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

Затверджено
На засіданні кафедри аналітичної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.08.2020 р.)

Завідувачка кафедри аналітичної хімії,

_____доц. Л.О. Дубенська

Силабус з навчальної дисципліни

«Аналітична хімія»,

що викладається в межах ОПП першого(бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів із спеціальності

102 Хімія

Львів 2020 р.

Назва дисципліни	Аналітична хімія
Адреса викладання дисципліни	вул. Кирила і Мефодія, 6, м. Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Природничі науки, 102 Хімія
Викладачі дисципліни	Дубенська Лілія Осипівна (III семестр) Тимошук Олександр Сергійович (IV семестр)
Контактна інформація викладачів	liliya.dubenska@lnu.edu.ua oleksandr.tymoshuk@lnu.edu.ua
Сторінка курсу	http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=334 (III семестр) http://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=64 (IV семестр)
Інформація про дисципліну	Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “Аналітична хімія” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки*бакалаврів*напряму102*Хімія*і забезпечує теоретичний зміст предметної області в частині **методи ідентифікації, визначення складу, будови та вмісту речовин** згідно із Стандартом вищої освіти для бакалавра за спеціальністю 102 Хімія.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна є нормативною зі спеціальності 102 Хімія для освітнього рівня Бакалавр хімії, яка викладається уIII і IVсеместрах в обсязі 18 кредитів(540год)(за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	**Метою** викладання навчальної дисципліни “Аналітична хімія” є вивчення теоретичних основ головних методів аналізу, їх практичного використання, засвоєння фундаментальних знань в галузі аналітичної хімії, які складають основу для подальшого вивчення циклу хімічних дисциплін. **Цілі** вивчення дисципліни “Аналітична хімія” є формування у студентів цілісної системи знань з аналітичної хімії, ключових понять, основних концепції і теорії в галузі хімічного і фізико-хімічного аналізу, засвоєння принципів і процедур методів аналізу, використання аналітичних реагентів і аналітичних реакцій; формування навичок (здатності) практичного застосування цих методів, використання типового обладнання та приладів, вироблення уявлень про роль та місце кожного методу аналізу, критеріїв вибору методів аналізу певних об’єктів; підготовка до самостійного виконання операцій хімічного аналітичного експерименту.
Обсяг курсу	По 144години аудиторних занять кожного семестру (III і IV). З них **32**год лекційних занять, **16**год практичних занять, **96**год лабораторних занять та 126год самостійної роботи. Тижневе навантаження становить 9год аудиторних занять та 7,875 год самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент повинен знати: - правила техніки роботи в аналітичній лабораторії; - основи якісного аналізу; - якісні реакції на катіони та аніони; - способи усунення впливу сторонніх іонів; - способи розділення іонів у розчині під час їхньої ідентифікації, якісного виявлення; - основи титриметричного аналізу; - основи гравіметричного аналізу; - способи знаходження концентрації речовини; - основи методів молекулярної та атомної спектроскопії;

	- основні засади та поняття кінетичних методів аналізу; - основи потенціометричних визначень, типи, будова та принцип роботи електродів; - основи кондуктометричногометоду аналізу; - умови проведення та різновиди кулонометричних визначень; - основи класичної вольтамперометрії та різновиди методу; - особливості пробопідготовки та вибору методу аналізу; - способи вимірювання фізико-хімічних величин; - способи визначення фізико-хімічних та аналітичних констант; - статистично опрацьовувати, аналізувати і критично оцінювати результати аналізу, експериментальні дані. ***Студент повинен вміти:*** − готувати розчини заданої концентрації і визначати концентрацію розчинів; − оцінювати можливості препаративних та інструментальних методів аналізу щодо розв'язування конкретних аналітичних задач; − використовувати стандартне хімічне обладнання; − виконувати аналіз та опрацювання результатів вимірювань фізико-хімічних величин, аналітичних визначень; − користуючись таблицями стандартних термодинамічних величин, розраховувати константи рівноваги, оцінювати умови та можливості перебігу хімічних реакцій; − користуючись стандартними методиками, виконувати в лабораторних умовах елементний (якісний та кількісний) та функціональний аналіз неорганічних, органічних та координаційних сполук; − виявляти катіони та аніони у розчині, який містить інші іони, що заважають виявленню, використовуючи методи розділення; − користуючись стандартними методиками, визначати в лабораторних умовах елементи методами гравіметрії і титриметрії; − визначати елементи методами емісійного спектрального та атомно-адсорбційного аналізу; − вибирати реагент для фотометричних визначень; − виконувати титрування з потенціометричною, амперометричною, кондуктометричною детекцією кінцевої точки титрування; − проводити прямі потенціометричні визначення; − вибирати метод аналізу неорганічних, органічних, елементоорганічних, високомолекулярних сполук, а також технологічних або природних об'єктів; − виконувати відбір проб та пробопідготовку різноманітних об'єктів аналізу; − працювати з хімічними реактивами, посудом та обладнанням; − виконувати основні хімічні операції (розчинення, фільтрування, нагрівання, випаровування, кристалізація, переосадження тощо); − раціонально використовувати лабораторне обладнання та нескладну апаратуру; − працювати з нескладною аналітичною документацією; − знати та виконувати правила техніки безпеки при роботі в хімічній лабораторії з їдкими речовинами, токсичними металами, неметалами та їх сполуками, органічними розчинниками, газами, електричними приладами.

