

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра аналітичної хімії

Затверджено

На засіданні кафедри аналітичної хімії
хімічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 29 серпня 2022 р.)

Завідувачка кафедри


доц. Лілія ДУБЕНСЬКА

Силабус з навчальної дисципліни

«ХРОМАТОГРАФІЯ»,

що викладається в межах освітньо-наукової програми ХІМІЯ
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 102 «Хімія»

Львів 2022 р.

Назва дисципліни	Хроматографія
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки; 102 Хімія
Викладачі дисципліни	Тимошук Олександр Сергійович, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії. Коркуна Ольга Яремівна, к.х.н., доцент кафедри аналітичної хімії.
Контактна інформація викладачів	oleksandr.tymoshuk@lnu.edu.ua olha.korkuna@lnu.edu.ua
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій, ауд. 6, о 16 год (за попередньою домовленістю). Також можливе проведення он-лайн консультацій з використанням платформ Teams та Moodle (час і дату проведення консультації попередньо погоджувати листом на корпоративну пошту викладача) .
Сторінка курсу	https://chem.lnu.edu.ua/course/hromatohrafiya https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=129
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Хроматографія” є нормативною дисципліною циклу професійної підготовки фахівців освітнього ступеня “магістр” для спеціальності 102 “Хімія” за освітньо-науковою програмою. Читається у 3 семестрі в обсязі: 5 кредитів ECTS, закінчується іспитом.
Коротка анотація дисципліни	Програма вивчення навчальної дисципліни “Хроматографія” складена відповідно до освітньо-наукової програми підготовки магістрів за спеціальністю 102 “Хімія” і забезпечує зміст предметної області в частині методи ідентифікації, визначення складу, будови та вмісту речовин згідно із Стандартом вищої освіти за спеціальністю 102 «Хімія» для другого (магістерського) рівня вищої освіти. Одержані знання з цієї дисципліни знадобляться випускникам при роботі в хімічних лабораторіях різноманітних галузей господарства, наукових та дослідницьких лабораторіях.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни “Хроматографія” є поглиблене вивчення теорії та практики хроматографічних методів аналізу. Предмет навчальної дисципліни “Хроматографія” включає теорію та практику хроматографічних методів аналізу, розділення та концентрування, ідентифікацію та кількісне визначення мікрокількостей речовин за допомогою різних варіантів хроматографічного методу.
Література для вивчення дисципліни	Методичне забезпечення 1. Електронний курс: https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=129 2. Врублевська Т.Я., Тимошук О.С. Методи розділення та концентрування речовин в аналізі складних речовин: Навч. посіб. – Львів: Видавн. центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2007. – 216 с. 3. Врублевська Т.Я., Ридчук П.В. “Пробопідготовка в аналізі об’єктів довкілля”: навч.-метод. посіб. для студ. хім. факультету. – Львів: Видавн. центр Львівського національного університету імені Івана Франка, 2017. – 382 с. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА Базова 1. Лисенко О.М., Набиванець Б.Й. Вступ до хроматографічного аналізу. –К.: Корвін-прес, 2005. –187 с. 2. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Лисенко О.М. Основи хроматографічного аналізу. –К.: ВГЦКДУ, 2002. –121 с. 3. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. – К.: Либідь 1996. –301 с. 4. Халаф В.А., Зайцев В.М. Пробопідготовка та пробовідбір в хроматографії:

	<p>навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: – 2010. – 280 с.</p> <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. James M. Miller Chromatography: concepts and contrasts.– New York/ Chichester/ Brisbane/ Toronto/ Singapore: John Wiley & Sons, 2004. – 294p. 2. Cazes J., Scott R.P.W. Chromatography Theory.– New York/ Basel: Marcel Dekker, Inc, 2002.– 477p. 3. Poole C.F. Handbooks in separation science liquid-phase extraction. Elsevier Inc. 2020 – 796 p. 4. Зайцев В.Н. Комплексоутворювальні кремнеземи. Синтез, будова привитого шару та хімія поверхні. Харків. Фоліо. 1997. – 234 с. 5. Lokonto P.R. Trace environmental quantitative analysis. Principles, techniques, and applications. Marcel Dekker, Inc. 2001.– 656 p. 6. Poole C.F. Solid-phase extraction. Elsevier Inc. 2020 – 720 p.
<p>Обсяг курсу</p>	<p>150 годин, з них 32 годин лекцій, 32 години лабораторних занять та 86 годин самостійної роботи.</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>В результаті вивчення цього курсу магістрант повинен <i>знати</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила техніки роботи в лабораторії хроматографічних методів аналізу; - класифікацію хроматографічних методів аналізу; - основні різновиди хроматографічних методів аналізу; - хіміко-аналітичні характеристики хроматографічного методу; - будову апаратури та устаткування в хроматографії; - основні галузі застосування хроматографії. <p><i>вміти</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводити кількісний та якісний хроматографічний аналіз; - самостійно обирати різновид хроматографії для проведення аналізу складного об'єкту; - самостійно обирати оптимальні умови хроматографічних визначень суміші компонентів; - проводити статистичну обробку результатів аналізу; - розв'язувати розрахункові задачі з хроматографічних методів аналізу. <p>ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК 8. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).</p> <p>ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел.</p> <p>СК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із вищого рівня математичними інструментами для опису природних явищ.</p> <p>СК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.</p> <p>СК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.</p> <p>СК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними.</p> <p>СК 7. Здатність дотримуватися етичних стандартів досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (академічна доброчесність, ризики для людей і довкілля тощо).</p> <p>СК 10. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.</p> <p>СК 11. Здатність орієнтуватися на достатньому рівні в галузі хімії поза межами обраного напрямку науково-дослідної роботи.</p>

