



Національний технічний університет України  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Екології та технології  
рослинних полімерів

## Аналітична хімія

### Робоча програма освітнього компонента (Силабус)

#### Реквізити освітнього компонента

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалавр)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) /дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 (180)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>4,8 години на тиждень (1,2 години лекційних та 3,6 години лабораторних занять)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/glushko-olena-volodimirivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/glushko-olena-volodimirivna.html</a> Лабораторні: <a href="https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/krisenko-tamara-volodimirivna.html">https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/krisenko-tamara-volodimirivna.html</a>;</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2650">https://do.ipو.kpi.ua/course/view.php?id=2650</a></i>

#### Програма освітнього компонента

### **1. Опис освітнього компонента, його мета, предмет вивчення та результати навчання**

#### 1.1. Мета освітнього компонента.

Метою вивчення даного освітнього компонента є формування у студентів комплексу знань в області сучасного хімічного аналізу, комплексу умінь та навиків, необхідних для проведення науково-дослідних робіт, для контролю технологічних процесів виробництва, для аналізу сировини та готової продукції тощо.

Аналітична хімія має велике наукове і практичне значення. Дана дисципліна розробляє та вивчає методи визначення сполук, сумішей речовин або індивідуальних речовин. Без знання аналітичної хімії неможливо працювати в галузі хімічної технології, біотехнології, фармацевтичної хімії, у судовій хімії тощо. Аналітична хімія

тісно пов'язана з іншими науками та різними виробництвами. Зокрема, в галузі хімічної технології та інженерії, аналітична хімія дає можливість здійснювати контроль виробничих процесів, якості сировини і напівпродуктів, якості питної та технологічної води, якості компонентів навколишнього середовища. І тому, безперечно, аналітична хімія є одним із важливих компонентів базової підготовки майбутніх фахівців - технологів.

Відповідно до мети підготовка бакалаврів за даною спеціальністю вимагає формування у студентів загальних та фахових компетентностей:

- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.;
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.;
- здатність використовувати методи спостереження, опису, ідентифікації, класифікації об'єктів хімічної технології та промислової продукції.

### 1.2. Основні завдання освітнього компонента.

- Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження, використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії

## **2. Пререквізити та постреквізити освітнього компонента (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Вивчення освітнього компонента «**Аналітична хімія**» базується на засадах інтеграції різноманітних знань, отриманих студентами протягом першого року бакалавріату при вивченні дисциплін природничого та інженерно-технічного спрямування. Освітній компонент «**Аналітична хімія**» є фундаментальною основою, що має забезпечити розв'язання комплексних завдань в області хімічної технології та сприяти формуванню фахових компетентностей майбутніх технологів.

## **3. Зміст освітнього компонента**

### **Розділ 1. Теоретичні основи аналітичної хімії**

Тема 1. Предмет і завдання аналітичної хімії. Кислотно-основні рівноваги.

Тема 2. Рівновага в гетерогенних системах

Тема 3. Рівноваги комплексоутворення

Тема 4. Окисно-відновні рівноваги

### **Розділ 2. Якісний хімічний аналіз**

Тема.5. Основи якісного хімічного аналізу. Правила роботи в аналітичній лабораторії та техніка безпеки. Якісний аналіз катіонів

Тема.6. Якісний аналіз аніонів

Тема 7. Якісний аналіз невідомої неорганічної речовини

### **Розділ 3. Кількісний хімічний аналіз**

Тема 8. Загальні положення кількісного хімічного аналізу. Гравіметричний аналіз.

Тема 9. Титриметричні методи аналізу. Метод нейтралізації.

Тема 10. Методи осадження і комплексоутворення.

Тема 11. Титриметричні методи аналізу. Редоксметрія.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базова література**

1. Бутченко Л.І., Хохотва О.П., Терещенко О.М., Глушко О.В., Крисенко Т.В. Аналітична хімія. Методи якісного хімічного аналізу ( теоретичні аспекти та лабораторний практикум) / Навчальний посібник затверджений Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Під ред. Гомелі М.Д. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во "Політехніка", 2017. - 152 с.
2. Бутченко Л.І., Хохотва О.П., Терещенко О.М., Глушко О.В. Аналітична хімія. Методи кількісного хімічного аналізу (розв'язування задач) / Навчальний посібник затверджений Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського. Під ред. Гомелі М.Д. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во "Політехніка", 2017. - 176 с.
3. Якісний хімічний аналіз. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 101 «Екологія», 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: О.П. Хохотва, О. В. Глушко, О. М. Терещенко, Т.В. Крисенко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,185 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 104 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65576>
4. Методичні вказівки «Аналітична хімія. Кількісний хімічний аналіз» до вивчення дисципліни для студентів усіх напрямків підготовки з курсу « Аналітична хімія»/ БутченкоЛ.І., Хохотва О.П., Терещенко О.М., Глушко О.В. – К: НТУУ «КПІ», 2015. – 120 с.

##### **Додаткова література**

5. Бутченко Л.І., Терещенко О.М., Черьопкіна Р.І. Збірник задач з аналітичної хімії. Якісний аналіз : Навчальний посібник. – Київ: ЕКМО, 2011. – 181 с.
6. Аналітична хімія. Підручник для вищих навчальних закладів / А.С. Алемасова, В.М. Зайцев, Л.Я. Єнальєва, Н.Д. Щепіна, С.М. Гождзінський / Під ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: ДонНУ, 2009. – 415 с
7. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л.П. Циганок, Т.О. Бубель, А.Б. Вишнікін, О.Ю. Вашкевич; За ред. проф. Л.П. Циганок -Дніпропетровськ: ДНУ ім. О. Гончара, 2014.- 252 с.
8. В. В. Болотов . Аналітична хімія : навч.-довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. /В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова ; за заг. ред. В. В. Болотова. — Х. : НФаУ, 2014. — 320 с.
9. Методичні вказівки «Аналітична хімія. Якісний хімічний аналіз» до вивчення дисципліни для студентів усіх напрямків підготовки з курсу « Аналітична хімія»/ БутченкоЛ.І., Хохотва О.П., Терещенко О.М., Глушко О.В. – К: НТУУ «КПІ», 2013. – 136 с.

##### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Союз хіміків України -<http://chemunion.org.ua/uk/>

2. Фармацевтична компанія «Дарниця» - <https://www.darnitsa.ua/company>

3. Вісник НТУУ «КПІ» Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження - <http://chemengine.kpi.ua/>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування освітнього компонента

#### Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з освітнього компонента «Аналітична хімія», рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- визначення на сучасному рівні розвитку науки і техніки в галузі хімічної технології, прогнозування їх розвитку на найближчі роки;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- набуття наочної, поєднання по можливості з демонстрацією аудіовізуальних матеріалів, макетів, моделей і зразків;
- викладання чіткою і ясною мовою, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даної аудиторією.

