Протолітична рівновага ЕДТА у водному розчині.
19. Застосування металохромних індикаторів в титриметрії
20. Титриметричне визначення загальної твердості води.
21. Комплексонометричне визначення іонів металів в їх суміші.
22. Методи титрування розчином трилону Б.
23. Типи похибок в аналізі і способи їх усунення.
24. Випадкові похибки. Їх характеристика та способи оцінки.
25. Застосування титриметрії в аналізі реальних об'єктів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕМА 3. Методи, що ґрунтуються на рівноважних електрохімічних процесах

Лекція 4. Електрохімічні методи аналізу: фундаментальні принципи та межі використання. Пряма потенціометрія, потенціометричне титрування. Способи встановлення точки еквівалентності.

Лабораторне заняття теоретична частина 6 (6 год.). Електрохімічні методи аналізу. Потенціометрія.

1. Пряма потенціометрія. Загальна характеристика методу. Розв'язування задач
2. Потенціометричне титрування. Способи встановлення точки еквівалентності.
3. Іонометрія. Іон селективні електроди, особливості застосування в аналізі. Розв'язування задач

Лабораторна робота 7. (3 год). Метод потенціометрії. Титриметричне визначення аскорбінової кислоти.

1. Встановлення нормальності тіосульфату
2. Визначення аскорбінової кислоти.

Лекція 5. Іонометрія. Іон селективні електроди, класифікація, особливості застосування в аналізі. Сучасні аспекти застосування потенціометрії в аналізі. Фундаментальні основи методів, що ґрунтуються на нерівноважних електрохімічних процесах. Основи полярографії.

Лабораторне заняття теоретична частина 7 (4 год.). Електрохімічні методи аналізу. Кулонометрія, електрогравіметрія.

1. Кулонометрія при постійній силі струму і постійному потенціалі. Кулонометричне титрування.
2. Електрогравіметрія. Розв'язування задач.

Лабораторна робота 8. (6 год). Метод потенціометрії. Визначення нітратів за допомогою нітрат- селективного електроду.

1. Калібрування ІСЕ
2. Визначення нітратів у продуктах харчування за допомогою ІСЕ.

ТЕМА 4. Методи, що ґрунтуються на нерівноважних електрохімічних процесах

Лекція 6. Фундаментальні основи вольтамперометрії, амперметрії, кондуктометрії. Прямі і титриметричні методи. Електрогравіметрія і кулонометричні методи аналізу.

Лабораторне заняття теоретична частина 8 (4 год.). Електрохімічні методи аналізу. Вольтамперометрія, полярографія, амперометрія

1. Вольтамперометрія і полярографія. Полярографічна хвиля. Її природа і характеристика.
2. Особливості полярографічного методу аналізу. Якісний та кількісний аналіз.
3. Методи вольтамперометрії. Інверсійна вольтамперометрія.

Лабораторна робота 9. (6 год). Визначення рухливих форм плюмбуму у ґрунтах методом інверсійної вольтамперометрії.

1. Вилучення розчинного плюмбуму з ґрунту
2. Визначення плюмбуму методом ІВА.

Лабораторне заняття теоретична частина 9 (4 год.). Електрохімічні методи аналізу. Підготовка до модульної контрольної роботи.

1. Вольтамперометрія. Розв'язування задач.
2. Амперометричне титрування. Типи кривих амперметричного титрування. Розв'язування задач.
3. Кондуктометрія. Загальна характеристика методу.

Лабораторна робота 10. (3 год). Визначення ртуті методом амперметричного титрування

Лабораторна робота 11. (3 год). Визначення арсену методом кулонометричного титрування електрогенрованим титрантом.

Лабораторна робота 12. (6 год). Визначення купрум у сплавах методом електрогравіметрії.

1. Розчинення сплаву та підготовка до аналізу
2. Електрогравіметричне визначення купрум у латунях і бронзах.

Модульна контрольна робота 2. Електрохімічні методи аналізу.

Завдання для самостійної роботи (24 год.)

