



Аналітична хімія – 1. Якісний аналіз

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	101 Екологія
Освітня програма	ОПП Екологічна безпека
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	заочна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5(150)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	екзамен
Розклад занять	
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , okter789@gmail.com Лабораторні: <i>к.т.н., доц., Терещенко Оксана Миколаївна</i> , okter789@gmail.com
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2514

Програма навчальної дисципліни

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

Аналітична хімія – це наука про методи визначення складу речовин та їх сумішей. Вона складається з двох основних розділів – якісного та кількісного аналізу.

Завданням якісного аналізу є виявлення або ідентифікація елементів, груп атомів, йонів, молекул у хімічних сполуках. З якісного аналізу починають дослідження будь-якої невідомої або синтезованої речовини.

За допомогою кількісного аналізу встановлюють співвідношення між складовими частинами речовини, а також окремих компонентів у сумішах.

Аналітична має велике наукове і практичне значення. Так, на основі даних хімічного аналізу було сформульовано кількісні закони хімії, встановлено атомні маси елементів, хімічні формули речовин та хімічних сполук.

Нині аналітичні дослідження – це не лише встановлення якісного та кількісного складу сполук, а й вивчення їхньої структури, конформацій та основних закономірностей перебігу хімічних процесів.

Аналітична хімія тісно пов'язана з технічними і природничими науками, її методи і досягнення надзвичайно широко застосовуються в екології з метою визначення якості об'єктів природного середовища – повітря, природних поверхневих і підземних вод, ґрунтів, рослинних і тваринних організмів.

Велике значення має виявлення та кількісне визначення окремих хімічних елементів, що входять до складу живих організмів, зумовлюють їх нормальну фізіологічну діяльність і здатність до міграції в довкіллі.

Класичні хімічні методи (гравіметрія і титриметрія) завдяки простоті виконання і обладнання, достатній точності широко використовуються в екологічних дослідженнях і нині, як в кількісному, так і в якісному аналізах.

Предметом навчальної дисципліни «Аналітична хімія» є формування у студентів знань з теоретичних основ хімічного аналізу і практичних умінь та навичок його виконання в умовах виробництва або хімічної лабораторії.

Мета навчальної дисципліни «Аналітична хімія»

Метою вивчення даної дисципліни є забезпечення засвоєння теоретичних основ хімічного аналізу, оволодіння методами визначення якісного та кількісного складу речовин та підготовка інженера-еколога до творчої, самостійної роботи. Відповідно до мети підготовка бакалаврів екології за даною спеціальністю вимагає формування у студентів таких компетентностей:

- здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

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

- уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень;
- розуміти основні екологічні закони, правила та принципи охорони довкілля та природокористування;
- розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування;
- підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти;
- проводити лабораторні дослідження із застосуванням сучасних приладів, забезпечувати достатню точність вимірювання та достовірність результатів, обробляти отримані результати.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни «Аналітична хімія» потребує знань, які формуються на базі дисциплін «Хімія з основами біогеохімії», «Спеціальні розділи біогеохімії», «Фізика», «Вища математика». Навчальна дисципліна «Аналітична хімія» забезпечує дисципліни «Нормування антропогенного впливу на навколишнє середовище», «Техноекологія», «Фізична та колоїдна хімія», «Екологічна та природно-технологічна безпека».

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Аналітична хімія – 1. Якісний аналіз

Розділ 1. Якісний хімічний аналіз як перший ступінь аналітичного дослідження.

Тема 1. Предмет аналітичної хімії.

Розділ 2. Хімічна рівновага в реальних системах

Тема 1. Йонні рівноваги в розчинах електролітів

Тема 2. Закон діючих мас. Теорія електролітичної дисоціації

Розділ 3. Основні типи хімічних реакцій, які використовуються в аналітичній хімії

Тема 1. Рівноваги в системі осад-розчин

Тема 2. Кисотно-основні рівноваги

Тема 3. Комплексоутворення

Тема 4. Окисно-відновні рівноваги

Розділ 4. Методи маскування, розділення і концентрування

Тема 1. Осадження і співосадження

Тема 2. Екстракція

Тема 3. Сорбція

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Аналітична хімія. Методи якісного хімічного аналізу. (теоретичні аспекти та лабораторний практикум)/ Укл. Л.І.Бутченко; О.П.Хохотва, О.М.Терещенко та ін. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 151 с.
2. Г.М. Зайцева, Т.Д. Рева, О.М. Чихало Аналітична хімія. Якісний аналіз. – К.: Медицина, 2017. – 280 с.
3. Габ А.І., Шахнін Д.Б, Малишев В.В. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз. Навчальний посібник. – К.: Університет «Україна», 2018. – 212 с.
4. Аналітична хімія. Якісний хімічний аналіз. Методичні вказівки до вивчення дисципліни/ Укл. Л.І. Бутченко, О.П. Хохотва, О.М. Терещенко, О.В. Глушко – НТУУ «КПІ», 2013. – 136 с.
5. Бутченко Л.І., Терещенко О.М., Черьопкіна Р.І. Збірник задач з аналітичної хімії.-К.: ЕКМО, 2011. – 181 с.