<b>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	<b>Годин</b>
<b>Аналітична хімія як наука. Основи якісного аналізу</b> Предмет і завдання аналітичної хімії. Класифікація аналітичних реакцій. Типи реакцій, які використовуються в аналізі та вимоги до них. Аналітична характеристика хімічних реакцій: межа виявлення, чутливість, специфічність, граничне відношення йонів. Закон діючих мас. Теорія електролітичної дисоціації. Розрахунок рівноважних концентрацій йонів та молекул. Література: [1] - с. 5 – 20,50-52; [5] - с. 37 – 44 Завдання на СРС: Залежність константи рівноваги від температури. Константа рівноваги та зміна стандартної енергії Гіббса. Швидкість хімічних реакцій в розчині.	<b>2</b>
<b>Реакції кислотно-основної взаємодії</b> Кислотно-основні рівноваги у водних розчинах. Йонний добуток води. Поняття про	<b>2</b>

<p><i>pH. Розрахунок концентрацій протонів та pH розчинів сильних і слабких кислот та основ. Гідроліз. Способи посилення та пригнічення гідролізу. pH розчинів солей, які гідролізують. Буферні розчини: типи, механізм дії, ємність, використання в якісному аналізі.</i></p> <p><i>Література: [5] - с. 44 – 91; [7] - с. 82 – 85, 147-150.</i></p> <p><i>Завдання на СРС: Протолітична теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі; електронна теорія Льюїса, теорія Усановича та ін. Вплив йонної сили і температури на кислотно-основні рівноваги.</i></p>	
<p><b>Осадження і розчинення малорозчинних сполук</b></p> <p><i>Умови розчинення і утворення осадів. Вплив різних чинників на розчинність малорозчинних сполук: одноіменних йонів; сильних електролітів, що не мають з осадом спільних йонів; конкуруючих реакцій протонування та комплексоутворення.</i></p> <p><i>Література: [5] - с. 94 – 125; [7] - с. 94 – 103</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Фракційне осадження. Умовний добуток розчинності. Вплив розчинників і температури на розчинність.</i></p>	<b>2</b>
<p><b>Комплексні сполуки. Реакції комплексоутворення</b></p> <p><i>Будова та аналітичні властивості комплексів. Вплив pH, концентрації лігандів домішок йонів-осаджувачів на реакції комплексоутворення в якісному аналізі.</i></p> <p><i>Література: [5] - с. 127 – 146; [7] - с. 212 – 219</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Основні положення координаційної теорії. Константи стійкості та зміна стандартної енергії Гіббса. Умовні константи стійкості. Швидкість реакцій комплексоутворення в розчині.</i></p>	<b>2</b>
<p><b>Реакції окиснення-відновлення</b></p> <p><i>Загальна характеристика реакцій окиснення-відновлення. Окиснювально-відновний потенціал та чинники, які на нього впливають. Рівняння Нернста. Вплив конкуруючих реакцій протонування, осадження та комплексоутворення на напрям і повноту проходження окисно-відновних реакцій. Константа рівноваги окисно-відновних реакцій. Застосування окисно-відновних реакцій в якісному аналізі.</i></p> <p><i>Література: [5] - с. 148 – 176; [7] - с. 185 – 189</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Складання рівнянь реакцій окиснення-відновлення. Вплив йонної сили і температури на протікання реакцій окиснення-відновлення. Кількісні характеристики реакцій окиснення-відновлення.</i></p>	<b>2</b>
<p><b>Загальні положення кількісного хімічного аналізу. Гравіметричний аналіз</b></p> <p><i>Зміст, задачі і методи кількісного аналізу. Його значення, можливості і напрями розвитку. Класифікація хімічних методів кількісного аналізу. Вимоги до реакцій, які використовуються в кількісному хімічному аналізі. Зміст і класифікація методів гравіметричного аналізу. Основні етапи методу осадження: відбір середньої проби, взяття наважки, розчинення, осадження, фільтрування, промивання, одержання гравіметричної форми, зважування її. Розрахунки в гравіметричному аналізі. Використання гравіметрії.</i></p>	<b>2</b>

<p><i>Література: [2] - с. 7-9, 20-31; [7] - с. 107-120.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Відбір проб газів, рідин і твердих речовин для аналізу. Розкладання і розчинення проби. Кількісне розділення методом осадження. Методи відгонки.</i></p>	
<p><b>Титриметричні методи аналізу. Метод нейтралізації</b></p> <p><i>Загальні положення титриметричного методу аналізу. Зміст методу та вимоги до реакцій, які застосовуються в титриметричному аналізі. Класифікація титриметричних методів аналізу за технікою титрування та типом реакцій, на якому ґрунтується метод. Способи вираження концентрації розчинів. Метод нейтралізації. Індикатори методу нейтралізації та вимоги до них. Криві титрування та їх обчислення. Розрахунки в титриметричному аналізі. Математична обробка результатів титрування.</i></p> <p><i>Література: [2] - с. 54-61, 73-94; [7] - с. 152-162.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Диференційне титрування. Вибір індикатора і розрахунок індикаторних похибок. Приклади застосування методу кислотно-основного титрування.</i></p>	<b>2</b>
<p><b>Методи осадження і комплексоутворення</b></p> <p><i>Методи осадження і комплексоутворення. Класифікація методів за видом титранту: аргентометрія, меркуриметрія, комплексонометрія. Комплексонометрія: робочі розчини, види титрування, способи визначення точки еквівалентності. Приклади використання методів в контролі хімічних виробництв та збереженні навколишнього середовища.</i></p> <p><i>Література: [2] - с. 96-98, 109-122; [7] - с. 220-226.</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Криві титрування методу осадження . Криві титрування методу комплексонометрії. Вплив умов на величину стрибка титрування.</i></p>	<b>2</b>
<p><b>Редоксметрія</b></p> <p><i>Класифікація методів окисно-відновного титрування. Прийоми титрування. Способи визначення кінця титрування. Способи прискорення окисно-відновних реакцій. Вимоги до реакцій, які використовуються в редоксметрії. Редокс - індикатори. Метод перманганатометрії. Приготування і стандартизація робочих розчинів. Використання перманганатометрії. Методи хроматометрії. Робочі розчини. Використання методу хроматометрії. Йодометрія. Робочі розчини йодометрії. Використання йодометрії.</i></p> <p><i>Література: [2] - с. 135-140, 141-142; [7] - с. 192-194</i></p> <p><i>Завдання на СРС. Криві титрування методу редоксметрії. Броматометрія. Цериметрія.</i></p>	<b>2</b>
<p><b>Всього</b></p>	<b>18</b>

## Лабораторні заняття

У системі професійної підготовки студентів лабораторні заняття займають 75 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації хіміка технолога. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати набуття основних навиків роботи в хімічній лабораторії. Вони розвивають практичні навички і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити на практиці знання теоретичної бази хімічного аналізу, у зв'язку з чим даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку. Тому лабораторні заняття повинні виконувати не тільки пізнавальну і виховну функції, але й сприяти формуванню студентів як наукових працівників в галузі хімічної технології.