Ключові слова	Аналіз, аналіт, ідентифікація, виявлення, визначення, методи аналізу, результат аналізу, похибка вимірювання
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, практичних, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем, виконання домашнього завдання, самостійна робота
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із загальної хімії і неорганічної хімії
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, пояснення, презентації, тьюторство, бесіда, консультації, інструктаж (вступний та поточний)
Необхіднеобладнання	Вимірювальне обладнання кафедри аналітичної хімії.
III семестр	
Література для вивчення дисципліни у III семестрі	**Основна 1.** *Кузьма Ю., Ломницька Я., Чабан Н.* Аналітична хімія. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2001 – 298 с. **2.***Зінчук В.К., Гута О.М.* Хімічні методи якісного аналізу. – Львів.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, – 2006 – 151 с. **3.***Бабко А.*К., *П'ятницький І.В.* Кількісний аналіз. – К.:Вища школа,-1974-351с. **4.***Лурье Ю.*Ю. Справочник по аналитической химии – М.: Химия, – 1979 – 412 с. **5.***Дубенська Л. О.,*Тимошук О.С. Методичні рекомендації до самостійної роботи з дисципліни «Аналітична хімія» – Львів: Малий видавничий центр хімічного та фізичного факультетів ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 126 с. **Додаткова**:**1.***Жаровский Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В.* Аналітична хімія. – К., 1982. **2.***Алемасова А.С., Зайцев В.М., Єнальєва Л.Я, Щепіна Н.Д., Гождзінський С.М.* Аналітична хімія. / За ред. В.М. Зайцева. – Донецьк: Ноулідж, – 2010 – 417 с. **3.***Бугаєвський О.А., Дрозд А.В., Логінова Л.П., Решетняк О.О., Юрченко О.І.* Теоретичні основи та способи розв'язування задач з аналітичної хімії. Навчальний посібник/ За ред. О.А. Бугаєвського. Харків, ХНУ, – 2003. – 320 с.
Критерії оцінювання	**Політика нарахування балів.** Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою в кожному семестрі окремо. Враховуються бали, набрані впродовж семестру і бали підсумкового контролю (іспиту). У першому семестрі курс поділяється на 3 змістові модулі. Разом це 1 модуль, оцінений у 50 балів

Політика нарахування балів

№	Модуль	Види поточного контролю	К-сть видів	Сума балів
1	Предмет аналітичної хімії. Метрологічні основи аналітичної хімії. Рівновага в гомогенній системі. Протолітометрія.	Колоквіум Лабораторна робота	1 4	6,5 4,0-12,0
2	Комплексні сполуки та окисно-відновні реакції в аналітичній хімії. Методи комплексиметрії та редоксиметрії.	Контрольна робота Лабораторна робота	1 4	5,0 4,0-12,0
3	Рівновага в гетерогенній системі. Методи седиметрії. Гравіметричний аналіз. Методи розділення. Екстракція, Хроматографія.	Колоквіум Контрольна робота Лабораторна робота	1 1 1	6,5 5,0 1,0-3,0

Рейтингове оцінювання контролю знань студентів (у балах)