Допоміжна

6. Загальна хімія: підручник / Панасенко О. І. [та ін.]. – Запоріжжя, 2015. -422 с.
7. Музиченко В.П. Медична хімія: підручник/ В.П. Музиченко, Д.Д. Луцевич, Л.П. Яворська; за ред. Б.С. Зіменковського. – 3-є вид., випр. – К.: ВСВ «Медицина», 2018. – 496 с.
8. Мінаєва В. О. Методи концентрування неорганічних речовин: Навчально-методичний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2014. – 313 с
9. Аналітична хімія. Методи аналітичної хімії в екологічних дослідженнях. Частина І. Хімічні методи аналізу. Методичні вказівки до вивчення дисципліни/ Укл. Л.І.Бутченко; О.П.Хохотва, О.М.Терещенко – НТУУ «КПІ», 2010. – 68 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Центр електронних навчальних матеріалів, режим доступу: <http://193.108.240.69/moodle/>
2. Журнал неорганічної хімії, режим доступу: <http://www.geokhi.ru/~zhakh>
3. Електронна бібліотека літератури із загальної хімії: веб-сайт. URL: <https://techemy.com> (дата звернення: 25.05.2019).
4. Центр електронних навчальних матеріалів: веб-сайт. URL: <http://193.108.240.69/moodle/> (дата звернення: 25.05.2019).
5. Библиотека Академии наук. Информация на английском языке: веб-сайт. URL: <http://ban.yu.ru> (дата звернення: 25.05.2019).
6. Повнотекстові журнали з хімії англійською та російською мовою: веб-сайт. URL: <http://abc.chemistry.bsu.by/free-journals/> (дата звернення: 25.05.2019).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на: надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з кредитного модуля «Аналітична хімія-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;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних думок і положень, підкреслення висновків, повторення їх у різних формулюваннях);
- 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)
1	Розділ 1. Якісний хімічний аналіз як перший ступінь аналітичного дослідження Тема 1.1. Перспективи розвитку хімічної науки та промисловості Предмет аналітичної хімії. Класифікація аналітичних реакцій. Література: [1]. С. 5 – 18; [3]. С. 9 – 24. <u>Завдання на СРС.</u> Методологічні особливості аналітичної хімії. Становлення аналітичної хімії в Україні. Основні етапи розвитку аналітичної хімії. Періодичний закон Д.І. Менделєєва та аналітична хімія. Методи аналітичної хімії. Загальна схема аналітичного визначення. Розділ 2. Хімічна рівновага в реальних системах Тема 2.1. Йонні рівноваги в розчинах електролітів Фактори, котрі впливають на рівновагу в реальних системах. Прості та складні реакції. Закон діючих мас. Теорія електролітичної дисоціації. Література: [2]. С. 29-41; [5]. С. 4-22. <u>Завдання на СРС.</u> Розрахунок рівноважних концентрацій компонентів реакції при дисоціації слабких електролітів. Термодинаміка і кінетика хімічних реакцій і процесів.
2	Розділ 3. Основні типи хімічних реакцій, які використовуються в аналітичній хімії Тема 3.1. Рівноваги в системі осад-розчин Добуток розчинності. Розчинність малорозчинних сполук. Розчинність під впливом сильних кислот. Література: [2]. С. 41 – 47; [5]. С. 94-101, 104-109. <u>Завдання на СРС.</u> Розчинність осадів внаслідок комплексоутворення. Розчинність внаслідок окисно-відновних реакцій. Вплив розчинника на розчинність. Дробне осадження та його використання в аналітичній хімії. Тема 3.2. Кислотно-основні рівноваги у водних розчинах Йонний добуток води. Поняття про рН. Розрахунок концентрацій водневих йонів розчинів кислот та основ. Гідроліз. Концентрація водневих йонів розчинів солей. Буферні розчини. Література: [2]. С. 52 – 70, [5]. С. 45-72. <u>Завдання на СРС.</u> Протолітична теорія кислот та основ Бренстеда-Лоурі, електронна теорія Льюїса. Функція кислотності Гаммета. Вплив йонної сили і температури на кислотно-основні рівноваги. Тема 3.4. Окисно-відновні рівноваги Рівняння окисно-відновних реакцій. Окисно-відновний потенціал. Константа рівноваги окисно-відновних реакцій. Окисно-відновні властивості води. Швидкість і механізм реакцій окиснення-відновлення. Література: [2]. С. 73-82; [5]. С. 148-165. <u>Завдання на СРС.</u> Вплив йонної сили і температури на протікання реакцій окиснення-відновлення. ЕРС і зміна стандартної енергії Гіббса.
3	Розділ 4. Хімічні методи розділення і концентрування Маскування, розділення та концентрування. Осадження і співосадження. Екстракція. Сорбція: органічні та неорганічні сорбенти. Загальна характеристика методів. Література: [1]. С. 41 – 50; [2]. С. 98 – 112. <u>Завдання на СРС.</u> Екстракція неіонізованих сполук. 57 Лекція 5. Екстракція координаційно-сольватованих нейтральних комплексних сполук. Екстракція йонних асоціатів.