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру з якісного і кількісного хімічного аналізу;
- навчити студентів основним навикам роботи в хімічній лабораторії та сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання хімічного аналізу;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунків, графічних та інших видів завдань;
- навчити їх працювати з навчальною, науковою та довідковою літературою;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

<b>Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)</b>	<b>Годин</b>
<b>Якісний хімічний аналіз.</b> <b>Дія загальних групових реагентів на катіони металів</b> Катіони I, II, III групи. Вивчення дробних реакцій на катіони I та II, III групи. Література: [3]с.5-27; [9] с. 22-47. Завдання на СРС. Сірководнева та фосфатно-аміачна класифікації розподілу катіонів на аналітичні групи.	6
<b>Якісний хімічний аналіз</b> Катіони IV, V та VI груп. Вивчення дробних реакцій на катіони IV, V та VI груп. Література: [3]с.27-56; [9] с. 48-86 Завдання на СРС. Аналіз суміші катіонів IV групи.	6
<b>Якісний хімічний аналіз. Дія загальних реагентів на аніони</b> Вивчення дробних реакцій на аніони I, II і III груп Написання контрольної роботи з 2 розділу. Література: [3]с.56-79; [9] с. 87-124 Завдання на СРС. Аналіз суміші аніонів I та II груп.	6
<b>Якісний хімічний аналіз. Аналіз індивідуальних неорганічних речовин</b>	6

<p>Написання контрольної роботи з 1 розділу.</p> <p>Література: [3]с.81-95; [9] с. 122-131.</p> <p>Завдання на СРС. Способи та прийоми якісного визначення нерозчинних сполук ( типу сульфату барію).</p>	
<p><b>Кількісний хімічний аналіз</b></p> <p><b>Гравіметричний аналіз.</b> Визначення вмісту феруму (III) у розчині.</p> <p><b>Титриметричний аналіз. Метод нейтралізації.</b> Приготування робочих розчинів, встановлення їх точної концентрації.</p> <p>Література: [4] с. 17-28,45-50.</p> <p>Завдання на СРС. Сучасне використання гравіметричного методу.</p>	6
<p><b>Кількісний хімічний аналіз</b></p> <p>Визначення тимчасової твердості води, кількості фосфату натрію, хромової кислоти .</p> <p>Написання контрольної роботи з 3 розділу.</p> <p>Література: [4] с. 50-53,55-57.</p> <p>Завдання на СРС. Визначення гідроксиду амонію.</p>	6
<p><b>Кількісний хімічний аналіз. Комплексонометрія</b></p> <p>Приготування робочих розчинів та встановлення їх концентрації. Визначення загальної та постійної твердості води, вмісту магнію (цинку) у технічному зразку.</p> <p>Література: [4] с. 79-92.</p> <p>Завдання на СРС. Визначення кальцієвої та магнієвої твердості води.</p>	6
<p><b>Кількісний хімічний аналіз. Окиснювально-відновні методи</b> Приготування робочих розчинів і визначення їх концентрації Перманганатометричне та хроматометричне визначення феруму (II).</p> <p>Написання контрольної роботи з 3 розділу.</p> <p>Література: [4] с. 94-100, 104-108.</p> <p>Завдання на СРС. Використання редоксметрії.</p>	6
<p><b>Кількісний хімічний аналіз. Метод йодометрії</b></p> <p>Приготування робочих розчинів і визначення їх концентрації. Визначення сульфату купруму у технічному зразку.</p> <p>Написання залікової контрольної роботи.</p> <p>Література: [4] с. 108-114.</p> <p>Завдання на СРС. Йодометричне визначення відновників.</p>	6
<b>Всього</b>	<b>54</b>

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів займає 60 % часу вивчення курсу, включає також підготовку розрахунково-графічної роботи та підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування практичних та теоретичних знань з аналітичної хімії, що не ввійшли перелік лекційних питань, шляхом особистого пошуку

інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі та при виконанні розрахунково-графічної роботи .

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
<b>Розділ 1. Теоретичні основи аналітичної хімії</b>		
1	<p><i>Залежність константи рівноваги від температури. Константа рівноваги та зміна стандартної енергії Гіббса. Швидкість хімічних реакцій в розчині.</i></p> <p><i>Література: [5] с. 4-17; [7] с. 80-81.</i></p> <p><i>Протолітична теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі; електронна теорія Льюїса, теорія Усановича та ін. Вплив йонної сили і температури на кислотно-основні рівноваги.</i></p> <p><i>Література: [5] с. 4-14; [6] с. 152-159.</i></p> <p><i>Фракційне осадження. Умовний добуток розчинності. Вплив розчинників і температури на розчинність.</i></p> <p><i>Література: [5] с. 102-105; [6] с. 172-75.</i></p> <p><i>Основні положення координаційної теорії. Константи стійкості та зміна стандартної енергії Гіббса. Умовні константи стійкості. Швидкість реакцій комплексоутворення в розчині.</i></p> <p><i>Література: [5] с. 127-134; [6] с. 178-186.</i></p> <p><i>Складання рівнянь реакцій окиснення-відновлення. Вплив йонної сили і температури на протікання реакцій окиснення-відновлення. Кількісні характеристики реакцій окиснення-відновлення.</i></p> <p><i>Література: [5] с. 173-178; [6] с. 210-212.</i></p>	32
<b>Розділ 2. Якісний хімічний аналіз</b>		
2	<p><i>Кисотно-основна класифікація катіонів. Групові, специфічні та селективні реагенти.</i></p> <p><i>Література: [1] с. 50-52; [6] с. 152-159.</i></p> <p><i>Сірководнева та фосфатно-аміачна класифікації розподілу катіонів на аналітичні групи.</i></p> <p><i>Література: [5] с. 54, 146-149; [6] с. 32-35, [10] с. 20-21.</i></p> <p><i>Аналіз суміші катіонів IV групи.</i></p> <p><i>Література: [9] с. 56.</i></p> <p><i>Методи усунення заважаючого впливу інших йонів в якісному аналізі.</i></p> <p><i>Література: [1] с. 18-21; [7] с. 37-38.</i></p> <p><i>Аналіз суміші аніонів I та II груп.</i></p> <p><i>Література: [1] с. 108-124.</i></p> <p><i>Способи та прийоми якісного визначення нерозчинних сполук ( типу сульфату барію).</i></p> <p><i>Література: [1] с. 70; [7] с. 91-94.</i></p>	32
<b>Розділ 3. Кількісний хімічний аналіз</b>		
3	Відбір проб газів, рідин і твердих речовин. Розкладання і розчинення	32

