



Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз
Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Промислова екологія та ресурсоефективні чисті технології</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>заочна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>6 кредитів (180 год)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>4 год лекційних та 4 год лабораторних занять</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/krisenko-tamara-volodimirivna-2.html Лабораторні: https://eco-paper.kpi.ua/pro-kafedru/vykladachi/vizytky/krisenko-tamara-volodimirivna-2.html
Розміщення курсу	https://do.ipo.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

«Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз» є фундаментальною хімічною дисципліною про методи визначення якісного складу сполук та їх сумішей. Дана дисципліна надає теоретичні та практичні знання про хімічні методи аналізу. Знання, які отримують студенти у процесі вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз», є теоретичною та практичною базою для вивчення профільних дисциплін на старших курсах. Робота в лабораторії, практичне засвоєння основ різних методів аналізу – важлива складова підготовки висококваліфікованих фахівців. Вивчення студентами дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз» вимагає від них вміння зосередитись на детальному вивченні властивостей хімічних елементів та їх сполук, стану речовини у розчинах, засвоєнні теоретичних основ найважливіших типів хімічних перетворень, що є основою різних методів аналізу. При виконанні лабораторних робіт з даної навчальної дисципліни студенти набувають навичок виконання найважливіших хімічних операцій. Їх знання, інтелект, здібності проявляться при виконанні індивідуальних контрольних завдань з аналізу.

Предмет навчальної дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз» - дослідження теоретичних основ аналітичних методів, вдосконалення існуючих та розробка нових методів аналізу, їх практичне використання.

Мета навчальної дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз».

Метою вивчення даної дисципліни є формування у студентів комплексу знань теоретичних основ важливих типів хімічних перетворень, методів ідентифікації досліджуваних речовин, комплексу умінь та навиків, необхідних для виконання основних хімічних операцій.

Відповідно до мети вивчення навчальної дисципліни вимагає формування у студентів **компетентностей**:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач;
- здатність застосовувати сучасні експериментальні методи роботи з технологічними об'єктами в промислових і лабораторних умовах.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз», студенти після її засвоєння мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- знати математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми;

- коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних речовин та матеріалів на їх основі;

- 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 дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз» базується на засадах інтеграції знань, отриманих студентами при вивченні дисципліни «Загальна та неорганічна хімія». Дисципліна «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз» є фундаментальною хімічною дисципліною, що має забезпечити такі дисципліни, як «Аналітична хімія. Частина 2. Кількісний аналіз», «Загальна хімічна технологія».

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Теоретичні основи якісного аналізу.

Тема 2. Хімічна рівновага в водних розчинах електролітів.

Тема 3. Кислотно-основні рівноваги у водних розчинах.

Тема 4. Реакції комплексоутворення.

Тема 5. Хімічна рівновага в гетерогенних системах осад-розчин.

Тема 6. Реакції окиснення-відновлення.

Тема 7. Хімічні методи розділення і концентрування.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Рева Т.Д., Чхало О.М., Зайцева Г.М. та ін. Аналітична хімія. Якісний аналіз: навч.-метод. посіб. – К.: ВСВ «Медицина», 2017. – 280 с.
2. Якісний хімічний аналіз. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 101 «Екологія», 161 «Хімічні технології та інженерія». Уклад.: О.П. Хохотва, О. В. Глушко, О. М. Терещенко, Т.В. Крисенко.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 104 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65576>
3. Слободнюк Р.Є. Курс аналітичної хімії. – Херсон: Олді плюс, 2020. – 256 с.

Додаткова література

4. Аналітична хімія. Для навчання за спеціальністю «Екологія» [текст] навчальний посібник / В.А. Копілевич, Н.М. Прокопчук, Т.І. Ущипівська, Л.В. Войтенко, Л.М. Абарбарчук, Д.А. Савченко; Під ред. В.А. Копілевича. 2-е вид., випр. і доп. – К.: ДДП «Експо-Друк», 2020. – 260 с.
5. Аналітична хімія. Теоретичні основи якісного та кількісного аналізу: навч.-метод посібник. М.В. Шевряков, М.В. Повстяний, Б.В. Яковенко, Т.А. Попович: навч.-метод. Посібник. – Херсон: Гельветика, 2019. – 404 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

6. Союз хіміків України <http://www.chemunion.org.ua/uk/>
7. Науково-практичний журнал «Методи та об'єкти хімічного аналізу» <https://anchem.knu.ua/>

