

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра хімічної метрології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Декан хімічного факультету

Олег КАЛУГІН

“27” серпня 2024р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Хроматографічний та електрофоретичний методи аналізу

рівень вищої освіти: другий магістерський рівень

галузь знань: 10 природничі науки

спеціальність: 102 хімія

освітньо-наукова програма : Матеріалознавча криміналістична експертиза

вид дисципліни: за вибором

факультет: хімічний

2024 / 2025 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою хімічного факультету

“ 27 ” 08 2024 року, протокол № 7

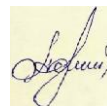
РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Коновалова Ольга Юрїївна, к.х.н., доцент ЗВО кафедри хімічної метрології

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічної метрології

Протокол від “26” серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри хімічної метрології



(підпис)

Олег ЮРЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-наукової програми
«Матеріалознавча криміналістична експертиза»

Гарант освітньо-наукової програми «Матеріалознавча криміналістична експертиза»



(підпис)

Ольга КОНОВАЛОВА

(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
хімічного факультету

Протокол від “26” серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії хімічного факультету



(підпис)

Павло ЄФІМОВ

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Хроматографічний та електрофоретичний методи аналізу» складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки «Матеріалознавча криміналістична експертиза» другого магістерського рівня спеціальності 102 Хімія

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є навчання студентів використовувати комплекс теоретичних засад та експериментальних засобів для проведення аналітичних та фізико-хімічних досліджень з використанням хроматографічних та електрофоретичних методів аналізу та методів пробопідготовки.

1.2.

1.2.1. Формування наступних загальних компетентностей:

1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
7. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
10. Здатність спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою, як усно, так і письмово.
11. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
12. Здатність працювати автономно.
13. Здатність до активного збереження довкілля.
14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.

1.2.2. Формування наступних фахових компетентностей:

1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.
2. Здатність будувати адекватні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння природи, в тому числі з використанням методів молекулярного, математичного і комп'ютерного моделювання.
3. Здатність організувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.
4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.
5. Здатність застосовувати методи комп'ютерного моделювання для вирішення наукових, хіміко-технологічних проблем та проблем хімічного матеріалознавства.
6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.
7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).
8. Здатність формулювати нові гіпотези та наукові задачі в галузі хімії, вибирати напрями та відповідні методи для їх розв'язання на основі розуміння сучасної проблематики досліджень в галузі хімії та беручи до уваги наявні ресурси.
9. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.
10. Здатність користуватись сучасним експериментальним обладнанням для дослідження речовин, їх сумішей, хімічних та біохімічних процесів та явищ.

1.3. Кількість кредитів 6.

1.4. Загальна кількість годин – 180.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	-
Семестр	
1-й	-
Лекції	
32 год.	-
Практичні, семінарські заняття	
--	--
Лабораторні заняття	
32 год.	-
Самостійна робота	
116 год.	-
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання ОНП

1. Знати та розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.
2. Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.
3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.
4. Синтезувати хімічні сполуки із заданими властивостями, аналізувати їх і оцінювати відповідність заданим вимогам.
5. Знати методологію та організації наукового дослідження.
6. Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефаківців.
7. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи відповідні методи та інструменти роботи з даними.
8. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.
9. Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організовувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.
10. Аналізувати наукові проблеми та пропонувати їх вирішення на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо.
11. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.
12. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.

13. Знати: теоретичні основи та методологію хроматографічного та електрофоретичного аналізу об'єктів матеріалознавчої криміналістичної експертизи. Вміти: в залежності від об'єкта та цілей експертизи обрати метод дослідження; провести дослідження, використовуючи сучасне хроматографічне та електрофоретичне обладнання; аналізувати результати хроматографічного та електрофоретичного дослідження та скласти відповідний висновок експерта.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 55 %.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Хроматографічний метод аналізу

Лекції

Тема 1. Основи та класифікація хроматографічних методів аналізу. Параметри хроматографічного утримання.

В темі розглядаються принципи та сучасні класифікації хроматографічних методів аналізу, опис хроматограм, абсолютні та відносні параметри хроматографічного утримання.

Тема 2. Хроматограма та її характеристики. Методи кількісного аналізу в хроматографії.