№	**Види контролю**	К-сть видів	Бали	Сума балів
1	Колоквіум	2	6,5	13,0
2	Виконання і захист лабораторної роботи	9	1,0-3,0	10,0-27,0
3	Контрольна робота	2	5,0	10,0
Загальна сума балів за семестр				50,0

Критерії оцінювання лабораторної роботи з аналітичної хімії у III семестрі

Оцінювання лабораторної роботи здійснюється па підставі результату виконання роботи та її захисту. Критерії оцінювання результату роботи такі. Для робіт з виявлення речовин результат виконання вважається добрим, якщо перевиявлено (недовиявлено) не більше одного іона, задовільним – не більше двох іонів, незадовільним – більше двох іонів. Для робіт з кількісного визначення речовин результат вважається добрим, якщо відносна похибка визначення не перевищує 2 %, задовільним – відносна похибка визначення є в межах 2-5 %, незадовільним – більше 5 %. Робота з незадовільним результатом не зараховується і повинна бути переробленою.

На захист роботи виносяться теоретичні основи роботи та методика її виконання. Критерії оцінювання захисту роботи такі: захист вважається відмінним при безпомилковому знанні теоретичних основ і методики виконання роботи, добрим – при допущенні несуттєвих помилок або неточностей, задовільним – при допущенні окремих значних помилок, незадовільним – при відсутності розуміння теоретичних основ та методики роботи.

Рейтингове оцінювання виконання та захисту лабораторної роботи

Результат виконання	**Захист**	**Бал**
відмінний, добрий	відмінний	3,0
задовільний	відмінний	2,75
відмінний	добрий	2,5
добрий	добрий	2,25
задовільний	добрий	2,0
відмінний, добрий	задовільний	1,75
задовільний	задовільний	1,5
відмінний, добрий або задовільний	незадовільний	1,0

Підсумковий контроль – іспит (письмовий, комбінований) – оцінюється в 50 балів.

Підсумкова оцінка 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
0-29	F		Повторення всього курсу

СХЕМА КУРСУ у III СЕМЕСТРІ

Тиж.	Тема	Форма заняття	Короткітези	год
1	Предмет аналітичної хімії. Місце аналітичної хімії серед природничих наук. Процес аналізу. Класифікація методів. Аналітичний сигнал	*лк*	Види аналізу: ізотопний, елементний, функціональний, структурний, молекулярний, фазовий. Макро-, мікро- та ультрамікроаналіз. Аналітичні реакції та реагенти, вимоги до них. Дробний та систематичний якісний аналіз. Мікрокристалоскопічний та пірохімічний аналізи. Крапельний аналіз.	2
	Техніка безпеки. Методи ідентифікації катіонів I-III груп	*лб*		6
2	Метрологічні основи аналітичної хімії. Основні метрологічні поняття і уявлення. Похибки.	*лк*	Похибки, класифікація похибок аналізу. Систематичні і випадкові похибки, промахи. Похибки окремих стадій хімічного аналізу. Основні характеристики методу ана-лізу: правильність і повторюваність, коефіцієнт чутливості, межа виявлення, нижня і верхня межі вмісту, який визначається. Виявлення промахів (Q-тест). Закон нормального розподілу випадкових похибок, *t*- і *f*- розподіл. Середнє, дисперсія, стандартне відхилення.	2
	Статистичне опрацювання результатів аналізу. Статистичні тести.	*пр*		2
	Методи ідентифікації катіонів I-III груп (контрольний розчин)	*лб*		6
3	Рівновага в гомогенній системі. Основи теорії електролітів.	*лк*	Рівноваги кислотно-основна, комплексоутворення, окисно-відновна. Константа рівноваги. Стан речовини в ідеальних та реальних системах. Сольватація, іонізація, дисоціація. Теорія Дебая-Хюккеля. Іонна сила розчину. Коефіцієнт активності	2
	Методи ідентифікації катіонів IV-V груп.	*лб*		6
4	Протолітична теорія.	*лк*	Сучасні уявлення про кислоти й основи. Теорія Бренстеда-Лоурі. Рівновага в системі кислота – спряжена основа – розчинник. Константи кислотності і основності. Кислотні та основні властивості розчинників. Константаавтопротолізу. Вплив природи розчи-ника на силу кислоти та основи.	2
	Рівновага в гомогенній системі Обчислення pH розчинів	*пр*		2
	Методи ідентифікації катіонів IV-V груп. (контрольний розчин на I-V групу)	*лб*		6

