Додаток 4

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра __хімічної метрології___

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан біологічного факультету

_____Юрій ГАМУЛЯ

"31" серпня 2023р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Аналітична хімія

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
галузь знань: 16 хімічна та біоінженерія
спеціальність 162 біотехнології та біоінженерія
освітня програма: освітньо-професійна програма «Біотехнології та біоінженерія»
спеціалізація:
вид дисципліни: обов'язкова
факультет біологічний

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою біологічного факультету

“27_” 06 2023 року, протокол №6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Юрченко Олег Іванович, д.х.н., проф.,

завідувач кафедри хімічної метрології

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічної метрології

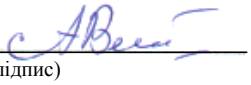
Протокол від “16_” ___06___2023 року №_18_

Завідувач кафедри хімічної метрології

(підпис) Олег ЮРЧЕНКО

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми “«Біотехнології та біоінженерія»

Гарант освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія»

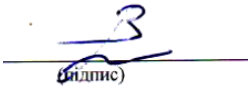


(підпис) Анатолій ГОЛТВЯНСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією біологічного факультету

Протокол від «21» червня 2023 року № 11

Голова науково-методичної комісії____біологічного факультету_____



(підпис) Віра МАРТИНЕНКО
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни "Аналітична хімія" складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавра спеціальності 162 біотехнологія та біоінженерія

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: сформувати теоретичні уявлення про методи, якими одержують фундаментальні хімічні дані про склад хімічних сполук, речовин і матеріалів, та навички практичного застосування цих методів.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни полягають у тому, щоб навчити студентів теоретичним основам хімічного аналізу, виробити уявлення про роль та місце кожного методу вимірювання хімічного складу в системі хімічного аналізу, підготувати студентів для самостійних вимірювань хімічного складу окремих об'єктів аналізу та самостійного виконання найпростіших операцій хімічного експерименту.

Вивчення дисципліни розвиває фахові компетентності

ФК6. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва.

1.3. Кількість кредитів **4**

1.4. Загальна кількість годин **120**

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
2-й	2-й
Семестр	
3-й	3-й
Лекції	
32 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
32 год.	8 год.
Самостійна робота	
56 год.	106 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Заплановані результати навчання

Освоєння підходів та методів аналізу багатокомпонентних систем. Самостійне поставлення задачі для вирішення складу багатокомпонентних систем.

Програмні результати навчання

ПРН2. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи.

ПРН3. Вміти розраховувати склад поживних середовищ, визначати особливості їх приготування та стерилізації, здійснювати контроль якості сировини та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.

ПРН6. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

ПРН12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Предмет і задачі курсу. Типи хімічних рівноваг. Якісний аналіз

Вступ. Предмет і задачі курсу. Предмет та задачі аналітичної хімії. Класифікація методів хімічного аналізу. Методи виявлення та визначення: хімічні, фізичні, фізико-хімічні, біологічні методи; структурний, елементний та компонентний аналіз; макро-, мікро- і ультрамікроаналіз. Методи розподілу. Аналітичний сигнал. Градуювальна характеристика. Вимоги до методів аналізу: правильність, відтворюваність, селективність, експресність, апаратурне оформлення, трудомісткість, вартість. аналітичний контроль в службі охорони природи, біології та медицини.

Хімічна рівновага**.** Реакції в розчинах, що використовують в аналітичній хімії. Основні типи: кислотно – основні, осадження-розчинення, окислення – відновлення, комплексоутворення. Активність та концентрація. Іонна сила розчину. Константи рівноваг – константи закону дії мас (ЗДМ): термодинамічна та концентраційна. Довідкова література.

Концентраційно-логарифмічні діаграми (КЛД). Алгоритм їх побудови для гомогенних систем. Приклади побудови КЛД. Рівняння матеріального балансу компонентів, їх поєднання з рівнянням ЗДМ. Рівняння для розрахунку рівноважного складу. Наближення у розрахунках рівноважного складу. Системи буферні та не буферні в хімії та біології. Особливості розрахунку їх рівноважного складу.