В темі розглядається хроматограма як джерело даних про кількісний склад суміші: вибір і вимір основних кількісних параметрів хроматографічного піку; способи визначення площ хроматографічних піків, визначення площ не цілком розділених, асиметричних, вузьких, неповністю розділених хроматографічних піків. Розбираються методи розрахунку концентрацій аналізованих речовин: метод абсолютного калібрування, метод внутрішньої нормалізації, метод внутрішнього і подвійного внутрішнього стандарту, метод доданків, метод «мітка-стандарт»; методи кількісного аналізу сумішей.

Тема 3. Теорія хроматографічного розділення. Теорія макроскопічних постійних.

В темі розглядаються класифікація моделей хроматографічного розділення за формою ізотерм сорбції і швидкості встановлення рівноваги між нерухомою і рухомою фазами. Ретельно розбираються засади теорії макроскопічних постійних; зв'язок часу утримання й об'єму утримання з константою розподілу, їхня залежність від температури; особливості теорії лінійної нерівноважної хроматографії для газової і рідинної хроматографії; рівняння Ван-Деемтера, Жуховицького, Джонса, Гіддінгса та інші модифікації рівняння Ван-Деемтера для газової хроматографії.

Тема 4. Теорія хроматографічного розділення. Теорія тарілок. Теорія моментів.

Розбирається теорія теоретичних тарілок у хроматографії; висота, еквівалентна теоретичній тарілці (ВЕТТ) та її зв'язок з ефективним коефіцієнтом дифузії; вплив розміру зерна сорбенту на ВЕТТ; залежність приведеної ВЕТТ від приведеної швидкості елюенту. В темі розбирається теорія нелінійної хроматографії; асиметрія хроматографічного піку; формується уява про застосування методу статистичних моментів та розглядається зв'язок різних статистичних моментів і форми хроматографічного піку. В темі вивчаються критерії розділення і селективності; залежність ступеня розділення від ефективності, селективності і коефіцієнта ємності колонки (часу аналізу) для бінарних сумішей; вибір параметрів хроматографічного розділення й оптимізація розділення.

Тема 5. Газова хроматографія. Газо-адсорбційна хроматографія. Газо-адсорбційна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

Розбираються основи якісного аналізу. В темі розглядаються основи газо-адсорбційної хроматографії (ГАХ); твердий носій, мінеральні і полімерні адсорбенти, пористі і непористі адсорбенти; зв'язок хімії поверхні і структури пір адсорбентів з їх хроматографічними властивостями; вплив адсорбційної активності твердого носія на

асиметрію хроматографічного піку; хімічне й адсорбційне модифікування поверхні адсорбентів; вплив температури на утримання і розділення. Розглядаються можливості використання газо-адсорбційної хроматографії у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

Тема 6. Газова хроматографія. Газо-рідинна хроматографія. Газо-рідинна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

В темі розглядаються основи газо-рідинної хроматографії (ГРХ); нерухомі рідкі фази: вимоги до них, їх полярність та селективність, шкали полярності рідких фаз, фактори полярності Поршнайдера і Мак-Рейнольдса, бінарні сорбенти, основні методи регулювання селективності сорбентів у ГРХ, методи нанесення нерухомої рідини на твердий носій. В темі розглядаються основи капілярної газової хроматографії; капілярні колонки WCOT, PLOT, SLOT; основні закономірності розмивання хроматографічних зон у капілярній хроматографії; введення проби з розподілом і без розподілу потоку. В темі розглядається підготовка проби в газовій хроматографії: пряме введення проби, рідинна і твердофазна екстракція, предколонкова та постколонкова дериватизація, аналіз рівноважної газової фази. Розглядаються можливості використання газо-рідинної хроматографії у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

Тема 7. Газова хроматографія. Апаратурне оформлення.

В темі розглядаються система підготовки і регулювання газів, гази-носії та їх властивості; дозування газоподібних і рідких сумішей, парофазне дозування; хроматографічні колонки: насадочні, мікронасадочні і капілярні; детектори: класифікація, характеристики, типи детекторів (ПД, ДТП (катарометр), детектор по захопленню електронів (ЕЗД), ТД (термоіонний детектор), ПФД (полум'яно-фотометричний), детектор по щільності, аргоновий і гелієвий фотоіонізаційні детектори, ультразвуковий детектор, мас-спектрометричний детектор, інші види детекторів), виконується порівняльна характеристика ГХ-детекторів; термостат та програмування температури колонок; системи реєстрації сигналу детекторів

Тема 8. Комбіновані методи в газовій хроматографії.