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Лабораторні роботи дозволяють отримати студентам уміння працювати з хімічними реагентами, посудом і приладами, здійснювати хімічний експеримент і проводити первинні наукові дослідження. Для підвищення пізнавальної активності студентів і отримання ними первинних навичок наукових досліджень, в ці класичні лабораторні роботи введені елементи наукового експерименту, а саме:

- а) самостійно підібрати реактиви для проведення тієї або іншої реакції;
- б) пояснити протікання однієї реакції і не протікання іншої, на перший погляд подібної, реакції; і так далі.

Тематика лабораторних робіт охоплює основні розділи якісного аналізу. При проведенні лабораторного практикуму створюються умови для максимально самостійного виконання студентами лабораторних робіт. Тому лабораторні заняття починаються з проведення експрес-опитування по теоретичному матеріалу, необхідному для виконання роботи (з оцінкою), перевірки планів виконання лабораторних робіт, підготовлених студентами в рамках самостійної роботи і закінчується оцінкою роботи студента в лабораторії і отриманих ними результатів.

Номер роботи	Зміст лабораторної роботи	Кількість годин
1	2	3
1	Вступ до якісного аналізу. Дія загальних групових реагентів на катіони металів. Катіони I-ї аналітичної групи. Систематичний аналіз катіонів I-ї аналітичної групи. Катіони II-ї та III-ї аналітичних груп. Систематичний аналіз катіонів II-ї та III-ї аналітичних груп.	1
2	Катіони IV-ї аналітичної групи. Катіони V-ї аналітичної групи. Систематичний аналіз катіонів IV-ї та V-ї аналітичних груп. Катіони VI-ї аналітичної групи. Систематичний аналіз катіонів VI-ї аналітичної групи.	1
3	Розділення аніонів на групи. Дія загальних реагентів на аніони. I-а аналітична група аніонів. Аніони II-а і III-а аналітичні групи аніонів.	1
4	Аналіз індивідуальних неорганічних речовин.	1
Всього		4

6. Самостійна робота

Самостійна робота студентів займає 90 % часу вивчення курсу, включає також підготовку розрахунково-графічної роботи та підготовку до екзамену. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування наукових знань в області аналітичної хімії, що не увійшли у 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
Розділ 1. Якісний хімічний аналіз як перший ступінь аналітичного дослідження		
1	Методологічні особливості аналітичної хімії. Становлення аналітичної хімії в Україні. Основні етапи розвитку аналітичної хімії. Періодичний закон Д.І.	5

Заохочувальні бали можуть нараховуватись викладачем виключно за виконання творчих робіт з дисципліни або додаткового проходження он-лайн профільних курсів з отриманням відповідного сертифікату (за узгодженням з викладачем):

- <https://www.edx.org/course/basic-analytical-chemistry>;
- <https://www.lectorium.tv>chemistry>.

Повторно (раніше наданий у минулому семестрі) сертифікат не враховується. Сума заохочувальних балів не може перевищувати 25 % від рейтингової шкали.

Правила дедлайнів та перескладань

Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється на підставі результату виконання роботи та її захисту.

Політика академічної доброчесності

Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Роботи повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу.

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 формувати 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 кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	акад.год	Лекц.*	Практ.*	Л/р*	СРС	МКР	РГР	Семестрова атестація
3	5	150	6	-	4	140	1	1	екзамен

* - у відповідності до чисельності студентів у групі кількість лекційних, практичних та лабораторних занять може бути пропорційно змінено з урахуванням індивідуальних занять

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) дві контрольні роботи (МКР поділяється на 4 роботи тривалістю по 22 хвилини);
- 2) виконання 4 лабораторних робіт;
- 3) виконання розрахунково-графічної роботи;
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерій оцінювання:

1. Модульні контрольні.