Тиж.	Тема	Форма заняття	Короткі тези	год
5	ОбчисленнярН у водних розчинах кислот і основ. Буферні суміші	*лк*	Обчислення рН розчинів сильних та слабких протолітів, поліпротонних протолітів, амфолітів. Кислотно-основна рівновага в багатокомпонентній системі. Буферні розчини. Буферна ємність,чинники, які на неї впливають значення буферної ємності. Концентраційні константи. Опис складних рівноваг. Метод конкуруючих реакцій. Загальна і рівноважна концентрації. Умовні константи. Графічний опис.	2
	Аналіз контрольного розчину на I-V групу. Методи ідентифікації аніонів	*лб*		6
6	Титриметричні методи аналізу. Вимоги до реакцій. Первинні і вторинні стандарти. Протолітометрія.	*лк*	Види титриметричних визначень: пряме, обернене титрування, визначення за заміщенням. Точність вимірювання об'ємів рідин. Способи вираження концентрації розчинів у титриметрії. Точка еквівалентності і кінцева точка титрування. Первинні стандарти, вимоги до них. Фіксанали. Вторинні стандарти, робочі розчини. Методи окремих наважок та піпетування. Обчислення результатів аналізу.	2
	Метод протолітометрії. Розв'язання задач за результатами кислотно-основного титрування.	*пр*		2
	Методи ідентифікації аніонів	*лб*		6
7	Криві титрування методу протолітометрії. Кислотно-основні індикатори. Похибки методу.	*лк*	Обчислення рН у різних точках титрування для побудови кривих титрування у протолітометрії: сильних та слабких кислот і основ, поліпротонних кислот та основ.Індикатори методу. Іонно-хромофорна теорія індикаторів. Рівновага в розчині індикаторів. Константа іонізації індикаторів та інтервал переходу забарвлення. Індикаторні похибки. Характеристика деяких індикаторів. Вибір індикатора для встановлення кінцевої точки титрування. Помилка титрування при визначенні сильних і слабких кислот та основ.Кислотно-основне титрування у неводному середовищі. Титрування фосфорної, борної кислот. Аналіз суміші натрій карбонату і бікарбонату. Визначення тимчасової твердості води. Визначення солей амонію, органічного нітрогену методом, нітратів і нітритів.	2
	Методи ідентифікації аніонів	*лб*		6

Тиж.	Тема	Форма заняття	Короткі тези	год
8	Комплексні сполуки в аналітичній хімії.	*лк*	Класифікація комплексних сполук. Дентатність лігандів. Хелати, внутрішньокомплексні сполуки. Типи комплексних сполук, які використовують в аналітичній хімії.Ступінчасте комплексоутворення. Кількісна характеристика комплексних сполук: константа стійкості (ступінчаста і загальна), функція утворення (середнє лігандне число), функція закомплексованості. Кінетична стійкість комплексних сполук. Застосування комплексних сполук в аналітичній хімії	2
	Комплексні сполуки в аналітичній хімії Комплексонометрія.	*пр*		1
	Методи ідентифікації аніонів (контрольний розчин на аніони) Виготовлення розчинів $NaOH$і$H_2C_2O_4$.	*лб*		3 3
9	Комплексиметрія. Комплексонометрія. Окисно-відновні реакції в аналітичній хімії	*лк*	Використання амінополікарбонових кислот у титриметрії. Способи комплексонометричного титрування. Металохромні індикатори, вимоги до них. Селективність титрування та способи її підвищення. Побудова кривих титрування в методі комплексонометрії. Похибки титрування. Комплексонометричне визначення Кальцію, Магнію, Барію, Феруму, Алюмінію, Торію в розчинах чистих солей, за сумісної наявності.	2
	Визначення конц. NaOH. Визначення вмісту HCl. Статистичнеопрацюваннярезультатів аналізу	*лб*		6
10	Окисно-відновні реакції в аналітичній хімії. Редоксиметрія. Криві титрування. Методи редоксиметрії	*лк,*	Рівняння Нернста, стандартні та реальні потенціали окисно-відновних систем. Константи рівноваги окисно-відновних реакцій. Зв'язок між константою рівноваги і потенціалами. Напрям та інтенсивність перебігу реакцій окислення-відновлення. Вплив концентрації реагуючих речовин, концентрації іонів гідрогену, комплексоутворення та інших чинників на окисно-відновні процеси. Поняття про змішані потенціали. Швидкість реакцій в хімічному аналізі. Автокаталітичні реакції. Індуковані, ланцюгові і спряжені реакції. Обчислення потенціалу в різних точках титрування при побудові кривих. Методи визначення кінцевої точки титрування. Окисно-відновні індикатори.Перманганатометрія. Йодометрія. Броматометрія. Біхроматометрія. Цериметрія.	2
	Методи редоксиметрії. Розв'язування задач на обчислення окисно-відновного потенціалу, константи рівноваги редокс реакцій.	*пр*		2
	Комплексонометричне визначення твердості води	*лб*		6