Тема 2. Схеми систематичного якісного аналізу. Фізико-хімічні та фізичні методи аналізу

Тема 3. Аналітичні реакції. Кислотно-основні рівноваги

Тема 4. Рівноваги комплексоутворення

Тема 5. Гетерогенні рівноваги

Тема 6. Окисно-відновні рівноваги

Тема 7. Статистична обробка результатів хімічного аналізу. Способи оцінки правильності результатів аналізу

Складові частини похибки: систематичні та випадкові. Промахи. Правильність та відтворювання. Методи оцінки правильності аналізу: використання стандартних зразків, метод добавок, порівняння з іншими методами аналізу. Оцінка відтворюваності результатів аналізу. Дисперсія, середньоквадратичне відхилення, розбіжності між результатами паралельних визначень. Порівняння методів із відтворюванням. Критерії Фішера та Стьюдента**.**

Тема 8. Класифікація методів кількісного аналізу. Кислотно-основне титрування. Практичне застосування кислотно-основного титрування

Класифікація методів кількісного аналізу. Задачі кількісного аналізу в біології. Методи кількісного аналізу: хімічний (титриметрія), фізико-хімічні та фізичні, біологічні та біохімічні.

Титриметрія. Принцип методу та основні поняття: титрант, точка стехіометричності (ТС) та кінцева точка титрування (КТТ). Розрахунки в титриметрії. Використання величин, пов’язаних з точкою стехіометричності**.** Фактор еквівалентності.

Титрант, способи стандартизації, вимоги до речовин - первинних стандартів. Вимірювання концентрації речовини. Мірний посуд. Похибки вимірювання об'єму. Градуювання мірного посуду.

Класифікація методів титриметрії згідно типу реакції, способу індикації КТТ. Прямі, зворотні та побічні титриметричні визначення. Криві титрування.

Кислотно-основне титрування. Зміна pH в процесі титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих титрування – pH-витрати титранта: сила кислоти або основи, концентрація, температура. Кислотно-основні індикатори. Рівновага в розчинах індикаторів. Константа іонізації. Інтервал переходу забарвлення індикатора та показник титрування. Вибір індикатора для визначення кінцевої точки титрування. Похибка титрування. Приклади практичного застосування кислотно-основного титрування. Приготування розчинів гідроксиду натрію та хлороводневої кислоти. Зразкова речовина для встановлення концентрації.

Тема 9. Комплексонометричне титрування. Практичне застосування

Амінополікарбонові кислоти, їх комплекси з металами. Переваги комплексонів як титрантів. Металохромні індикатори. Способи комплексонометричного визначення: пряме, зворотне, побічне, по витісненню. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих: концентрація іонів металу, стабільність комплексу, конкуруючі реакції. Константи стійкості комплексів, їх залежність від pH. Селективність титрування та способи підвищення.

Приклади практичного застосування комплексонометрії. Визначення загальної твердості води.

Тема 10. Окислювально-відновне титрування. Практичне застосування

Потенціал системи в процесі титрування. Обчислення потенціалу системи в ТС. Криві титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих: різниця стандартних потенціалів взаємодіючих речовин, комплексоутворення, pH. Способи індикації КТТ: самоіндикація, специфічні індикатори, редокс-індикатори. Інтервал переходу забарвлення pH-залежних та pH-незалежних редокс-індикаторів.

Приклади практичного застосування редоксимітрії. Перманганатометрія. Кінетичні особливості, джерела похибок. Визначення пероксиду, оксалату, жорсткості води. Дихроматометрія. Йодометрія, рівняння реакцій, компоненти, що визначаються. Джерела похибок в йодометрії (леткість та диспропорціювання йоду, окиснення йодид іону, нестабільність розчину тіосульфату натрію) та спосіб їх усунення. Крохмаль як специфічний індикатор на йод.

Броматометрія. Бромуюча суміш, визначення органічних сполук.

Тема 11. Фізико-хімічні та фізичні методи аналізу. Спектрофотометрія

Сутність спектрофотометричного методу аналізу. Закон світлопоглинання Бугера-Ламберта-Бера. Величини, що характеризують поглинання електромагнітного випромінювання: оптична густина, пропускання, молярний коефіцієнт поглинання. Причини відхилення від закону Бугера-Ламберта-Бера. Спектри поглинання молекул та інших частинок в розчині, їх характеристики: максимум поглинання, напівширина смуги поглинання. Вибір фотометричної реакції та оптимальних умов вимірювання поглинання світла: довжина хвилі, інтервал оптимальних густин, довжина кювети. Способи визначення концентрації спектрофотометричним методом: метод градуювального графіка, метод молярного коефіцієнта поглинання, метод добавок, диференціальний метод. Визначення токсичних і життєво важливих мікроелементів в рослинних і тваринних зразках. Визначення аскорбінової кислоти у фруктових соках.

Тема 12. Полум'яно-емісійна та атомно-абсорбційна спектрометрія.