	<p>проби. Розрахунки в гравіметричному методі аналізу. Техніка вагового аналізу та причини забруднення осадів. Література: [7] с. 30-32; [2] с. 31-38.</p> <p>Кількісне розділення методом осадження. Методи відгонки. Література: [7] с. 37-38, 39-41; [6] с. 97-100.</p> <p>Сучасне використання гравіметричного методу. Література: [7] с. 116-120; [6] с. 243-244.</p> <p>Визначення гідроксиду амонію. Література: [4] с. 57-59.</p> <p>Диференційне титрування. Вибір індикатора і розрахунок індикаторних похибок. Приклади застосування методу кислотно-основного титрування. Література: [2] с. 73-81; [6] с. 152-159.</p> <p>Криві титрування методу осадження . Криві титрування методу комплексонометрії. Вплив умов на величину стрибка титрування. Література: [2] с. 96-98 99-100; [7] с. 223-226.</p> <p>Індикатори комплексонометричного титрування. Література: [4] с. 83-89; [6] с. 279-281.</p> <p>Визначення кальцієвої та магнієвої твердості води. Література: [4] с. 93.</p> <p>Вплив йонної сили і температури на протікання реакцій окиснення-відновлення. Кількісні характеристики реакцій окиснення-відновлення. Література: [5] с. 173-175.</p> <p>Фіксування точки еквівалентності в редоксметрії, редоксіндикатори. Криві титрування методу окисно-відновного титрування. Броматометрія. Церіметрія. Література: [2] с. 137-141; [7] с. 194-195.</p> <p>Використання редоксметрії Література: [1] с. 50-52; [6] с. 213-214.</p> <p>Йодометричне визначення відновників. Література: [4] с. 114-116.</p>	
4	Модульна контрольна робота	6
6	Залік	6
	Всього годин	108

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної освітнього компонента

#### Правила відвідування занять та поведінки на заняттях

Відвідування занять є обов'язковим компонентом оцінювання. Студенти зобов'язані брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом.

## Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

- заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату:
- <https://www.coursera.org/learn/intro-chemistry>
- <https://www.coursera.org/learn/general-chemistry>
- <https://www.coursera.org/learn/basic-chemistry>

Але їхня сума не може перевищувати 10% від рейтингової шкали.

- штрафні бали в рамках освітнього компонента не передбачені.

## Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з освітнього компонента або будь-яких формальних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

## Політика академічної доброчесності

Плагіат та інші форми недоброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача розрахунково-графічної роботи, залікової роботи за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, конструктивно підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

## 8. Індивідуальні завдання

Відповідно до навчальної програми силабус даного освітнього компонента не містить індивідуального завдання.

### Забезпечення програмних результатів складовими освітнього компоненту

Назва ОК	Лекційні заняття	Практичні та лабораторні заняття, індивідуальні завдання
• Здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного та органічного походження,	<u>Лекція.</u> Аналітична хімія як наука. Основи якісного аналізу <u>Лекція .</u> Реакції кислотно-основної взаємодії.	<u>Лабораторна робота.</u> Якісний хімічний аналіз. Дія загальних групових реагентів на катіони металів. Катіони I, II ,III

використовуючи відповідні методи загальної та неорганічної, органічної, аналітичної, фізичної та колоїдної хімії	<u>Лекція</u> <u>Осадження і розчинення малорозчинних сполук.</u> <u>Лекція.</u> <u>Комплексні сполуки.</u> <u>Реакції комплексоутворення.</u> <u>Лекція . Реакції окиснення-відновлення.</u>	групи. Вивчення дробних реакцій на катіони I та II, III групи.  <u>Лабораторна робота.</u> Якісний хімічний аналіз. Катіони IV, V та VI груп. Вивчення дробних реакцій на катіони IV, V та VI груп. .
	<u>Лекція.</u> <u>Загальні положення кількісного хімічного аналізу.</u> Гравіметричний аналіз . <u>Лекція.</u> <u>Титриметричні методи аналізу. Метод нейтралізації.</u> <u>Лекція</u> <u>Методи осадження і комплексоутворення.</u> <u>Лекція . Редоксметрія.</u>	<u>Лабораторна робота.</u> Якісний хімічний аналіз. Дія загальних реагентів на аніони. Вивчення дробних реакцій на аніони I, II і III груп  <u>Лабораторна робота.</u> Якісний хімічний аналіз. Аналіз індивідуальних неорганічних речовин. <u>Лабораторна робота.</u> Кількісний хімічний аналіз Гравіметричний аналіз. <u>Лабораторна робота.</u> Кількісний хімічний аналіз. Титриметричний аналіз. Метод нейтралізації. <u>Лабораторна робота.</u> Кількісний хімічний аналіз. Комплексонометрія. <u>Лабораторна робота.</u> Кількісний хімічний аналіз. Окиснювально-відновні методи. <u>Лабораторна робота.</u> Кількісний хімічний аналіз. Метод йодометрії. Написання МКР

## 9. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з освітнього компоненту згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час	Розподіл навчальних годин	Контрольні заходи
---------	----------------	---------------------------	-------------------

	Кредити	акад. год.	Лекції	Практич.	Лаб.	СРС	МКР
3	6	180	18	-	54	108	1

**Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:**

- 1) за виконання та захист 9 контрольних завдань з якісного аналізу та 7 контрольних завдань з кількісного хімічного аналізу на лабораторних роботах;
- 2) за виконання контрольних робіт (одна МКР поділяється на 2 контрольні роботи тривалістю 45 хвилини);

**Критерії нарахування балів**

**Виконання лабораторних робіт**

Необхідними умовами допуску студента до лабораторної роботи є:

- наявність протоколу відповідної лабораторної роботи.