Ваговий бал – 15.

Критерії оцінювання контрольних робіт

Бал	Повнота відповіді
15-14	«відмінно» – повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації);
13-11	«добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями;
10-9	«задовільно» – неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки;
8 - 0	«незадовільно» – завдання не виконане, КР не зараховано.

2. Лабораторні роботи.

Ваговий бал – 2 бали.

Бал	Виконання роботи
2	Бездоганне виконання експериментальної частини роботи, захист – безпомилкове знання теоретичних основ і методики виконання роботи
1	перевиявлено (недовиявлено) не більше одного йона, при захисті роботи допущені несуттєві помилки або неточності
0	перевиявлено (недовиявлено) більше двох йонів. Робота з незадовільним результатом не зараховується і повинна бути переробленою, при захисті роботи відсутні розуміння теоретичних основ та методики роботи

3. Розрахункова- графічна робота.

Ваговий бал – 22 балів.

Бал	Повнота відповіді
22 – 21	бездоганне, творче виконання роботи
20 – 17	достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), з незначними недоліками
16 – 13	роботу виконано з певними помилками
12 – 0	роботу не зараховано (завдання не виконане або наявні грубі помилки)

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх контрольних, лабораторних робіт, розрахунково-графічної роботи та стартовий рейтинг не менше 36 балів.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить чотири запитання (завдання). 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;
5 – 0	роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки)

Таким чином, рейтингова семестрова шкала з кредитного модуля складає:

$$R_C = 4 \cdot 2 + 1 \cdot 15 + 22 = 60 \text{ балів}$$

Складова екзамену дорівнює 40 % від R:

$$R_{\text{екз}} = 40 \text{ бали}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає:

$$R = R_C + R_{\text{екз}} = 60 + 40 = 100 \text{ балів}$$

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

Бали $R = R_C + R_{\text{екз}}$	Екзаменаційна оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахунково-графічна робота або $R_C < 26$	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Приблизний перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

1. Предмет аналітичної хімії. Класифікація аналітичних реакцій. Типи реакцій, які використовуються в аналізі.
2. Періодичний закон і періодична система Д. І. Менделєєва та її значення в аналітичній хімії. Значення хіміко-аналітичних властивостей йонів в зв'язку з положенням елементів в періодичній системі.
3. Аналітична характеристика хімічних реакцій: границя визначення, чутливість, специфічність, граничне відношення іонів.
4. Йонні рівноваги в розчинах електролітів.
5. Прості та складні реакції. Закон діючих мас.
7. Теорія електролітичної дисоціації.
8. Розрахунок рівноважних концентрацій компонентів реакції при дисоціації слабких електролітів.
9. Реакції осадження. Охарактеризувати умови розчинення і утворення осадів.
10. Добуток розчинності. Вплив одноіменних йонів на розчинність осадів.
11. Розчинність осадів у кислотах.
12. Розчинність осадів при утворенні комплексів.
13. Осади кристалічні та аморфні.
14. Кислотно-основні рівноваги у водних розчинах.
15. Йонний добуток води. Поняття про рН.
16. Концентрація водневих йонів розчинів кислот та основ.
17. Гідроліз. Концентрація водневих йонів розчинів солей.
18. Буферні розчини.
19. Комплексні сполуки у водневих розчинах.
20. Комплексні сполуки з аніонами сильних і слабких кислот.
21. Вплив рН, концентрації лігандів на утворення комплексних сполук.
22. Застосування комплексних сполук в аналізі.
23. Реакції окиснення-відновлення. Загальна характеристика.
24. Окисно-відновний потенціал. Рівняння Нернста.
25. Окисно-відновний потенціал і напрям окиснення-відновлення.
26. Константа рівноваги окислювально-відновної реакції.
27. Вплив рН на глибину проходження окислювально-відновних реакцій в аналізі.
28. Методи маскування, розділення і концентрування. Осадження та співосадження. Загальна характеристика методів.
29. Методи маскування, розділення і концентрування. Екстракція. Загальна характеристика методів.
30. Сорбція, органічні та неорганічні сорбенти, які використовуються в аналізі. Загальна характеристика методів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н., Терещенко О.М.

Ухвалено кафедрою Е та ТРП (протокол № 14 від 08.06.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 10 від 24 . 06 .2022 р.)