1. Методи потенціометрії. Особливості вимірювання величини потенціалу.
2. Типи електродів в методі потенціометрії: індикаторні електроди (I і II роду), електроди порівняння.
3. Обробка кривих потенціометричного титрування за методом Грана.
4. Застосування потенціометрії для визначення константи дисоціації слабкої кислоти/основи.
5. Типи іон-селективних електродів. Будова та принцип роботи скляного електроду.
6. Іонна сила розчину та активність іонів. Розрахунки за методом добавок в іонометрії.
7. Типи кулонометрів в методі кулонометрії при постійному потенціалі.
8. Вплив фізичних та хімічних факторів на електрогравіметричне визначення металів.
9. Пряма кондуктометрія та кондуктометричне титрування. Области застосування.
10. Полярнографічна хвиля, її характеристики. Дифузійний струм, явище концентраційної поляризації.
11. Роль фону в полярнографії.
12. Максимуми I і II роду та способи їх усунення.
13. Види вольтамперометрії. Аналіз іонів металів у суміші.
14. Аналіз органічних сполук методом вольтамперометрії.
15. Особливості методу амперметричного титрування. Типи кривих титрування.
16. Розв'язування задач з теми «Електрохімічні методи аналізу».

Література [1-3, 5, 6, 11-основна; 2, 3, 7, 9-12 - додаткова].

Теми, що виносяться на модульну контрольну роботу 2

1. Особливості потенціометричного аналізу. Види потенціометрії. Типи електродів, що застосовуються в потенціометричних методах аналізу.
2. Іон-селективні електроди. Класифікація за матеріалом мембрани. Електродна функція, коефіцієнт селективності.
3. Будова і принцип роботи скляного електрода.
4. Електрохімічна комірка. ЕРС комірки. Розрахунок концентрацій речовин в методі прямої потенціометрії
5. Застосування потенціометрії для визначення константи дисоціації слабкої кислоти (основи).
6. Визначення нітратів у продуктах харчування петодом прямої потенціометрії.
7. Визначення аскорбінової кислоти методом потенціометричного титрування.
8. Потенціометричне титрування. Класифікація за типом хімічної реакції. Індикаторні електроди, що застосовуються в кожному з методів.
9. Методи встановлення кінцевої точки титрування.
10. Пряма кондуктометрія та кондуктометричне титрування. Області застосування.
11. Процеси, що відбуваються у розчинах електролітів при проходженні електричного струму. Закони Фарадея.
12. Пряма кулонометрія при постійному потенціалі. Вимоги до реакцій, речовини, що можна визначати, обмеження методу.
13. Способи вимірювання кількості електрики в методі прямої кулонометрії, хімічні кулонометри.
14. Кулонометричне титрування при постійній силі струму. Електрогенерований титрант. Методи встановлення кінцевої точки титрування. Переваги методу порівняно з класичною титриметрією.
15. Визначення арсену за допомогою електрогенерованого титранту методом кулонометричного титрування.
16. Хімічні та фізичні умови проведення електрогравіметричного аналізу.
17. Електрогравіметрія при контрольованій силі струму та потенціалі.
18. Електрогравіметричне визначення купруму у сплавах.
19. Полярографічна хвиля, її характеристика, явище концентраційної поляризації. Рівняння полярографічної хвилі.
20. Рівняння Ільковича. Якісний та кількісний полярографічний аналіз.

21. Граничний, залишковий та дифузійний струми. Роль інертного електроліту в полярографії. Максимуми I та II роду. Методи їх усунення.
22. Полярографія металів.
23. Полярографія органічних сполук
24. Методи вольтамперометрії. Інверсійна вольтамперометрія. Характеристика методу та області застосування. Умови отримання та вигляд інверсійної вольтамперної кривої.
25. Визначення рухомих форм плюмбуму(II) у ґрунтах методом інверсійної вольтамперометрії.
26. Амперометричне титрування. Переваги і недоліки у порівнянні з класичною титриметрією та полярографією.
27. Приклади кривих амперметричного титрування.
28. Амперометричне визначення меркурію (II).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. СПЕКТРОСКОПІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

ТЕМА 5. Методи молекулярної спектроскопії

Лекція 7. Фундаментальні основи спектроскопічних методів аналізу. Молекулярна абсорбційна спектроскопія. Обладнання, межі аналітичного застосування.