В темі розглядається комбінування газової хроматографії з мас-спектрометрією, ІК-Фур'є спектроскопією, атомно-емісійною спектроскопією та рідинною хроматографією. Обговорюються основи спектроскопічних методів та їх призначення для газової хроматографії.

Тема 9. Рідинна хроматографія. Рідинно-адсорбційна хроматографія. Рідинно-адсорбційна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

В темі розглядається якісний аналіз в рідинній хроматографії. В темі ретельно розбирається рідинно-твердофазна молекулярна (адсорбційна) хроматографія: механізм рідинно-адсорбційної хроматографії (РАХ), селективність та фактори, що впливають на ефективність хроматографічних колонок у РАХ (розмір часток, характер їхнього пакування, швидкість потоку й ін.), способи одержання високоефективних колонок. В темі розглядаються можливості використання рідинно-адсорбційної хроматографії для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.

Тема 10. Рідинна хроматографія. Рідинно-рідинна (розподільча) хроматографія. Рідинно-рідинна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

Формується поняття про високоефективну рідинну хроматографію (ВЕРХ), розглядаються роль геометричної структури адсорбенту, хімії його поверхні, модифіковані поверхні адсорбенту. В темі розглядаються поняття про звернено-фазову хроматографію та вплив природи елюенту; поняття «елююча сила» рухомої фази та «елюотропні ряди», а також вплив природи і складу елюенту на селективність розділення в РАХ, градієнтне елюювання в РАХ. В темі формується основні уявлення про механізм та основні закономірності в іонообмінній, іонній та іон-парній хроматографії, мицелярній хроматографії та ексклюзійній хроматографії. В темі розглядається підготовка проби в рідинній хроматографії: пряме введення проби, рідинна та твердофазна екстракція,

предколонкова та постколонкова дериватизація. Розглядається використання рідинно-рідинної хроматографії для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.

Тема 11. Рідинна хроматографія. Апаратурне оформлення.

В темі розглядається апаратурне оформлення рідинної хроматографії: системи підготовки розчинників та вимоги до них; системи градієнтного елюювання; насоси для рідинної хроматографії, їх основні характеристики та вимоги до них, демпферні системи; система введення проби; колонки для рідинної хроматографії та їх будова; термостатування колонок; система постколонкової дериватизація; детектори: рефрактометричний, спектрофотометричний (однохвильовий, зі зміною довжин хвиль, діодна матриця), флуориметричний, електрохімічні (вольтамперометричний, кулонометричний, полярографічний); колектор фракцій; системи реєстрації сигналу детектора.

Тема 12. Комбінування рідинної хроматографії з мас-спектрометрією.

В темі розглядається комбінування рідинної хроматографії з мас-спектрометрією. Вивчаються типи іонізації аналітів в джерелі іонів, типи селекторів мас та способи детектування іонів. Розглядаються типи та принципи роботи найбільш поширених типів мас-спектрометрів.

Тема 13. Планарні види хроматографії. тонкошарова та паперова.

В темі розглядаються різновиди та особливості планарних варіантів хроматографії, зв'язок коефіцієнту розділення з величиною R_f та способи її визначення. методологія планарних варіантів хроматографії, одномірна і двовимірна хроматографія. Проводиться ознайомлення з носіями, сорбентами та розчинниками, що застосовують в цьому методі.

Тема 14. Тонкошарова хроматографія. Якісний та кількісний аналіз. ТШХ-аналіз у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

В темі розглядаються нормально-фазова й звернено-фазова тонкошарова хроматографія (ТШХ). Розбираються способи та прилади для одержання хроматограм у тонких шарах та на папері; способи проведення планарних варіантів хроматографії, обробки ТШХ-пластин або паперу та виявлення безбарвних сполук; екстракція сполук з ТШХ-пластин і паперу. Розглядається зв'язок результатів ТШХ на ВЕРХ. Проводиться ознайомлення з високоефективною тонкошаровою хроматографією та міцелярною тонкошаровою хроматографією. В темі розглядаються способи ідентифікації та кількісної оцінки хроматограм у тонких шарах і на папері. Розглядається використання ТШХ-аналізу у матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

Лабораторні роботи

Тема 15. Розрахункові задачі в хроматографії.