Полум'яно-емісійна спектрометрія. Теоретичні основи методу. Температурні характеристики полум'я. Процеси, що виникають в полум'ї: випарювання розчинника, топлення, атомізація, збудження атомів. Паралельні процеси в полум'ї. Інтенсивність

спектральної лінії та її зв'язок з концентрацією розчину. Вплив самопоглинання і іонізації на форму градуювального графіка.

Визначення біологічно важливих елементів методом фотометрії полум'я: калію, кальцію, магнію, бору, натрію (методом градуювального графіку).

Атомно-абсорбційна спектрометрія. Теоретичні основи і переваги методу. Закони поглинання світла атомами. Джерела первинного випромінювання. Лампи з порожнистим катодом. Джерела атомізації: полум'я та неполум'яні атомізатори, переваги неполум'яних атомізаторів. Визначення атомно-абсорбційним методом концентрації мікроелементів в біологічних пробах (методом градуювального графіку).

Тема 13. Потенціометрія.

Класифікація електродів і комірок. Індикаторний електрод і електрод порівняння. Приклади для вимірювання ЕРС, вимоги до них. Мембранний потенціал. Особливості мембранних електродів. Класифікація мембран. Градуювальна характеристика потенціометрії та іонометрії. Градуювальні графіки: побудова градуювальних графіків, градуювання при постійній іонній силі, градуювання в шкалі активності, методи одної та двох відомих добавок. Вимірювання pH водяних розчинів (різних походжень).

Тема 14. Хроматографія.

Сутність методу, класифікація хроматографічних методів. Об'єм утримування, час утримування та ідентифікація речовин. Аналітична та препаративна хроматографія. Тонкошарова хроматографія. Специфічні особливості методу. Обчислення концентрації аналітів.

Розподіл і якісне виявлення суміші органічних сполук методом тонкошарової хроматографії. Теоретичні основи тонкошарової хроматографії.

Іонообмінна хроматографія. Основні уявлення про механізм іонного обміну. Поняття про газово-рідинну хроматографію.

Інші фізичні та фізико-хімічні методи аналізу. Аналіз суміші біологічних речовин.

Тема 15. Біологічні та біохімічні методи аналізу.

Біохімічні методи аналізу. Ферментативні методи. Імунохімічні методи аналізу. Імуноферментативний аналіз.

Біологічні методи аналізу. Аналітичні індикатори в біологічних методах. Мікроорганізми як аналітичні реагенти. Використання безхребетних в якості індикаторних організмів. Використання хребетних для визначення мікрокількостей елементів.

Тема 16. Сучасні тенденції розвитку аналітичної хімії.

Постановка та розв'язання аналітичної задачі. Вибір методів пробопідготовки, відокремлення та визначення. Вибір, модифікація та оптимізація методики вимірювання хімічного складу.

Сучасний стан та тенденції розвитку хімічного аналізу. Відносна вагомість та особливості окремих об'єктів аналізу (об'єкти довкілля, продукти харчування, технологічні матеріали). Аналіз за межами лабораторії. Безперервний аналітичний контроль. Автоматизація аналізу. Багатокомпонентний аналіз. Мультисенсорні пристрої та розпізнавання зразків. Задачі розвитку методів аналітичної хімії.

3. 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.	8	2		2		4	5,2	0,2				5
Розділ 2.	8	2		2		4	5,2	0,2				5
Розділ 3.	7	2		2		3	5,2	0,5				5
Розділ 4.	7	2		2		3	5,2	0,5				5
Розділ 5.	7	2		2		3	5,2	0,5				5
Розділ 6.	7	2		2		3	5,2	0,5				5
Розділ 7.	7	2		2		3	5,2	0,5				5
Розділ 8.	7	2		2		3	12,5	0,5		2		10
Розділ 9.	7	2		2		3	5,5	0,5				5
Розділ 10.	7	2		2		3	12,5	0,5		2		10
Розділ 11.	8	2		2		4	10,5	0,5				10
Розділ 12.	8	2		2		4	5,2	0,2				5
Розділ 13.	8	2		2		4	12,2	0,2		2		10
Розділ 14.	8	2		2		4	5,2	0,5				5
Розділ 15.	8	2		2		4	12,5	0,5		2		10
Розділ 16.	8	2		2		4	6,2	0,2				6
Усього годин	120	32		32		56	120	6		8		106