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **«Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз»**, 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 наочності, 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 даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
	<p style="text-align: center;">Тема 1. Теоретичні основи якісного аналізу.</p> <p>Предмет і задачі аналітичної хімії. Класифікація методів аналізу Аналітичні характеристики хімічних реакцій: чутливість, граничне відношення йонів, селективність, специфічність. Розподіл катіонів і аніонів на групи.</p> <p>Література: [1] С. 16-23; [4] С. 21-28.</p> <p>Завдання на СРС. Вимоги до реакцій, які використовуються в якісному аналізі. Періодичний закон Д. І. Менделєєва та його значення в аналітичній хімії. Значення хіміко-аналітичних властивостей йонів в зв'язку з положенням елементів в періодичній системі.</p> <p style="text-align: center;">Тема 2. Хімічна рівновага в водних розчинах електролітів.</p> <p>Завдання на СРС. Закон діючих мас. Теорія електролітичної дисоціації. Розрахунок рівноважних концентрацій молекул та йонів в розчинах слабких електролітів. Залежність константи рівноваги від температури. Константа рівноваги та зміна стандартної енергії Гіббса. Швидкість хімічних реакцій в розчині.</p> <p style="text-align: center;">Тема 3. Кисотно-основні рівноваги у водних розчинах.</p> <p>Йонний добуток води. Поняття про рН. Розрахунок концентрації протонів та рН розчинів сильних і слабких кислот та основ. Гідроліз. Способи посилення та пригнічення гідролізу. рН розчинів солей, які гідролізують. Буферні розчини: типи, механізм дії, ємність, використання в якісному аналізі.</p> <p>Література: [1] С. 52-72; [5] С. 23-34.</p> <p>Завдання на СРС. Протолітична теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі; електронна теорія Льюїса, теорія Усановича. Вплив йонної сили і температури на кислотно-основні рівноваги.</p> <p style="text-align: center;">Тема 4. Реакції комплексоутворення.</p> <p>Завдання на СРС. Будова та аналітичні властивості комплексів. Вплив рН, концентрації лігандів на утворення комплексних сполук. Застосування комплексних сполук в аналізі. Основні положення координаційної теорії. Фактори, які впливають на стійкість комплексних сполук.</p> <p style="text-align: center;">Тема 5. Хімічна рівновага в гетерогенних системах осад-розчин.</p> <p>Завдання на СРС. Умови осадження і розчинення осадів. Вплив різних чинників на розчинність малорозчинних сполук: однойменних йонів; сильних електролітів, що не мають з осадом спільних йонів; конкуруючих реакцій протонування та комплексоутворення. Осади кристалічні та аморфні. Поняття про колоїдні розчини. Фракційне осадження. Умовний добуток розчинності. Вплив розчинників і температури на розчинність.</p> <p style="text-align: center;">Тема 6. Реакції окиснення-відновлення.</p> <p>Завдання на СРС. 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</p>	4

	реакцій. Константа рівноваги окисно-відновних реакцій. Застосування окисно-відновних реакцій в якісному аналізі. Вплив йонної сили і температури на протікання реакцій окиснення-відновлення. Тема 7. Хімічні методи розділення і концентрування. Завдання на СРС. Осадження і співосадження. Екстракція. Сорбція. Загальна характеристика методів. Хімічні методи маскування.	
	Всього	4

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять полягають:

- ◆ допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру з якісного 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 та інших видів завдань.

№ з/п	Назва теми лабораторного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу)	Годин
1	Вступ до якісного аналізу. Дія загальних групових реагентів на катіони металів. Вивчення дробних реакцій на катіони I групи. Література: [2] С. 7-15.	2
2	Аніони. Дія загальних реагентів на аніони. Вивчення дробних реакцій на аніони I групи. Література: [2] С.56-65. Написання модульної контрольної роботи.	2
	Всього	4

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 97 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. У процесі самостійної роботи в рамках освітнього компоненту студент повинен навчатися аналізувати отриману інформацію і використовувати її для вирішення поставлених задач.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
Тема 1. Теоретичні основи якісного аналізу		
1	Вимоги до реакцій, які використовуються в якісному аналізі. Періодичний закон Д. І. Менделєєва та його значення в аналітичній хімії. Значення хіміко-аналітичних властивостей йонів в зв'язку з положенням елементів в періодичній системі.	12