В темі розглядаються основні типи розрахункових задач в хроматографії.

Тема 16. Ідентифікація та напівкількісне визначення кофеїну в таблетках «Цитрамон-Дарниця» методом тонкошарової хроматографії.

Отримуються практичні навички виконання ТШХ-аналізу та виконується контроль якості лікарського препарату «Цитрамон-Дарниця».

Тема 17. Газовий хроматограф: устрій та робота з ним.

Відбувається ознайомлення з устроєм газового хроматографа, отримуються практичні навички роботи з приладом.

Тема 18. Газохроматографічний аналіз розчинників для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.

Отримуються навички виконання газохроматографічного аналізу, роботи з програмним забезпеченням ГХ-МС та проводиться оцінка якості розчинників, що використовуються у дослідженнях матеріалознавчої криміналістичної експертизи.

Тема 19. Визначення етилового спирту у молочнокислих продуктах.

Отримуються навички виконання газохроматографічного аналізу та проводиться аналіз молочнокислих продуктів на вміст етанолу.

Тема 20. Рідинний хроматограф: устрій та робота з ним. Напівкількісне визначення вмісту компонентів у суміші 1,2-діфторбензолу та 2-фтортолуолу за методом високоефективної рідинної хроматографії.

Відбувається ознайомлення з устроєм рідинного хроматографу, отримуються навички роботи з ним та виконується напівкількісний аналіз суміші органічних речовин.

Розділ 2. Електрофоретичний метод аналізу

Лекції

Тема 21. Електрофоретичні методи аналізу: історія розвитку, теоретичні засади, класифікація методів.

В темі розглядається історія розвитку електрофоретичних методів аналізу, досліді Рейсса; фізико-хімічні основи електроміграційних методів аналізу, будова подвійного електричного шару, теоретичні засади електрофоретичних методів аналізу, температурні ефекти; класифікація електроміграційних методів аналізу: фронтальний електрофорез, зонний електрофорез, ізоелектричне фокусування, ізотахофорез.

Тема 22. Планарний електрофорез. Планарний електрофорез в матеріалознавчій криміналістичній експертизі.

В темі розглядаються об'єкти аналізу традиційних варіантів електрофорезу: протеїни, нуклеїнові кислоти; обладнання для планарного електрофорезу, горизонтальний та вертикальний електрофорез; методи детектування та кількісного визначення. Ретельно вивчаються гель-електрофорез у середовищі агар-агару; поліакриламідний гель-електрофорез; розділення протеїнів відповідно до їх молекулярних мас. В темі розглядається пульсуючий гель-електрофорез. Розглядаються можливості використання планарного електрофорезу для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.

Тема 23. Капілярний електрофорез.

В темі розглядається капілярний електрофорез, його основи та обладнання, характеристика капіляру; електрофоретична рухомість та електроосмос, фактори, що впливають на електроосмотичний потік, вплив електроосмотичного потоку на напрямок та швидкість руху іонів. Вивчається зв'язок ефективності піків та профілю електроосмотичного потоку; фактори, що зменшують ефективність у капілярному електрофорезі: температурні, електрична дисперсія; взаємозв'язок факторів, що впливають на розділення при використанні капілярного зонного електрофорезу. Проводиться ознайомлення зі способами введення проб: електрокінетичним, гідростатичним та гідродинамічним; з детекторами, пряме та непряме детектування. Розглядаються можливості використання капілярного електрофорезу для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.

Лабораторні роботи

Тема 24. Приготування гелю з агар-агару для планарного електрофорезу.

Проводиться практичне знайомство з властивостями та методикою приготування носія для проведення зонального електрофорезу в агар-агаровому гелі.

Тема 25. Електрофоретичне розділення та напівкількісне визначення харчових синтетичних барвників Е 122 та Е 124, Е 102 та Е 133 в їх сумішах.

Проводиться практичне знайомство з роботою пристрою для проведення планарного електрофорезу, отримуються практичні навички виконання електрофоретичного аналізу в агар-агаровому гелі.

Тема 26. Захист реферату.

Формується навик роботи з науковою літературою; відбувається ознайомлення з сучасними методами аналізу; отримується навик професійного викладення інформації.

Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1.												
Тема 1	6	2				4						
Тема 2	6	2				4						
Тема 3	6	2				4						
Тема 4	6	2				4						
Тема 5	5	1				4						
Тема 6	5	1				4						
Тема 7	6	2				4						
Тема 8	6	2				4						
Тема 9	6	2				4						
Тема 10	6	2				4						
Тема 11	6	2				4						
Тема 12	6	2				4						
Тема 13	6	2				4						
Тема 14	6	2				4						
Тема 15	9			4		5						
Тема 16	9			4		5						
Тема 17	9			4		5						
Тема 18	9			4		5						
Тема 19	10			6		4						
Тема 20	6			2		4						
Разом за розділом 1	134	26		24		84						
Розділ 2.												
Тема 21	6	2				4						
Тема 22	6	2				4						
Тема 23	6	2				4						
Тема 24	6			2		4						
Тема 25	8			4		4						
Тема 26	14			2		12						
Разом за розділом 2	46	6		8		32						
Усього годин	180	32		32		116						

3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
Розділ 1.			
1	Тема 15. Розрахункові задачі в хроматографії.	4	--
2	Тема 16. Ідентифікація та напівкількісне визначення кофеїну в таблетках «Цитрамон-Дарниця» методом тонкошарової хроматографії.	4	--
3	Тема 17. Газовий хроматограф: устрій та робота з ним.	4	--
4	Тема 18. Газохроматографічний аналіз розчинників для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.	4	--

5	Тема 19. Визначення етилового спирту у молочнокислих продуктах.	6	--
6	Тема 20. Рідинний хроматограф: устрій та робота з ним. Напівкількісне визначення вмісту компонентів у суміші 1,2-діфторбензолу та 2-фтортолуолу за методом високоефективної рідинної хроматографії.	2	--
Розділ 2			
7	Тема 24. Приготування гелю з агар-агару для планарного електрофорезу.	2	--
8	Тема 25. Електрофоретичне розділення та напівкількісне визначення харчових синтетичних барвників Е 122 та Е 124, Е 102 та Е 133 в їх сумішах.	4	--
9	Тема 26. Захист реферату.	2	--

5. Самостійна робота

Назва теми	Кількість годин	
	денна	заочна
Тема 1. Основи та класифікація хроматографічних методів аналізу. Параметри хроматографічного утримання. Студент повинен ознайомитися: з принципом хроматографічного методу, сучасною класифікацією, що прийнято у методі аналізу, параметрами, що використовують для якісного аналізу в хроматографії.	4	--
Тема 2. Хроматограма та її характеристики. Методи кількісного аналізу в хроматографії. Студент повинен ознайомитися та навчитися обробляти звіт хроматографічного аналізу, освоїти прийоми кількісного аналізу у хроматографії.	4	--
Тема 3. Теорія хроматографічного розділення. Теорія макроскопічних постійних. Студент повинен ознайомитися з теоретичними підходами опису хроматографічного процесу.	4	--
Тема 4. Теорія хроматографічного розділення. Теорія тарілок. Теорія моментів. Студент повинен ознайомитися з теоретичними підходами опису хроматографічного процесу.	4	--
Тема 5. Газова хроматографія. Газо-адсорбційна хроматографія. Газо-адсорбційна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі. Студенту необхідно ознайомитися з принципами газо-адсорбційної хроматографії. Студент повинен знати найбільш поширені способи використання газової хроматографії для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.	4	--
Тема 6. Газова хроматографія. Газо-рідинна хроматографія. Газо-рідинна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі. Студенту необхідно ознайомитися з принципами газо-рідинної хроматографії. Студент повинен знати найбільш поширені способи використання газової хроматографії для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.	4	--
Тема 7. Газова хроматографія. Апаратурне оформлення.	4	--