Ваговий бал за виконання контрольного завдання з якісного та кількісного аналізу – 2,5.

Максимальна кількість балів за виконання всіх лабораторних робіт дорівнює:

$$(9+7)*2,5 = 40 \text{ балів}$$

Контрольні завдання оцінюються за наступними критеріями:

Критерії оцінювання	Бали
	Виконання контрольного завдання
"відмінно" - бездоганна робота, (склад розчину або речовини визначено без помилок з першої спроби / відносна похибка кількісного визначення становить $\leq 3\%$ ), відповідне оформлення (представлені протокол і розрахунки) та своєчасний усний захист лабораторної роботи ( повна відповідь на питання до лабораторної роботи)	2,5-2,4
"добре" - є незначні недоліки у підготовці та / або виконанні роботи ( склад аналізованої речовини визначено з другої спроби / відносна похибка кількісного визначення знаходиться в межах 3-5 %), відповідне оформлення (представлені протокол і розрахунки) та своєчасний захист лабораторної роботи (достатньо повна відповідь на питання до	2,3-1,8

лабораторної роботи)	
"задовільно" - робота виконана з грубими помилками (склад аналізованої речовини визначено з третьої спроби / відносна похибка кількісного визначення знаходиться в межах 5-10 %), відповідне оформлення (представлені протокол і розрахунки) Усний захист лабораторної роботи проведено своєчасно , але відповідь на питання до лабораторної роботи неповна; або захист лабораторної роботи проводився несвоєчасно (достатньо повна відповідь на питання до лабораторної роботи).	1,7-1,5
"незадовільно" - робота не виконана або робота не зараховується (склад речовини не визначено з четвертої спроби), відсутні розрахунки лабораторної роботи, усний захист лабораторної роботи не проводився	0

Виконання усіх лабораторних робіт з оцінкою не менше ніж "задовільно" є обов'язковою умовою допуску до екзамену.

#### **Модульний контроль**

Модульна контрольна робота поділяється на 2 контрольні роботи (можливо написання контрольної роботи у вигляді тесту) тривалістю 45 хвилин. Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює:

5 балів•2= 10 балів.

Критерії оцінювання знань студентів:	Бали
"відмінно" - повна відповідь: розрахункові і теоретичні завдання викладені в повному обсязі ( не менше 90 % потрібної інформації)	5-4,5
" добре" - достатньо повна відповідь ( не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями (в розрахунках або в теоретичних викладках допущені незначні помилки)	4,4-3,5
" задовільно" - неповна відповідь ( не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки (в розрахунках або в теоретичних викладках допущені грубі помилки, відсутність одного з завдань)	3.4-3
" незадовільно" - відповідь не відповідає вимогам на " задовільно"	0

Написання усіх контрольних робіт є необхідною умовою отримання допуску до екзамену.

Умовою першої атестації є отримання не менше 8 балів та виконання всіх лабораторних робіт на час атестації. Умовою другої атестації – отримання не менше 22 балів, виконання всіх лабораторних робіт на час атестації .

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх контрольних, лабораторних робіт та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить п'ять запитань (завдань). Кожне запитання (завдання) оцінюється у 10 балів за такими критеріями

Бал	Повнота відповіді
10 – 9	«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації);
8 – 7	«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;
6	«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;
0	роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$RC = 16 * 2,5 + 5 * 2 = 50 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 50 % від R:

$$Рекз = 50 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = RC + РЕКЗ = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$$

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

Бали:	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Якщо не написано МКР та/або не виконано всі лабораторні роботи або $RC < 30$	Не допущено

## 10. Додаткова інформація з освітнього компонента

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

### Розділ 1. Теоретичні основи аналітичної хімії

1. Сформулювати предмет і завдання аналітичної хімії.
2. Представити класифікацію аналітичних реакцій.
3. Привести типи реакцій, які використовуються в аналізі та вимоги до них.
4. Охарактеризувати аналітичні характеристики хімічних реакцій: межа виявлення, чутливість, специфічність, граничне відношення йонів.
5. Сформулювати закон діючих мас.

6. Сформулювати теорію електролітичної дисоціації.
7. Привести розрахунок рівноважних концентрацій йонів та молекул.
8. Сформулювати поняття йонний добуток води.
9. Сформулювати поняття про рН.
10. Привести розрахунок концентрацій протонів та рН розчинів сильних і слабких кислот та основ.
11. Дати визначення поняттю « гідроліз ».
12. Охарактеризувати способи посилення та пригнічення гідролізу.
13. Навести розрахунок рН розчинів солей, які гідролізують.
14. Сформулювати поняття буферні розчини: типи, механізм дії, ємність, використання в якісному аналізі.
15. Охарактеризувати умови утворення і розчинення осадів.
16. Оцінити вплив різних чинників на розчинність малорозчинних сполук: одноіменних йонів; сильних електролітів, що не мають з осадом спільних йонів; конкуруючих реакцій протонування та комплексоутворення.
17. Привести будову та аналітичні властивості комплексів.
18. Охарактеризувати вплив рН, концентрації лігандів, домішок йонів-осаджувачів на реакції комплексоутворення в якісному аналізі.
19. Навести загальну характеристику реакцій окиснення-відновлення.
20. Розкрити зміст поняття окиснювально-відновний потенціал та охарактеризувати чинники, які на нього впливають.
21. Сформулювати поняття рівняння Нернста.
22. Оцінити вплив конкуруючих реакцій протонування, осадження та комплексоутворення на напрям і повноту проходження окисно-відновних реакцій.
23. Вивести вираз для константи рівноваги окисно-відновних реакцій.
24. Окреслити застосування окисно-відновних реакцій в якісному аналізі.

## **Розділ 2. Якісний хімічний аналіз**

25. Кислотно-основна класифікація катіонів.
26. Наведіть специфічну реакцію виявлення йонів амонію.
27. Чому при аналізі розчину суміші катіонів I групи в першу чергу виявляють йони  $\text{NH}_4^+$ , а згодом їх видаляють?
28. Наведіть приклади термічного розкладу  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Від чого залежить природа продуктів розкладу?
29. Якими способами можна видалити йони амонію з розчину?
30. Чому виявлення  $\text{Na}^+$  у вигляді гексагідроксостибату натрію бажано проводити на холоді?
31. Катіони металів II групи осаджені у вигляді хлоридів: як можна їх розділити, перевівши у розчин по черзі кожен з йонів, і виявити їх?
32. Яка реакція відбувається, коли до білого осаду  $\text{AgCl}$  додати  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ? На чому вона ґрунтується? Які візуальні зміни її супроводжують?
33. Які з осадів  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$  чи  $\text{AgI}$  розчиняються при додаванні розчину аміаку і ціаніду калію? Напишіть відповідні рівняння реакцій та обчисліть їх константи рівноваги.
34. Напишіть реакції, які відбуваються при додаванні розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  до розчинів солей аргентуму і плюмбуму. Що спостерігається при додаванні кислоти до продуктів реакції?
35. За допомогою яких реагентів в середовищі ацетатної кислоти можна виявити  $\text{Ba}^{2+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$ ?