	<i>Література: [1] С. 11-12.</i>	
Тема 2. Хімічна рівновага в водних розчинах електролітів.		
2	<i>Закон діючих мас. Теорія електролітичної дисоціації. Розрахунок рівноважних концентрацій молекул та йонів в розчинах слабких електролітів. Залежність константи рівноваги від температури. Константа рівноваги та зміна стандартної енергії Гіббса. Швидкість хімічних реакцій в розчині. Література: [1] С. 24-40; [3] С. 12-26.</i>	23
Тема 3. Кислотно-основні рівноваги у водних розчинах.		
3	<i>Протолітична теорія кислот і основ Бренстеда-Лоурі; електронна теорія Льюїса, теорія Усановича. Вплив йонної сили і температури на кислотно-основні рівноваги. Література: [1] С. 52-57.</i>	16
Тема 4. Реакції комплексоутворення.		
4	<i>Будова та аналітичні властивості комплексів. Вплив рН, концентрації лігандів на утворення комплексних сполук. Застосування комплексних сполук в аналізі. Основні положення координаційної теорії. Фактори, які впливають на стійкість комплексних сполук. Література: [1] С. 88-97.</i>	23
Тема 5. Хімічна рівновага в гетерогенних системах осад-розчин.		
5	<i>Умови осадження і розчинення осадів. Вплив різних чинників на розчинність малорозчинних сполук: однойменних йонів; сильних електролітів, що не мають з осадом спільних йонів; конкуруючих реакцій протонування та комплексоутворення. Осади кристалічні та аморфні. Поняття про колоїдні розчини. Фракційне осадження. Умовний добуток розчинності. Вплив розчинників і температури на розчинність. Література: [1] С. 41-51.</i>	22
Тема 6. Реакції окиснення-відновлення.		
6	<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. Вплив йонної сили і температури на протікання реакцій окиснення-відновлення. Література: [1] С. 73-81.</i>	26
Тема 7. Хімічні методи розділення і концентрування.		
7	<i>Осадження і співосадження. Екстракція. Сорбція. Загальна характеристика методів. Хімічні методи маскування. Література: [2] С. 18-21, 98-109.</i>	12
8	<i>Написання розрахункової роботи</i>	8
9	<i>Підготовка до екзамену</i>	30
	<i>Всього годин</i>	172

7. Політика навчальної дисципліни (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/advanced-chemistry>

<https://www.coursera.org/learn/intro-chemistry>

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

- штрафні бали не передбачено.

Політика дедлайнів та перескладань

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних 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 екзамену 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 толерантними, 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. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	Лаб. роб.	СРС	МКР	РР	Семестровий контроль
2	6	180	4	-	4	172	1	1	екзамен

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

- виконання 2 лабораторних робіт;
- написання модульної контрольної роботи;
- виконання розрахункової роботи.

Семестровим контролем є екзамен.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Виконання лабораторних робіт:

Необхідними умовами **допуску** студента до лабораторної роботи є:

- наявність протоколу відповідної лабораторної роботи;
- позитивна відповідь на питання вхідного експрес-контролю якості теоретичної підготовки студента до лабораторної роботи (експрес-контроль здійснюється у вигляді усного опитування, що проводиться на початку заняття). В разі невідповідності даним умовам студент не допускається до виконання лабораторної роботи.

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за виконання лабораторної роботи дорівнює:

$$5 \text{ балів} \cdot 2 = 10 \text{ балів.}$$

Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

Повнота та ознаки виконання завдання	Бали
Робота виконана в повній мірі та захищена (склад розчину або речовини визначено без помилок з першої спроби, відповідне оформлення (вчасно представлені протокол і розрахунки)).	5
Незначні недоліки у виконанні та захисті (склад визначуваної речовини визначено з другої спроби, у оформленні є певні недоліки (вчасно представлений протокол і з деяким запізненням розрахунки).	4
Грубі недоліки у виконанні та захисті (робота виконана з грубими помилками, склад речовини визначено з третьої спроби), невідповідне оформлення (невчасно представлені протокол і розрахунки)	3
Невиконання завдання (Робота не виконана або не захищена)	2-0

1. Написання модульної контрольної роботи:

Максимальна кількість балів за написання модульної контрольної роботи 20 балів.