Лабораторне заняття теоретична частина 10 (2 год.). Характеристика спектроскопічних методів аналізу. Абсорбційна спектроскопія.

1. Характеристика електромагнітного спектру та методи спектроскопічного аналізу
2. Молекулярна абсорбційна спектроскопія. Спектрофотометрія. Закон Бугера-Ламберта –Бера.
3. Розв'язування задач.

Лабораторна робота 13. (4 год). Визначення феруму в сплаві.

1. Підготовка розчину сплаву для визначення феруму (III) після відділення купрум.
2. Спектрофотометричне визначення феруму(III) з тіоціанатом калію.

Лекція 8. Фундаментальні основи методу молекулярної емісійної спектроскопії (люмінесцентний аналіз). Особливості вимірювання емісії, області застосування в аналізі.

Лабораторне заняття теоретична частина 11 (2 год.). Методи молекулярної спектроскопії. Розв'язування задач.

Лабораторна робота 14 (4 год). Спектрофотометричне визначення цинку з піриділазорезорцином (ПАР).

1. Реєстрація спектру поглинання ПАР та його комплексу з Zn(II).
2. Спектрофотометричне визначення цинку при вибраній аналітичній довжині хвилі.

Лабораторна робота 15. (4 год). Спектрофотометричне визначення флуориду.

ТЕМА 6. Методи атомної спектроскопії

Лекція 9. Фундаментальні основи методів атомної спектроскопії (ААС). Атомно-абсорбційна спектрометрія. Класифікація. Способи атомізації проби. Полум'яний й електротермічний варіанти ААС. Межі застосування.

Лабораторне заняття теоретична частина 12 (2 год) Атомна спектроскопія.

1. Атомно-абсорбційний метод аналізу.
2. Атомно- емісійна спектроскопія та спектрофотометрія полум'я.
3. Розв'язування задач.

Лабораторна робота 16 (4 год). Визначення калію і натрію у модельній суміші.

Лекція 10. Основи атомно-емісійної спектроскопії (АЕС). Полум'яна фотометрія, АЕС з індуктивно зв'язаною плазмою. Рентгенофлуоресцентний аналіз.

Лабораторне заняття теоретична частина 13 (2 год) Атомна спектроскопія. Флуоресцентні методи аналізу. Підготовка до модульної контрольної роботи.

Лабораторна робота 17 (4 год). Визначення Нікелю у сплаві методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Модульна контрольна робота 3. Спектроскопічні методи аналізу.

ТЕМА 7 . Методи розділення і концентрування. Хроматографічні методи аналізу

Лекція 11. Основні принципи розділення компонентів в аналізі неорганічних і органічних речовин. Основи хроматографічних методів, їх класифікація. Газова та рідинна хроматографія.

Лабораторне заняття теоретична частина 14 (2 год.). Методи концентрування. Хроматографічні методи аналізу.

1. Методи концентрування. Кількісні характеристики екстракційного та сорбційного методів концентрування.
2. Іоно-обмінна, рідинна і газова хроматографія.

Лабораторна робота 18 (4 год). Іонообмінне визначення катіонів металів.

ТЕМА 8. Аналіз об'єктів. Інновації в хімічному аналізі.

Лекція 12. Пробовідбір, пробопідготовка. Новітні підходи до способів детектування речовин у пробі. Мас-спектрометрія, сенсори, тест-методи, інші

Лабораторне заняття теоретична частина 15 (2 год.). Методи концентрування і розділення. Підготовка до підсумкової контрольної роботи.

Лабораторна робота 19 (4 год). Газорідинна хроматографія. Демонстраційна робота.

Визначення суміші вуглеводнів методом газорідинної хроматографії.

Лекція 13. Сучасні аспекти аналітичної хімії. Новітні інструментальні розробки і їх застосування в різноманітних галузях аналізу.