36. При додаванні до розчинів  $Ba^{2+}$  і  $Ca^{2+}$  сульфату амонію його надмір викликає зміну чутливості реакції; у випадку з яким катіоном вона збільшується, з яким зменшується?
37. Який з осадів  $BaSO_4$  чи  $BaCO_3$  розчиняється в сильній кислоті і чому?  
Який з катіонів IV групи можна ідентифікувати із розчину їх суміші дією лугу? На чому ґрунтується його відмінність?
38. Як можна виявити  $Cr^{3+}$  в присутності  $Al^{3+}$  і  $Zn^{2+}$ ?
39. Які окисники в кислому та лужному середовищах здатні окиснити  $Cr(III)$  до  $Cr(VI)$ ?  
Які реакції описують ці процеси?
40. Чому у водних розчинах неможливо отримати сульфіді та карбонати алюмінію і хрому? Відповідь обґрунтуйте. Напишіть відповідні рівняння реакцій.
41. Гідроксиди яких катіонів металів V групи легко окиснюються? Які візуальні зміни при цьому спостерігаються?
42. Які з катіонів V групи реагують з йодидом калію? До яких типів відносяться реакції їх взаємодії?
43. Солі яких катіонів V групи у водних розчинах найбільше гідролізують? Як можна посилити гідроліз і послабити його? Наведіть приклади.
44. Які окисники можна використати для переведення  $Mn(II)$  у  $Mn(VII)$ ? За яких умов може утворитися  $Mn(IV)$  у вигляді  $MnO_2$ ? Напишіть відповідні реакції.
45. В якому середовищі стійкий роданідний комплекс  $Fe(III)$ ? Що відбувається з ним на світлі та при додаванні розчину лугу?
46. Які з катіонів VI групи реагують з  $KI$ ? Напишіть відповідні реакції
47. Який вигляд має хроматограма з  $KI$  за наявності в розчині катіонів  $Cu^{2+}$  і  $Hg^{2+}$ ? Чому надмір йодиду калію може зменшити чутливість реакції? Як довести, що при взаємодії  $Cu^{2+}$  з  $KI$  утворюється йод?
48. В який колір забарвлені гідроксиди металів VI групи? Який з гідроксидів нестійкий за кімнатної температури?
49. Розчин  $Hg(NO_3)_2$  містить домішки  $Hg_2(NO_3)_2$ . Якою реакцією це можна довести? Що при цьому спостерігається?
50. Які з аніонів I групи при додаванні розчину сильної кислоти взаємодіють, виділяючи газоподібну сполуку (за кімнатної температури і при нагріванні)? Взаємодія якого аніона з кислотою супроводжується ще і появою каламуті? Напишіть рівняння цих реакцій.
51. Вкажіть аніони-відновники. Як вони реагують з перманганатом калію в кислому середовищі?
52. Всі аніони I групи утворюють малорозчинні продукти з катіоном  $Ba^{2+}$ . Які з утворених солей розчиняються в кислоті? Який з осадів при додаванні кислоти змінює колір? Чим це пояснюється? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
53. Поясніть, чому суміш розчинів оксалату амонію і сульфатної кислоти перед додаванням  $KMnO_4$  не слід нагрівати до кипіння? Відповідь обґрунтуйте, навівши відповідну реакцію.
54. Взаємодія аніонів II групи з  $AgNO_3$ . Який з осадів легко розчиняється при додаванні розчину аміаку?
55. Напишіть реакції, що відбуваються при розчиненні галогенідів аргентуму в розчині ціаніду калію.
56. Які з осадів галогенідів можна розчинити при дії  $Na_2S_2O_3$  з переведенням  $AgHal$  у тіосульфатний комплекс  $[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$ ? Розрахуйте константи рівноваги реакцій і за їх величинами зробіть висновок щодо розчинності осадів.
57. Хлорид якого з катіонів II групи можна відділити від решти простим нагріванням?

58. Який з аніонів III групи може бути як окисником, так і відновником? Напишіть реакції його взаємодії в кислому середовищі з йодидом і перманганатом калію. Як довести, що в першій реакції виділяється йод?
59. Які з аніонів при додаванні кислоти і нагріванні можна вилучити з розчину і у вигляді яких сполук? В якості обґрунтування напишіть рівняння реакцій.
60. Як на основі розчинності речовини у воді можна зробити висновок про природу катіона та аніона, що входять до її складу?
61. Запропонуйте способи виявлення окремих катіонів та аніонів за результатом механохімічних реакцій.
62. Наведіть приклади, коли, встановивши групу аніона, можна зробити попередній висновок щодо хімічної природи катіона.
63. Які аніони утворюють з  $\text{AgNO}_3$  малорозчинні сполуки? Які з них розчиняються в сильних кислотах?
64. Які катіони металів осаджуються як розчином луку, так і розчином аміаку у вигляді гідроксидів чи основних солей, проте в надмірі обох реагентів розчиняються?
65. Як, встановивши, що катіон відноситься до II групи за кислотно-основною класифікацією ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ), можна без проведення додаткової реакції встановити, що це саме цей катіон?
66. За допомогою яких реакцій можна виявити в розчині  $\text{Fe(II)}$ ? Напишіть рівняння реакцій, вказавши візуальний ефект.

