

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра хімічної метрології

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-
педагогічної роботи

“ _____ ” _____ 2018 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Аналітична хімія

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти: перший бакалаврський рівень

галузь знань: 16 хімічна та біоінженерія

спеціальність 162 біотехнології та біоінженерія

освітня програма: біотехнології та біоінженерія

спеціалізація:

вид дисципліни: обов'язкова

факультет біологічний

2018 / 2019 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою хімічного факультету

“ 31 ” серпня 2018 року, протокол № 7

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Юрченко Олег Іванович, д.х.н., проф.,
завідувач кафедри хімічної метрології

Програму схвалено на засіданні кафедри хімічної метрології

Протокол “ 30 ” серпня 2018 року № 1

Завідувач кафедри хімічної метрології

_____ Юрченко О. І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
хімічного факультету

Протокол від “ 31 ” серпня 2018 року № 1

Голова методичної комісії хімічного факультету

_____ Єфімов П. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено методичною комісією
біологічного факультету

Протокол від “ ” 2018 року №

Голова методичної комісії біологічного факультету

_____ Мартиненко В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

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

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни: сформувані 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

1.3. Кількість кредитів **3**

1.4. Загальна кількість годин **150**

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
<u>Обов'язкова</u>	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
2-й	
Семестр	
3-й	
Лекції	
32 год.	6
Практичні, семінарські заняття	
год.	
Лабораторні заняття	
32 год.	8
Самостійна робота	
86 год.	136
Індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Заплановані результати навчання

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

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. Градувальна 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. Градування мірного посуду.

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

Кислотно-основне титрування. Зміна рН в процесі титрування. Фактори, що впливають на вигляд кривих титрування – рН-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 рН. 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, рН. Способи індикації КТТ: самоіндикація, специфічні індикатори, редокс-індикатори. Інтервал переходу забарвлення рН-залежних та рН-незалежних редокс-індикаторів.

Приклади практичного застосування редоксиметрії. 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 градувального 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 градувального графіка.

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

Тема 13. Потенціометрія.

Класифікація електродів і комірків. Індикаторний електрод і електрод порівняння. Приклади для вимірювання ЕРС, вимоги до них. Мембранний потенціал. Особливості мембранних електродів. Класифікація мембран. Градувальна характеристика потенціометрії та іонометрії. Градувальні графіки: побудова градувальних графіків, градування при постійній іонній силі, градування в шкалі активності, методи одної та двох відомих добавок. Вимірювання рН 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.	9	2		2		5	10,2	0,2				10
Розділ 2.	9	2		2		5	10,2	0,2				10
Розділ 3.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 4.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 5.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 6.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 7.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 8.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 9.	9	2		2		5	12,5	0,5		2		10
Розділ 10.	9	2		2		5	10,5	0,5				10
Розділ 11.	10	2		2		6	12,5	0,5		2		10
Розділ 12.	10	2		2		6	5,2	0,2				5
Розділ 13.	10	2		2		6	7,2	0,2		2		5
Розділ 14.	10	2		2		6	5,2	0,5				5
Розділ 15.	10	2		2		6	7,2	0,5		2		5
Розділ 16.	10	2		2		6	6,2	0,2				6
Усього годин	150	32		32		86	150	6		8		136

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
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	Кисотно-основне титрування. Мірний посуд та робота з ним. Стандартизація розчину хлороводневої кислоти.	2
9	Контрольна задача. Титриметричне визначення об'єму аміаку в розчині	2
10	Комплексонометричне титрування. Терези та принцип зважування. Стандартизація розчину ЕДТА. Контрольна задача "Визначення загальної твердості води"	2
11	Окисно-відновне титрування. Контрольна задача "Визначення аскорбінової кислоти у фруктових соках"	2
12	Контрольна робота блок № 2	2
13	Спектрофотометрія. Визначення загальної концентрації Феруму у воді	2
14	Атомно-абсорбційне визначення Купруму, Цинку та Мангану в соках і водах	2
15	Вимірювання рН водяних розчинів методом іонометрії. Контрольна робота блок № 3	2
16	Комбіновані методи аналізу. Залікова робота	2
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Підготовка до лабораторних робіт за темами 1-6	20
2	Д/з «Черговість випадіння осадів катіонів 1-2 груп»	4
3	Д/з «Обґрунтування розділення катіонів 3 і 4-5 груп»	4
4	Підготовка до лабораторних робіт за темами 7-10	20
5	Д/з «Стехіометричні обчислення в кислотно-основному титруванні»	4
6	Д/з «Обчислювання рН у розчинах сильних і слабких кислот і основ»	4
7	Д/з «Стехіометричні обчислення в комплексонометрії»	5
8	Д/з «Стехіометричні обчислення в редоксиметрії»	5
9	Підготовка до лабораторних робіт за темами 11-16	20
	Разом	86

6. Індивідуальні завдання

7. Методи контролю

Три поточні контрольні роботи після закінчення вивчення блоків, виконання 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
T1-T6	T7- T10	T11- T16	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 чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х ч. – М.: Высшая школа, 1989.
2. Основы аналитической химии. В 2-х кн. / Под ред. Ю.А. Золотова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002.
3. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2-х т. – М.: Мир, 1979.
4. 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.
5. Юрченко О.І., Дрозд А.В. Бугаєвський О.А. Аналітична хімія. Загальні положення. Якісний аналіз. – Х.: ХНУ, 2002.
6. 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.
7. 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.
8. 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.).

Допоміжна література

9. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии.
10. Бугаєвський О.А., Решетняк О.О. Таблиці констант хімічних рівноваг, що застосовуються в аналітичній хімії. – Х.: ХНУ, 2000. 77 с
11. Комарь Н.П. Химическая метрология. Гомогенные ионные равновесия. – Х.: Вища школа, 1983.
12. Комарь Н.П. Химическая метрология. Гетерогенные ионные равновесия. – Х.: Вища школа, 1984.
13. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. – М.: Высшая школа, 1991.
14. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия. В 2-х кн. – М.: Химия, 1990.
15. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии. – М.: Высшая школа, 1987.
16. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. – М.: Мир, 1989.
17. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. – М.: Мир, 1978.
18. Петерс Д., Хайес Д., Хифтье Т. Химическое разделение и измерение. Теория и практика аналитической химии. – М.: Химия, 1978.
19. Алексеев В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа. – М.: Химия, 1973.
20. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1984. – 216 с.
21. Клещев Н.Ф., Алферов Н.В., Базолей Н.В. и др. Задачник по аналитической химии. – М.: Химия, 1993.
22. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2-х т. Пер. с англ. / Под ред. Р. Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. ОТТО, М. Видмера. – М.: Мир: ООО "Изд-во АСТ", 2004. – Т. 1. – 608 с.; Т. 2. – 728 с.

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

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

Сайти на аналітичні та біологічні методи аналізу.

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