Критерії оцінювання	Бали
«відмінно», повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації)	20-19
«добре», неповне розкриття одного з питань (не менше 75 % потрібної інформації)	18-15
«задовільно», неповна відповідь (не менше 65 % потрібної інформації)	14-12
незадовільна робота (не відповідає вимогам на «задовільно»).	11-0

3. Написання розрахункової роботи:

Максимальна кількість балів за написання розрахункової роботи 20 балів.

Бали	Критерії оцінювання
20-19	"відмінно" - робота виконана акуратно, в повному обсязі, відповіді обґрунтовані, наведені приклади та рівняння хімічних реакцій, про які йдеться мова у питанні
18-15	"добре" - теоретичні питання та розрахунки містять незначні недоліки (або робота здана з деяким запізненням від встановленого терміну)
14-12	"задовільно" - відсутні відповіді на 1-2 питання або теоретичні питання та розрахунки викладено з певними помилками (або робота здана зі значним запізненням від встановленого терміну)
11-0	"незадовільно" - завдання не виконане, або є грубі помилки, роботу не зараховано

4. Екзамен (усний).

Екзаменаційний білет містить два теоретичних запитання (завдання) і два практичних завдання (завдання з лабораторного курсу та задача). Приблизний перелік теоретичних запитань наведений у Розділі 9. Кожне теоретичне запитання/завдання та завдання з лабораторного курсу оцінюється у 10 балів, а задача в 20 балів за такими критеріями:

Критерії оцінювання	Бали	
"відмінно" - повна відповідь, не менше 90 % потрібної інформації (повне, безпомилкове розв'язування задачі)	10	20-19
"добре" - достатньо повна відповідь, не менше 75 % потрібної інформації або незначні неточності (повне розв'язування задачі з незначними неточностями)	9-8	18-16
"задовільно" - неповна відповідь, не менше 60 % потрібної інформації та деякі помилки (задача розв'язана з певними недоліками)	7-6	15-12
"незадовільно" - відповідь не відповідає умовам до "задовільно"	5-0	11-0

Умовою допуску до екзамену є зарахування лабораторної роботи, розрахункової роботи, модульної контрольної роботи та стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Таким чином, сума рейтингових балів складає:

$$R_c = 10 + 20 + 20 + 50 = 100.$$

Сума стартових балів та 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
R<60 балів	незадовільно
Не виконані умови допуску	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань до заліку з дисципліни «Аналітична хімія. Частина 1. Якісний аналіз».

1. Сформулювати предмет і задачі аналітичної хімії.
2. Представити класифікацію методів аналізу.
3. Привести типи реакцій, які використовуються в аналізі та вимоги до них. Охарактеризувати аналітичні характеристики хімічних реакцій: чутливість, специфічність, граничне відношення йонів, селективність.
4. Сформулювати закон діючих мас.
5. Сформулювати теорію електролітичної дисоціації.
6. Привести розрахунок рівноважних концентрацій йонів та молекул.
7. Сформулювати поняття йонний добуток води.
8. Сформулювати поняття про рН.
9. Привести розрахунок концентрацій протонів та рН розчинів сильних і слабких кислот та основ.
10. Дати визначення поняттю «гідроліз».
11. Охарактеризувати способи посилення та пригнічення гідролізу.
12. Навести розрахунок рН розчинів солей, які гідролізують.
13. Сформулювати поняття буферні розчини: типи, механізм дії, ємність, використання в якісному аналізі.
14. Охарактеризувати умови утворення і розчинення осадів.
15. Оцінити вплив різних чинників на розчинність малорозчинних сполук: однойменних йонів; сильних електролітів, що не мають з осадом спільних йонів; конкуруючих реакцій протонування та комплексоутворення.
16. Привести будову та аналітичні властивості комплексів.
17. Охарактеризувати вплив рН, концентрації лігандів, домішок йонів-осаджувачів на реакції комплексоутворення в якісному аналізі.
18. Навести загальну характеристику реакцій окиснення-відновлення.
19. Розкрити зміст поняття окиснювально-відновний потенціал та охарактеризувати чинники, які на нього впливають.
20. Представити рівняння Нернста.
21. Оцінити вплив конкуруючих реакцій протонування, осадження та комплексоутворення на напрям і повноту проходження окисно-відновних реакцій.

22. Вивести вираз для константи рівноваги окисно-відновних реакцій.
23. Пояснити використання окисно-відновних реакцій в якісному аналізі.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Крисенко Т.В.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 17 від 23.05.2024)

Погоджено Методичною комісією

інженерно-хімічного факультету (протокол № 11 від 28.06.2024)