### **Розділ III. Кількісний хімічний аналіз.**

67. Сформулювати зміст, задачі і методи кількісного аналізу, його значення, можливості і напрям розвитку.
68. Привести класифікацію хімічних методів кількісного аналізу.
69. Сформулювати вимоги до реакцій, які використовуються в кількісному хімічному аналізі.
70. Охарактеризувати способи відбору проб газів, рідин і твердих речовин.
71. Описати способи розкладання і розчинення проби.
72. Розкрити зміст гравіметричного аналізу і класифікацію його методів.
73. Описати основні етапи методу осадження: взяття середньої проби, зважування наважки, розчинення, осадження малорозчинної сполуки, фільтрування, промивання, висушування осадів, одержання гравіметричної форми, зважування її.
74. Привести розрахунки в гравіметричному аналізі.
75. Окреслити використання гравіметрії.
76. Охарактеризувати зміст методу та вимоги до реакцій, які застосовуються в титриметричному аналізі.
77. Навести класифікацію титриметричних методів аналізу за технікою титрування та типом реакцій, на якому ґрунтується метод.
78. Навести способи вираження концентрації розчинів.
79. Привести розрахунки в титриметричному аналізі.
80. Обґрунтувати математичну обробку результатів титрування.
81. Охарактеризувати робочі розчини методу кислотно-основного титрування та способи їх приготування.
82. Дати визначення поняттям точка еквівалентності та способи її встановлення.
83. Привести індикатори методу нейтралізації та вимоги до них.
84. Охарактеризувати криві титрування та їх обчислення.
85. Розкрити зміст диференційного титрування.

86. Обґрунтувати вибір індикатора і розрахунок індикаторних похибок.
87. Навести приклади застосування методу кислотно-основного титрування.
88. Навести та охарактеризувати класифікацію методів осадження і комплексоутворення за видом титранту: аргентометрія, меркуриметрія, плюометрія, ториметрія, комплексонометрія.
89. Визначити зміст методу комплексонометрія: робочі розчини, види титрування, способи визначення точки еквівалентності.
90. Охарактеризувати криві титрування методу осадження.
91. Охарактеризувати криві титрування методу комплексонометрії. Оцінити вплив умов на величину стрибка титрування.
92. Привести класифікацію методів окисно-відновного титрування.
93. Розкрити зміст основних прийомів титрування.
94. Охарактеризувати способи визначення кінця титрування.
95. Охарактеризувати способи прискорення окисно-відновних реакцій.
96. Представити вимоги до реакцій, які використовуються в редоксметрії.
97. Дати визначення поняттю редокс-індикатори.
98. Сформулювати зміст методу перманганатометрії. Привести спосіб приготування і стандартизації робочих розчинів.
99. Окреслити межі використання перманганатометрії.
100. Сформулювати зміст методу хроматометрії. Привести основні робочі розчини.
101. Надати характеристику використання методу хроматометрії.
102. Відобразити зміст методу йодометрії. Привести спосіб приготування та стандартизації робочих розчинів йодометрії.
- Оцінити межі використання йодометрії.

#### **Задачі:**

103. Розрахувати  $K_r$  для окисно-відновної реакції:  $\text{Sn}^{2+} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ = \text{Sn}^{4+} + \text{Mn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$   
при  $[\text{H}^+] = 1$  моль/л і  $[\text{H}^+] = 10^{-8}$  моль/л.  
 $E^0 \text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+} = +1.51 \text{ В}$ ;  $E^0 \text{Sn}^{4+} / \text{Sn}^{2+} = +0.15 \text{ В}$ .
104. Визначити масову частку алюмінію в зразку. Якщо до 25.00мл розчину, що містить 0.7200г солі алюмінію в 100 мл, додали 20.00 мл 0.1024 М розчину трилону. На титрування залишку трилону витратили 22.08мл 0.0503 М розчину  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .
105. Розрахувати масу наважки  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , необхідну для стандартизації 0.1 М розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ( спосіб піпетування,  $V_{\text{заг.}} = 100\text{мл}$ ,  $V_{\text{алікв.}} = 10.00\text{мл}$  ), якщо на титрування виділеного йоду витрачено 25.00 мл. розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Напишіть реакції, на яких ґрунтується метод стандартизації.

### **Приблизний перелік питань, що виносяться на модульну контрольну роботу Питання по темі "Розрахунки рівноваги у розчинах слабких електролітів"**

#### **Варіант №1**

1. Сформулюйте закон діючих мас. Дайте визначення поняттям: константа рівноваги хімічних реакцій, активність іонів, іонна сила розчину.
2. Дати визначення основних типів хімічних реакцій, що використовуються в аналізі. Навести приклади.
3. Обчислити ступінь дисоціації 0,1 моль/л розчину оцтової кислоти.  $K_{\text{дис.}} = 1 \cdot 10^{-5}$ .
4. Обчислити концентрацію молекул та іонів у 0,01 моль/л розчині оцтової кислоти.  $K_{\text{дис.}} = 1 \cdot 10^{-5}$ .
5. Обчислити концентрацію ацетат-іонів у суміші, що складається з 0,05 моль/л оцтової кислоти і 0,1 моль/л соляної кислоти.

**Питання по темі "Кислотно-основні рівноваги у водних розчинах"**

**Варіант №1**

1. Вивести формулу для розрахунку константи гідролізу, ступеня гідролізу і рН солі типу NaAc.
2. Обчислити рН наступних розчинів:  $1 \cdot 10^{-3}$  моль/л HCl; 0,02 моль/л KOH; 5-% розчину HF ( $K_{HF} = 6 \cdot 10^{-4}$ ), 0,1 моль/л NaCl.
3. Визначити, який з наступних розчинів має більш лужну реакцію:  $CH_3COOK$  ( $K_{CH_3COOH} = 1 \cdot 10^{-5}$ ) чи  $HCOOK$  ( $K_{HCOOH} = 1 \cdot 10^{-4}$ )?
4. Вивести формулу для розрахунку рН буферної суміші типу  $NH_4OH + NH_4Cl$ .  
Які з наступних сумішей розчинів є буферними:  $KCl + HCl$ ;  $CH_3COOH + CH_3COONa$ ;  $Na_2HPO_4 + NaH_2PO_4$ ;  $HCOOH + HCOONa$ ;  $HNO_3 + KNO_3$ .

**Питання по темі "Осад-розчин".**

**Варіант №1.**

1. Вивести формулу для розрахунку добутку розчинності малорозчинної сполуки. Визначити умови осадження і розчинення осадів. Привести розрахунок розчинності по ДР.
2. Обґрунтувати вплив сторонніх електролітів на розчинність малорозчинних сполук.
3. Розрахувати розчинність фосфату кальцію в насиченому водному розчині цієї солі.  $ДР(Ca_3(PO_4)_2) = 1,08 \cdot 10^{-38}$ .
4. Розрахувати розчинність сірчаноокислого барію в 0,1 моль/л розчині сульфату натрію.  $ДР(BaSO_4) = 1 \cdot 10^{-7}$ .
5. Встановити в скільки разів розчинність оксалату барію ( $ДР(BaC_2O_4) = 1 \cdot 10^{-7}$ ) більше розчинності оксалату кальцію ( $ДР(CaC_2O_4) = 1 \cdot 10^{-9}$ ) в середовищі 0,01 моль/л азотної кислоти? Константа дисоціації оксалатної кислоти  $1 \cdot 10^{-7}$ . Чи залежить отриманий результат від кислотності середовища?
6. Встановити чи випаде осад AgCl, якщо до 10 мл 0,01 моль/л розчину  $AgNO_3$  додати 10 мл 0,01 моль/л розчину NaCl?  $ДР(AgCl) = 1 \cdot 10^{-10}$ .