Підсумова контрольна робота. Методи розділення і концентрування. Аналіз об'єктів

Завдання для самостійної роботи (24 год.)

1. Причини відхилення від закону Бугера-Ламберта – Бера

2. Люмінесценція. Походження спектрів люмінесценції молекул з позицій квантової теорії. Діаграма Яблонського.
3. Спектри поглинання, збудження, люмінесценції, фосфоресценції.
4. Кількісні характеристики люмінесцентного аналізу.
5. Класифікація люмінесцентних методів аналізу залежно від джерела збудження.
6. Особливості атомізації речовини в методі атомно- абсорбційного аналізу.
7. Джерела помилок в методі атомно- абсорбційного аналізу.
8. Особливості атомізації і збудження речовини в методі атомно- емісійного аналізу.
9. Атомно- емісійна спектроскопія з індуковано- зв'язаною плазмою.
10. Джерела помилок в методі атомно- емісійної спектроскопії.
11. Методи рентген-флуоресцентного аналізу (РФА). Особливості рентгенівських спектрів елементів.
12. Якісний та кількісний РФА.
13. Методи концентрування і розділення елементів. Кількісні характеристики концентрування і розділення.
14. Методи газової хроматографії.
15. Пошук літератури і підготовка літературної задачі

Література [1-3, 5, 6,8,11-основна; 1-6, 9-12 - додаткова].

Теми, що виносяться на модульну контрольну роботу 3

1. Походження атомних та молекулярних спектрів випромінювання та поглинання.
2. Оптична густина та пропускання розчину. Спектр поглинання забарвленої сполуки (напівширина смуги поглинання, λ_{\max} , A_{\max}).
3. Зв'язок між забарвленням сполуки та її будовою.
4. Кількісні закони абсорбційних методів аналізу: азакон Бугера-Ламберта-Бера (молярний та питомий коефіцієнти світлопоглинання); закон адитивності оптичних густин.
5. Інструментальні та хімічні причини відхилень від закону Бугера-Ламберта-Бера.
6. Вимоги до реакцій, реагентів та продуктів реакції, що застосовуються у фотометрії.
7. Основні типи комплексних сполук, що застосовуються для фотометричного визначення металів.
8. Методи вимірювання інтенсивності забарвлення: візуальні та інструментальні.
9. Прямий та непрямий фотометричний аналіз.
10. Фотометричне визначення феруму і нікелю в сплаві.
11. Фотометричне визначення цинку з піридин-азо-резорцином.
12. Фотометричне визначення алюмінію з арсеназо I.

- 13.Люмінесценція. Класифікація люмінесцентних методів залежно від джерела збудження.
14. Походження спектрів люмінесценції молекул з позицій квантової теорії.
- 15.Спектри поглинання, збудження, люмінесценції, фосфоресценції.
- 16.Кількісні характеристики люмінесцентного аналізу.
- 17.Походження спектрів випромінювання атомів.
- 18.Основні типи атомізаторів, що використовуються у атомно-емісійній спектроскопії.
- 19.Кількісний та якісний аналіз методом фотометрії полум'я.
- 20.Визначення натрію і калію методом фотометрії полум'я.
- 21.Суть методу атомно-абсорбційної спектроскопії (ААС). Елементи, що визначаються методом ААС.
- 22.Атомізатори полуменеві та безполуменеві і джерела опромінення в методі ААС. Їх переваги та недоліки.
- 23.Визначення нікелю методом ААС.
- 24.Загальна характеристика рентгенфлуоресцентного методу аналізу (РФА). Кристали-аналізатори.
- 25.Закон Мозлі. Якісний та кількісний аналіз елементів рентгенфлуоресцентним методом.
- 26.Методи концентрування і розділення речовин. Основні кількісні характеристики.
- 27.Класифікація хроматографічних методів аналізу.
- 28.Газова хроматографія. Особливості та області застосування.
- 29.Визначення вуглеводів методом газової хроматографії.
- 30.Основи рідинної хроматографії, ВЕРХ, особливості застосування.
- 31.Іонообмінна хроматографія, застосування для визначення металів.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