	<p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПРН 1. Знати і розуміти наукові концепції та сучасні теорії хімії, а також фундаментальні основи суміжних наук.</p> <p>ПРН 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.</p> <p>ПРН 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії.</p> <p>ПРН 6. Знати методологію організації наукового дослідження.</p> <p>ПРН 8. Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефахівців.</p> <p>ПРН 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними.</p> <p>ПРН 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки.</p> <p>ПРН 15. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.</p> <p>ПРН 16. Володіння загальною методологією здійснення наукового дослідження.</p> <p>ПРН 19. Використовувати здобуті знання та досвід для вирішення прикладних задач з хімії та впровадження інновацій.</p>
Ключові слова	хроматографія, ідентифікація, кількісний аналіз, концентрування.
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних занять та консультацій для кращого розуміння тем, самостійна робота.
Теми	Подано у таблицях
Підсумковий контроль, форма	іспит у кінці семестру, усний.
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін “Аналітична хімія”, “Органічна хімія”, “Фізична хімія”, достатніх для сприйняття категоріального апарату дисципліни “Хроматографія”.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, підготовка, виконання і захист лабораторних робіт, дискусія.
Необхідне обладнання	Вимірювальні наукові прилади, інструменти та обладнання для хімічних та фізико-хімічних досліджень і вимірювань кафедри аналітичної хімії; вивчення курсу може не потребувати використання програмного забезпечення, окрім загальноновживаних програм і операційних систем, а також доступу до наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science).
Критерії оцінювання	<p>Протягом семестру магістрант, виконавши заплановані види робіт і склавши контрольні заміри знань, може отримати 50 балів; ще 50 балів можна отримати, склавши іспит.</p> <p>Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні роботи: 25% семестрової оцінки; • контрольні заміри: 25% семестрової оцінки; • іспит: 50% семестрової оцінки. <p><i>Лабораторні роботи:</i></p> <p>Допуск – 1 бал;</p> <p>Виконання та задовільний експериментальний результат – 1 бал;</p> <p>Захист теоретичного матеріалу лабораторної роботи – 3 бали.</p> <p>Разом за лаб. роботи – 5 балів * 5 лабораторних робіт = 25 балів</p> <p>Домашнє завдання (10 розрахункових задач по 0,5 бала) – 5 балів.</p>

	<p>Контрольна робота (10 розрахункових задач по 1,0 бала) – 10 балів. Іспит - Підсумкове тестування в системі Moodle (20 теоретичних тестів по 0,5 бала) – 10 балів. Разом за семестр – 50 балів. Іспит: тестування в системі Moodle – 25 завдань (10 розрахункових та 15 теоретичних тестів) по 2 бали кожне – 50 балів. Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Академічна доброчесність: очікується, що роботи магістрантів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак академічної недоброчесності (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, втручання в роботу інших магістрантів тощо) в письмовій роботі магістранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять: Здобувачі повинні відвідувати усі лекції і лабораторні заняття курсу та мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважних причин.</p> <p>Література. Уся література, яку магістранти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Магістранти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність магістранта під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p><u>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</u></p>
<p>Перелік запитань на іспит</p>	<p>https://chem.lnu.edu.ua/course/hromatohrafiya https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=129</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Таблиця 1. Схеми курсу

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності	Література	Завдання, год	Термін виконання
1	Загальна характеристика хроматографічних методів аналізу. Класифікація хроматографічних методів.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-6	2 год.	1-й тиждень
2	Молекулярна хроматографія. Адсорбція та розподіл молекул між фазами.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-3 Доп.1-3, 5-6	2 год.	2-й тиждень
	Визначення цинку і свинцю в мідних сплавах з попереднім відокремленням їх на аніоніті.	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-3	Допуск та виконання л.р., 4год.	2-й тиждень
3	Крива елюювання. Якісний та кількісний аналіз.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-3	2 год.	3-й тиждень
4	Адсорбенти та носії в хроматографії.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1,2,4 Доп.1-6	2 год.	4-й тиждень
	Визначення цинку і свинцю в мідних сплавах з попереднім відокремленням їх на аніоніті (захист). Осадова хроматографія. Якісний аналіз галогенідів (допуск).	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-3	Захист, допуск, виконання л.р., 4год.	4-й тиждень
5	Теорія еквівалентних тарілок.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-2 Доп.1-2	2 год.	5-й тиждень
6	Дифузійна (кінетична) теорія.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-2 Доп.1-2	2 год.	6-й тиждень
	Осадова хроматографія. Якісний аналіз галогенідів(захист).	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-2 Доп.1-3	Захист л.р. Розв'язок задач. 4год.	6-й тиждень
7	Оптимізація процесу розділення в хроматографії.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-2 Доп.1-2	2 год.	7-й тиждень
8	Газова хроматографія. Загальні положення.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-3	2 год.	8-й тиждень
	Визначення летких фенолів методом газової хроматографії (допуск).	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	Допуск та виконання л.р., 4год.	8-й тиждень