Студент повинен ознайомитися з будовою газового хроматографу та призначенням кожного з його вузлів.		
Тема 8. Комбіновані методи в газовій хроматографії. Студент повинен ознайомитись з принципами й можливостями комбінування газової хроматографії з спектроскопічними методами та рідинною хроматографією.	4	--
Тема 9. Рідинна хроматографія. Рідинно-адсорбційна хроматографія. Рідинно-адсорбційна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі. Студенту необхідно ознайомитися з принципами рідинно-адсорбційної хроматографії та можливостями використання цього методу в матеріалознавчій криміналістичній експертизі.	4	
Тема 10. Рідинна хроматографія. Рідинно-рідинна (розподільча) хроматографія. Рідинно-рідинна хроматографія у матеріалознавчій криміналістичній експертизі Студенту необхідно ознайомитися з принципами рідинно-рідинної хроматографії та можливостями використання цього методу в матеріалознавчій криміналістичній експертизі.	4	--
Тема 11. Рідинна хроматографія. Апаратурне оформлення. Студент повинен ознайомитися з будовою рідинного хроматографу та призначенням кожного з його вузлів.	4	--
Тема 12. Комбінування рідинної хроматографії з мас-спектрометрією. Студент повинен ознайомитись з можливостями комбінування рідинної хроматографії з мас-спектрометрією. Студент повинен знати будову та принципи роботи мас-спектрометрів різного типу, що можуть бути використані для цілей рідинної хроматографії.	4	
Тема 13. Планарні види хроматографії. тонкошарова та паперова. Студенту необхідно ознайомитися з ознаками, принципами планарної хроматографії, з класифікацією, що прийнято у рамках цього методу.	4	--
Тема 14. Тонкошарова хроматографія. Якісний та кількісний аналіз. ТШХ-аналіз у матеріалознавчій криміналістичній експертизі. Студенту необхідно ознайомитися з підходами якісною та кількісного аналізу в плоскостній хроматографії. Способами вибору рухомої та нерухомої фаз. Студент повинен ознайомитись з можливостями використання ТШХ в матеріалознавчій криміналістичній експертизі	4	--
Тема 15. Розрахункові задачі в хроматографії. Студенту необхідно вміти розв'язувати основні типи задач, що застосовують в хроматографічному аналізі.	5	--
Тема 16. Ідентифікація та напівкількісне визначення кофеїну в таблетках «Цитрамон-Дарниця» методом тонкошарової хроматографії. Студенту необхідно провести хроматографічне розділення компонентів лікарського препарату «Цитрамон-Дарниця», проаналізувати результати ТШХ-аналізу, оцінити ефективність розділення, провести ідентифікацію та напівкількісне визначення кофеїну в таблетках.	5	--
Тема 17. Газовий хроматограф: устрій та робота з ним. Студенту необхідно практично ознайомитися з будовою газового хроматографу з мас-спектрометричним детектором, з призначенням	5	--

кожного з вузлів приладу, отримати практичні навички роботи з газовим хроматографом.		
Тема 18. Газохроматографічний аналіз розчинників для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи. Студенту необхідно провести газохроматографічний аналіз органічних розчинників, зрозуміти та освоїти принципи SCAN та SIM режимів аналізу, провести аналіз отриманих мас-спектрометричних даних та визначити якість розчинників.	5	--
Тема 19. Визначення етилового спирту у молочнокислих продуктах. Студенту необхідно провести газохроматографічний аналіз молочнокислих продуктів, зрозуміти та освоїти принципи SCAN та SIM режимів аналізу, провести аналіз отриманих мас-спектрометричних даних та визначити вміст етанолу у продуктах харчування.	4	
Тема 20. Рідинний хроматограф: устрій та робота з ним. Напівкількісне визначення вмісту компонентів у суміші 1,2-діфторбензолу та 2-фтортолуолу за методом вискоелективної рідинної хроматографії. Студенту необхідно практично ознайомитися з будовою рідинного хроматографа, провести розділення суміші 1,2-діфторбензолу та 2-фтортолуолу, проаналізувати отриману хроматограму та звіт, розрахувати напівкількісний склад суміші.	4	--
Тема 21. Електрофоретичні методи аналізу: історія розвитку, теоретичні засади, класифікація методів. Студент повинен ознайомитися з принципами, класифікацією, теорією електрофоретичних методів аналізу.	4	--
Тема 22. Планарний електрофорез. Планарний електрофорез в матеріалознавчій криміналістичній експертизі. Студенту необхідно ознайомитися з основами, апаратурою та варіантами планарного електрофорезу. Ознайомитись з можливостями використання планарного електрофорезу для цілей матеріалознавчої криміналістичної експертизи.	4	--
Тема 23. Капілярний електрофорез. Студенту необхідно ознайомитися з основами, теорією та апаратурою для капілярного електрофорезу, варіантами проведення аналізу в залежності від природи аналітів.	4	--
Тема 24. Приготування гелю з агар-агару для планарного електрофорезу. Студент повинен ознайомитися з методикою та виконати приготування пластини агар-агарового гелю для планарного електрофорезу.	4	--
Тема 25. Електрофоретичне розділення та напівкількісне визначення харчових синтетичних барвників Е 122 та Е 124, Е 102 та Е 133 в їх сумішах. Студенту необхідно практично ознайомитися з приладом для планарного гель-електрофорезу, виконати розділення та провести напівкількісний аналіз сумішей барвників.	4	--
Тема 26. Захист реферату. Студенту необхідно підготувати реферат та зробити доповідь за вибраною темою.	12	--