а) основна:

1. *Скуг Д., Уэст Д., Основы аналитической химии*, М.: Мир, 1979. Т. 1,2. (D. Skoog, D. West, F. Holler, S. Crouch, *Fundamentals of Analytical chemistry*, 8th ed Thomson, 2003; 9th ed, Mary Finch, 2013)
2. Аналитическая химия: в 2 томах / Г. Кристиан; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – (Лучший зарубежный учебник).
3. *Бабко А. К., Пятницький І. В.* Кількісний аналіз. Київ, «Вища школа», 1974, 304 с.
4. *Пилипенко А. Т., Пятницький І.В.*, Аналитическая химия.- М.: Химия.- 1990.- Т.1,2.
5. Основы аналитической химии. В 2-х кн. Учеб. для вузов. / *Золотов Ю.А., Дорохова Я.Н., Фадеева и др. Под ред. Золотова Ю.А.* М.: Высш. шк. 2000.
6. Основы аналитической химии. Практическое руководство Учеб. пособие для вузов. / *В.И.Фадеева, Т.Н. Шеховцева и др. Под ред. Золотова Ю.А.* М.: Высш. шк., 2001.

7. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: Учеб. Пособие для вузов / В.И.Фадеева, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др.; Под. ред. Ю.А.Золотова. – М.:Высш. Шк. 2002. – 402 с.
8. Є.М.Дорохова, Г.В.Прохорова. Задачі та запитання з аналітичної хімії: Навч. посібник. – К.:ВПЦ „Київський університет”, 2001. -282 с.
9. Аналитическая химия, в двух томах/ под. ред. Р. Кельнера, Ж-М Мерме, М. Отто, Г.М.Видмера, М.: Мир, 2004.
10. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу. Навчальний посібник. – К.: Корвін-прес, 2005.-187 с.
11. Контрольні запитання для самостійної підготовки з курсу «Інструментальні методи аналізу». Навчальний посібник для студентів 2 курсу хімічного факультету, частини 1, 2.-К.: 2015, під ред. О.А. Запорожець.

б) додаткова:

1. Harris D.C., Quantitative Chemical Analysis, , W.H.Freeman and Co, NY, 2000. (Palgrave, 8 Ed, 2010).
2. Rubinson J.F., Rubinson K.A. Contemporary Chemical Analysis, Prentice-Yall, Inc. (1998)? 1-st ed.
3. Rubinson J.F., Rubinson K.A. Contemporary Chemical Analysis, Prentice-Yall, Inc. (1998)? 1-st ed.
4. Rubinson J.F., Rubinson K.A. Contemporary Instrumental Analysis, Prentice-Yall, Inc. (2000)
5. Отто М. Современные методы аналитической химии, т.1,2, М.: Мир, 2003.
6. Harvey D.C., Mordern Analytical Chemistry, McGrow- Hill, 1st Ed, 1999.
7. Коренман Н.М.. Методы определения органических соединений.- М.:химия,1970.-334 с.
8. Васильев В. П. Аналитическая химия, 2 т., М., Высшая школа, 1989.
9. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. – М. Химия, 1964.
10. В.А. Ракс, А.М. Єсауленко Сучасна хроматографія на гребні хвилі прогресу. Навчальний посібник.- К.: Аванпост, 2014.- 168 с.
11. Серия «Аналитическая химия элементов».
12. Умланд Ф., Янсен А., Тириг Д., Вюниш Г. Комплексные соединения в аналитической химии: теория и практика применения / Пер. с нем.- М.: Мир,1975.-532 с.
13. Марченко З.. Фотометрическое определение элементов. М., 1971.-с. 9 - 35.
14. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. -М.,1989.
15. Бабко А.К., Пуплипенко А.Т., Пятницький І.В., Рябушко О.П. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1968. – 334 с.
16. Енциклопедія Київського національного університету імені Тараса Шевченка <http://eu.univ.kiev.ua/departments/khimichnyy-fakul%60tet/>