9	Газова хроматографія. Основні блоки хроматографа. Детектори.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	2 год.	9-й тиждень
10	Рідинна колонкова хроматографія. Загальні положення.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-3	2 год.	10-й тиждень
	Визначення летких фенолів методом газової хроматографії (захист). Визначення фактору розділення методом іонообмінної хроматографії (допуск).	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	Захист, допуск до л.р., 4год.	10-й тиждень
11	Рідинна колонкова хроматографія.Основні блоки хроматографа. Детектори.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-4	2 год.	11-й тиждень
12	Розподільча хроматографія.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-4	2 год.	12-й тиждень
	Визначення фактору розділення методом іонообмінної хроматографії.	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-4	Виконання л.р., 4год.	12-й тиждень
13	Іонообмінна хроматографія.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	2 год.	13-й тиждень
14	Осадова хроматографія.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	2 год.	14-й тиждень
	Визначення фактору розділення методом іонообмінної хроматографії (захист). Розділення амінокислот методом тонкошарової хроматографії (допуск).	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	Захист, допуск, виконання л.р., 4год.	14-й тиждень
15	Сучасні напрямки розвитку хроматографічних методів.	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-6	2 год.	15-й тиждень
16	Пробовідбір та пробопідготовка в хроматографічному аналізі	лекція	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-6	2 год.	16-й тиждень
	Розділення амінокислот методом тонкошарової хроматографії (захист).	лабораторна робота	Метод. заб. 1-3 Базова 1-4 Доп.1-2	Захист л.р. Підсумкове тестування в системі Moodle, 4год.	16-й тиждень

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ теми	НАЗВИ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ І ТЕМ	Кількість годин			
		Денна форма			
		лк	п	лаб	ср
1.	Загальна характеристика хроматографічних методів аналізу. Класифікація хроматографічних методів.	2		2	6
2.	Молекулярна хроматографія. Адсорбція та розподіл молекул між фазами.	2		2	6
3.	Крива елюювання. Якісний та кількісний аналіз.	2		2	6
4.	Адсорбенти та носії в хроматографії.	2		2	6
5.	Теорія еквівалентних тарілок.	2		2	6
6.	Дифузійна (кінетична) теорія.	2		2	6
7.	Оптимізація процесу розділення в хроматографії.	2		2	6
8.	Газова хроматографія. Загальні положення.	2		2	6
9.	Газова хроматографія. Основні блоки хроматографа. Детектори.	2		2	6
10.	Рідинна колонкова хроматографія. Загальні положення.	2		2	6
11.	Рідинна колонкова хроматографія. Основні блоки хроматографа. Детектори.	2		2	5
12.	Розподільча хроматографія.	2		2	5
13.	Іонообмінна хроматографія.	2		2	4
14.	Осадова хроматографія.	2		2	4
15.	Сучасні напрямки розвитку хроматографічних методів.	2		2	4
16.	Пробовідбір та пробопідготовка в хроматографічному аналізі	2		2	4
Всього		32		32	86

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть год
1	Визначення цинку і свинцю в мідних сплавах з попереднім відокремленням їх на аніоніті.	6
2	Визначення летких фенолів методом газової хроматографії.	6
3	Осадова хроматографія. Якісний аналіз галогенідів.	6
4	Визначення фактору розділення методом іонообмінної хроматографії.	8
5	Розділення амінокислот методом тонкошарової хроматографії.	6
Разом		32

Теми завдань для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	К-сть год	
		денна форма	заочна форма
1	Альтернативні класифікації хроматографічних методів аналізу.	14	
2	Вибір теоретичних оптимальних умов проведення хроматографічного визначення з урахуванням теорії теоретичних тарілок та кінетично-дифузійної теорії.	14	
3	Практичні аспекти використання розподільчої хроматографії.	14	
4	Практичні приклади використання іонообмінної та осадової хроматографії.	14	
5	Флюїдна хроматографія. Основи методу.	16	
6	Характеристика засобів пробовідбору для різних об'єктів при проведенні хроматографічного аналізу. Транспортування проб.	14	
Разом		86	

Оцінювання знань:

Бал	ECTS	Оцінка	
90-100	A	5	Відмінно
81-89	B	4	Добре
71-80	C		
61-70	D	3	Задовільно
51-60	E		
30-50	FX	2	Можлива перездача іспиту
1-29	F		Повторення всього курсу