6. Методи навчання

Лекції, лабораторні заняття, виконання індивідуальних завдань, самостійна робота студентів, контрольні заходи.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється у вигляді експрес-контролю на лекціях, складання колоквиумів за темами лабораторних робіт, захисту реферату.

Підсумковий контроль – іспит диференційований, проводиться у письмовій формі.

Виконання лабораторних робіт, експрес-контроль на лекціях оцінюються в балах, які потім додаються і переводяться в оцінку за національною та міжнародною системами відповідно до критеріїв, прийнятих в університеті.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Загальна сума балів – 100, вони розподіляються за видами роботи наступним чином:

для денної форми навчання:

- експрес-контроль на лекціях – по 6 балів за кожний блок – всього 30 балів;
 - виконання лабораторних робіт (допуск, виконання, захист) – 30 балів;
- підсумковий контроль, екзамен (письмовий) – 40 балів. При проведенні екзамену в дистанційній формі використовуються технічні і програмні засоби, які дозволяють забезпечити аудіо- і відео- фіксацію (ZOOM).

для денної форми навчання

Поточне тестування та самостійна робота для денної форми													Разом	Екзамен	Сума	
Розділ 1						Розділ 2										
T 1-4	T 5-8	T 9-12	T 13-14	T 15	T 16	T 17	T 18	T 19	T 20	T 21-23	T 24	T 25	T 26	60	40	100
6			1	3			2	6	2	3	10					

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

9. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни.
2. Навчальні посібники, монографії, підручники, нормативні документи, довідники.
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.
4. Комплект мультимедійних матеріалів для лекцій.
5. Роздавальні супровідні матеріали до лекцій (конспект).

10. Рекомендована література

Базова література

1. Ракс В.А., Єсауленко А.М. Сучасна хроматографія на гребні хвилі прогресу. Навчальний посібник. К.: Аванпост, 2014. – 168 с.

2. Böcker Jü. Chromatographie. Instrumentelle Analytik mit Chromatographie und Kapilar elektrophorese. Würzburg: Vogel Industrie Medien GmbH & Co KG, 1997. – 472 p.
3. Mark F. Vitha. Chromatography: Principles and Instrumentation. – 1st ed. UK: Wiley, 2016. – 266 p.
4. Sparkman O.D., Penton Z., Kitson F.G. Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide. – 2nd ed. Burlington: Elsevier Inc., 2011 – 611 p.
5. Veronika R. Meyer. Practical high-performance liquid chromatography. – 5th ed. UK: John Wiley and Sons, Ltd, 2015. – 412 p.
6. Poole C.F., Schuette S.A. Contemporary practice of chromatography. New York-Amsterdam-Oxford-Tokyo, 1984, - 708 p.
7. Куліков А.Ю. Тонкошарова хроматографія: теоретичні основи та практичне використання: навчально-методичний посібник. Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011. – 260 с.

Допоміжна література

1. Snyder L. R. Principles of Adsorption chromatography. New York: Academic Press, 1968. - 685 p.
2. Alekseeva A.V., Kartsova L.A. Potencies of ligand-exchange capillary electrophoresis in the determination of biologically active substances // *Jornal of analytical chemistry*. – 2011. – Vol. 66. – P. 651-659.
3. Ruiz-Ángel M.J., García-Álvarez-Coque M.C., Berthod A. New insights and recent developments in micellar liquid chromatography // *Separation and Purification Reviews*. - 2009. - Vol. 38. - P. 45-96.

Інформаційні ресурси

1. <http://www-chemistry.univer.kharkov.ua/uk/node/181>
-