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Техніка безпеки та правила роботи в лабораторії. Робота з довідковою літературою. Запис рівнянь основних законів теорії іонних рівноваг.	2	-
2	Вивчення властивостей катіонів 1-2 груп (характерні реакції). Звітна картка.	2	-
3	Контрольна задача з аналізу суміші катіонів 1-2 груп	2	-
4	Вивчення властивостей катіонів 3-4 груп (характерні реакції).	2	-
5	Знайомство з систематичним ходом аналізу катіонів 5-6 груп (характерні реакції).	2	-
6	Знайомство з систематичним ходом аналізу аніонів (характерні реакції).	2	-
7	Контрольна робота блок № 1	2	-
8	Кислотно-основне титрування. Мірний посуд та робота з ним. Стандартизація розчину хлороводневої кислоти.	2	-
9	Контрольна задача. Титриметричне визначення об'єму аміаку в розчині	2	2
10	Комплексонометричне титрування. Терези та принцип зважування. Стандартизація розчину ЕДТА. Контрольна задача "Визначення загальної твердості	2	-

	води"		
11	Окисно-відновне титрування. Контрольна задача "Визначення аскорбінової кислоти у фруктових соках"	2	2
12	Контрольна робота блок № 2	2	-
13	Спектрофотометрія. Визначення загальної концентрації Феруму у воді	2	2
14	Атомно-абсорбційне визначення Купруму, Цинку та Мангану в соках і водах	2	-
15	Вимірювання pH водяних розчинів методом іонометрії. Контрольна робота блок № 3	2	2
16	Комбіновані методи аналізу. Залікова робота	2	-
	Разом	32	8

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лабораторних робіт за темами 1-6	15	20
2	Д/з «Черговість випадіння осадів катіонів 1-2 груп»	3	5
3	Д/з «Обґрунтування розділення катіонів 3 і 4-5 груп»	2	5
4	Підготовка до лабораторних робіт за темами 7-10	4	6
5	Д/з «Стехіометричні обчислення в кислотно-основному титруванні»	2	6
6	Д/з «Обчислювання pH у розчинах сильних і слабких кислот і основ»	2	6
7	Д/з «Стехіометричні обчислення в комплексонометрії»	2	6
8	Д/з «Стехіометричні обчислення в редоксіметрії»	2	6
9	Підготовка до лабораторних робіт за темами 11-16	24	46
	Разом	56	106

6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом не передбачено.

7. Методи контролю

Три поточні контрольні роботи після закінчення вивчення блоків, виконування домашніх завдань (6 шт.) та лабораторних робіт (16 шт.), підсумковий контроль – залік.

8. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Екзамен (залікова робота)	Сума
Т1-Т6	Т7-Т10	Т11-Т16	Контрольна робота	Індивідуальне завдання	Разом		
12	18	12	18	-	60	40	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Аналітична хімія. Загальні положення. Рівноваги. Якісний та кількісний аналіз: навч. посібник [для студ. вищ. навч. закл.] / [Юрченко О.І., Бугаєвський О.А., Дрозд А.В. та інші, за ред. Юрченко О.І.] – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2013.– 344 с. ISBN 978-966-285-009-3. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів біологічних і філософських спеціальностей вищих навчальних закладів (лист №1/11-8195 від 14.05.2013 р.).
2. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз: методичні рекомендації до лабораторних робіт з дисципліни «Аналітична хімія» для студентів нехімічних спеціальностей під час дистанційного навчання / уклад. Н.О. Леонова, О.Ю. Коновалова, О.І. Юрченко. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020.– 65 с.
3. Теоретичні основи та способи розв’язання задач з аналітичної хімії: Навчальний посібник / О.А. Бугаєвський, А.В. Дрозд, Л.П. Логінова, О.О. Решетняк, О.І. Юрченко. – Х.: ХНУ, 2003.
4. Юрченко О.І., Дрозд А.В. Бугаєвський О.А. Аналітична хімія. Загальні положення. Якісний аналіз. – Х.: ХНУ, 2002.
5. Бугаєвський О.А., Дрозд А.В., Науменко В.А., Юрченко О.І. Лабораторний практикум з аналітичної хімії / Під ред. О.А. Бугаєвського, А.В. Дрозда. – Х.: ХДУ, 1999. – 140 с.
6. Л. П. Логінова, В.М. Клещевнікова, О.О. Решетняк, О.В. Харченко. Збірник задач з аналітичної хімії: Навчальний посібник / За ред. Л.П. Логінової. – Х.: ХВУ, ХДУ, 1999. – 248 с.

Допоміжна література

7. Бугаєвський О.А., Решетняк О.О. Таблиці констант хімічних рівноваг, що застосовуються в аналітичній хімії. – Х.: ХНУ, 2000. 77 с

10. Посиланная на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

Для засвоєння матеріалу лекції – конспект лекції, література; для виконання домашніх робіт – література та інтернет.

Алемасова А.С., Єнальєва Л.Я., Щепіна Н.Д. Лекції з аналітичної хімії: Навчальний посібник. 2009. – 329 с.