**Питання по темі "Реакції комплексоутворення та окислення-відновлення".**

**Варіант №1**

1. Описати основні ознаки комплексних сполук.
2. Встановити при якому рН алюміній зв'яжеться у комплекс приблизно на 90 %? Константа стійкості комплексного іону  $[Al(OH)_4]^-$  дорівнює  $10^{33}$ .
3. Дати визначення поняттям: окисно-відновна реакція, окисник, відновник, напівреакція.
4. Написати рівняння Нернста в загальному вигляді і для напівреакцій для наступної окисно-відновної реакції, попередньо розставивши коефіцієнти:  
$$J + MnO_4^- + H^+ \rightarrow J_2 + Mn^{2+} + H_2O$$
5. Розставити коефіцієнти і розрахувати константу рівноваги наступної реакції, що протікає в середовищі азотної кислоти з концентрацією 1 моль/л:  
$$J + MnO_4^- + H^+ \rightarrow JO_3^- + Mn^{2+} + H_2O$$
  $E_{ок.} = 1,51$  В;  
 $E_{відн.} = 1,11$  В.

**Питання по темі "Гравіметричний метод аналізу".**

*Варіант № 1.*

- 1. Охарактеризувати принцип гравіметричного методу аналізу та умови повного осадження визначуваного іона.*
- 2. Розкрити зміст правил промивання осадів, переведення осадів у вагову форму. Сформулювати вимоги до форми осадження.*
- 3. Розрахувати фактор перерахунку. Якщо визначувана форма - Cr, вагова форма - Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Молярна маса Хрому – 52.*
- 4. Розрахувати концентрацію оксалату амонію в моль/л, при який Барій практично повністю перетвориться в оксалат барію.*
- 5. Розрахувати масову частку Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в руді, якщо маса вагової форми складає 0,0200 г. Молярна маса Феруму – 56, а наважку залізної руди 0,1000 г розчинили в кислоті і осадили Ферум у вигляді гідроксиду. Осад прожарили до Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.*

**Питання по темі: «Метод кислотно-основного титрування».**

*Варіант № 1.*

- 1. Побудувати криву титрування розчину HCOOH з молярною концентрацією 0,1 моль/л розчином KOH з молярною концентрацією 0,2 моль/л, якщо  $K(HCOOH)=10^{-4}$ . Підібрати індикатори для цього процесу.*
- 2. Визначити молярну концентрацію розчину NaOH та його титр по H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, якщо наважку H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O масою 0,6 г розчинили в колбі на 100,0мл. На титрування 20,00 мл отриманого розчину використали 18,34 мл NaOH.*
- 3. Обґрунтувати відповідь на питання: титрують 0,2 н. розчин NH<sub>4</sub>OH 0,2 н. розчином H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в присутності фенолфталеїну. Чи вірно вибрано індикатор? Якщо ні, то яка припущена помилка?*
- 4. Викласти основні положення іонної теорії індикаторів.*
- 5. Розрахувати індикаторну похибку титрування 0,01М розчину HCl 0,01 М розчином NaOH за допомогою фенолфталеїну (рТ =9).*

**Питання по темі: « Метод комплексонометричного титрування».**

*Варіант №1*

- 1. Розкрити суть методу комплексонометричного титрування. Описати приготування робочих розчинів.*
- 2. Описати визначення загальної твердості води. Привести розрахунок, рівняння реакції.  
Встановити яку масу металічного магнію (99 %) необхідно взяти для приготування 100,00 мл розчину, на титрування 20,00 мл якого витрачалося би 20,00 мл 0,2000 моль/л розчину EDTA?*
- 3. Встановити яка маса Ca та Mg містилась у вихідному розчині? Якщо розчини солей Ca<sup>2+</sup> та Mg<sup>2+</sup> розбавили водою до 100,00 мл. На титрування 20,00 мл аліквоти при рН 9,8 з хромогеном чорним витратили 18,45 мл 0,0102 М Трилону Б, а на титрування такої самої аліквоти при рН 12,0 з мурексидом витратили 8,22 мл Трилону Б.*

4. Розрахувати концентрацію іонів  $SO_4^{2-}$  (г/л). Якщо при аналізі стічної води до проби об'ємом 100,00 мл добавили 25,00 мл 0,02 М  $BaCl_2$  при нагріванні. Надлишок  $BaCl_2$  відтитрували в присутності амонійного буфера, яки містив трилонат магнію та хромоген чорний, витративши 17,00 мл 0,02 М Трилону Б.

#### **Питання по темі « Окисно-відновні методи титриметричного аналізу».**

##### **Варіант №1**

1. Дати загальну характеристику методів окиснення-відновлення, способів фіксування точки еквівалентности. Привести приклади.
2. Описати визначення відновників йодометричним методом.
3. Сформулювати, які реакції називаються автокаталітичними? Показати механізм автокаталіза на прикладі.
4. Визначити молярну масу еквівалента окисника і відновника в реакціях:



5. Розрахувати вміст  $K_2Cr_2O_7$  у розчині. Якщо до 10 мл  $K_2Cr_2O_7$  додали  $H_2SO_4$  та надлишок  $KJ$ . На титрування йоду, що виділився, витрачено 30 мл  $Na_2S_2O_3$  з молярною концентрацією еквівалентів 0,1 моль/л.
6. Розрахувати концентрацію розчину  $Na_2S_2O_3$  (моль/л), якщо 20,00 мл розчину  $K_2Cr_2O_7$  с  $T(K_2Cr_2O_7/Fe) = 0,005584$  г/мл після додавання  $KJ$  виділяють таку ж кількість  $I_2$ , яку відтитровується 32,46 мл розчину  $Na_2S_2O_3$ .

#### **Робочу програму освітнього компонента (силабус):**

**Складено** доцентом, к.т.н., Глушко О.В.

**Ухвалено** кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 29.05.2025)

**Погоджено** Методичною комісією ХТФ (протокол № 10 від 26.06.2025)