Тиж.	Тема	Форма заняття	Короткі тези	год
11	Рівновага у гетерогенній системі Розчинність осадів. Вплив різних чинників на розчинність осадів.	*лк*	Константа рівноваги реакції осадження-розчинення.Обчислення розчинності важкорозчинних речовин. Застосування правила константи розчинності в аналізі.Фракційне осадження. Переведення одних важкорозчинних речовин в інші.	2
	Визначення Феруму(II) у контрольній пробі методом перманганатометрії (із стандартиза-цієюрозч. $KMnO_4$ за $H_2C_2O_4$.)	*лб*		6
12	Методи седиметрії	*лк*	Побудова кривих титрування.Арґентометрія. Методи однакових помутнінь, Мора, Фольгарда. Титрування за допомогою адсорбційних індикаторів. Теоретичне обґрунтування методу. Практичне використання: визначення Аргентуму хлоридів, бромідів, йодидів. Меркурометрія. Індикаторимеркурометрії. Практичне застосування: визначення галогенідів, тіоціанатів.	2, 1
	Розчинність осадів. Розв'язування задач	*пр*		2
	Визначення Купруму(II) у контрольній пробі методом йодометрії	*лб*		6
13	Кінетика утворення осадів.	*лк*	Кристалічні та аморфні осади. Залежність структури осаду від його індивідуальних властивостей та умов осадження. Залежність форми осаду від швидкості утворення первинних частинок і швидкості їхнього росту. Умови одержання кристалічних осадів. Гомогенне осадження. Старіння осадів. Аморфні осади.	2
	Меркурометричне визначення хлориду у контрольній пробі.	*лб*		6
14	Гравіметричний аналіз.	*лк*	Причини забруднення осадів (сумісне осадження, співосадження та післяосадження). Класифікація різних видів співосадження (адсорбція, оклюзія, ізоморфізм). Концентрування мікроелементів співосадженням на неорганічних колекторах. Способи очищення осадів від забруднення. Фільтрування осадів. Вагова (гравіметрична) форма. Вимоги до вагової форми. Способи переведення осаджуваної форми у вагову. Обчислення у гравіметрії. Практичне використання гравіметричного методу аналізу. Визначення Калію, Натрію, Магнію, Кальцію, Феруму, Нікелю, Барію, Фосфору, органічних речовин.	2
	Розрахунки у гравіметрії.	*пр*		2
	Гравіметричне визначення Феруму або Нікелю	*лб*		6

Тиж.	Тема	Форма заняття	Короткі тези	год
15	Методи розділення. Екстракція	*лк*	Теорія екстракційних методів. Закон розподілу. Швидкість екстракції. Типи екстракційних систем. Реекстракція. Природа і характеристика екстрагентів. Основні органічні реагенти, які використовують у методі екстракції. Селективне розділення елементів шляхом підбору органічних розчинників, зміна pH водної фази, маскування та демаскування. Прилади для екстракції.	2
	Гравіметричне визначення Феруму або Нікелю	*лб*		6
16	Хроматографія. Загальна характеристика та застосування	*лк*	Хроматографія, основні принципи методу, види хроматографічного методу (іонообмінна, рідинна, розподільча, газова, газорідинна та ін.). Основні теоретичні положення. Концепція теоретикних тарілок, її недоліки. Кінетична теорія. Типи стаціонарних та рухливих фаз. Основні типи детекторів. Площинна хроматографія.	2
	Методи розділення. Екстракція, хроматографія. Розв’язування задач	*пр*		2
	Гравіметричне визначення Феруму або Нікелю	*лб*		6